Libros de Cátedra

Indicadores de sustentabilidad

Propuesta metodológica para su construcción y su aplicación en estudios de caso

Claudia Cecilia Flores - Santiago Javier Sarandón
(coordinadores)

naturales

FACULTAD DE
CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES

edulp
EDITORIAL DE LA UNLP

UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA SU CONSTRUCCIÓN Y SU APLICACIÓN EN ESTUDIOS DE CASO

Claudia Cecilia Flores
Santiago Javier Sarandón
(coordinadores)

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

edulp
EDITORIAL DE LA UNLP

A nuestros padres, Mabel y Pichón Flores, Chilita y Manolo Sarandón. A nuestros queridos hijos, Daniela y Victoria Venturuzzo y Pablo y Abi Sarandón. A Vivi, la compañera de vida de Santiago.
A nuestros amigos y amigas.
A todas las personas que han decidido creer en la Agroecología y que, a pesar de sus miedos, dudas e incertidumbres, saben que ese es el camino correcto y están dispuestas a transitarlo.

Agradecimientos

La realización de un libro como el que aquí presentamos es una tarea que ha sido posible por el apoyo y colaboración de muchas personas.

En primer lugar, debemos agradecer a la UNLP y especialmente a su editorial, la EDULP, el habernos dado la oportunidad de plasmar en este libro nuestra experiencia en este tema.

A la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.

A nuestras compañeras y nuestros compañeros agroecólogos por acompañar y nutrir nuestras ideas.

A los y a las autoras por haber confiado en nosotros y traernos sus experiencias.

A los alumnos y alumnas de nuestros cursos de grado y postgrado porque con sus preguntas e inquietudes nos obligan a reflexionar permanentemente.

Para mejorar nuestro conocimiento debemos aprender menos y contemplar más.
René Descartes

El significado de las crisis consiste en la indicación que proporcionan
de que ha llegado la ocasión para rediseñar las herramientas
Thomas S. Khun

Índice

Introducción _____ 9

PRIMERA PARTE
Presentación de la metodología

Capítulo 1
PROMES: propuesta metodológica para evaluar la sustentabilidad _____ 13
Claudia Flores y Santiago Sarandón

SEGUNDA PARTE
Casos de aplicación de la PROMES en la evaluación de la sustentabilidad

Capítulo 2
Sustentabilidad de un proceso de transición agroecológica en horticultura _____ 30
Claudia Flores y Santiago Sarandón

Capítulo 3
Sustentabilidad del modelo hortícola bajo cubierta en La Plata _____ 52
María Luz Blandi, Claudia Flores y Santiago J. Sarandón

Capítulo 4
Evaluación de agroecosistemas familiares de Corrientes, Argentina _____ 70
María José Iermanó, Carolina Almada, Santiago Sarandón, María Mercedes Pereda y Fernando Aníbal Fleita

Capítulo 5
Indicadores para analizar sistemas caprinos en la provincia de Catamarca _____ 96
Ornella Eugenia Castro

Capítulo 6
Evaluación participativa de chacras ganadero- pastoriles en valles del Chubut _____ 115
Estefanía Oyharçabal y Santiago J. Sarandón

Capítulo 7
Sustentabilidad de agroecosistemas vitivinícolas empresariales _____ 136
Paola Studer y Santiago Sarandón

Capítulo 8

Sustentabilidad de Sistemas Campesinos en Misiones, Argentina _____160

Claudia Noseda y Santiago J. Sarandón

TERCERA PARTE

Ejemplos de uso de la metodología para la evaluación de aspectos complejos vinculados a la sustentabilidad: Aspectos ecológicos-ambientales

Capítulo 9

Sustentabilidad ecológica de secuencias de doble cultivo en Tres Arroyos (Argentina) ___179

Adriana M. Chamorro

Capítulo 10

Uso sustentable del agua entre sistemas familiares y empresariales _____200

María Luz Blandi y Santiago J. Sarandón

Capítulo 11

Indicadores de Heterogeneidad vegetal y regulación biótica de plagas _____208

Valentina Isabel Fernández

Capítulo 12

Indicadores para estimar presencia y actividad de murciélagos en fincas _____226

Melisa D'Occhio; Ayelén Lutz y Santiago J. Sarandón

Capítulo 13

Indicadores de sustentabilidad del manejo de malezas en lino _____237

Griselda E. Sánchez Vallduví y Santiago J. Sarandón

Capítulo 14

Índice de hábitat potencial de biodiversidad funcional en periurbanos _____258

Lucía del Barrio y Santiago J. Sarandón

CUARTA PARTE

Ejemplos de uso de la metodología para la evaluación de aspectos complejos vinculados a la sustentabilidad: Aspectos socioculturales

Capítulo 15

Análisis del conocimiento ambiental local de la Agrobiodiversidad _____277

Natalia Agustina Gargoloff

Capítulo 16

Enfoque de género y plaguicidas, una propuesta de uso de indicadores _____295

Abril Larrañaga y Viviana Blanco

Capítulo 17

Evaluación de la percepción de horticultores sobre los pesticidas _____326

María Luz Blandi y Santiago J Sarandón

QUINTA PARTE

Otro tipo de indicadores

Capítulo 18

El balance de nutrientes: un indicador de sostenibilidad a escala regional _____339

Esteban Abbona, Miriam Presutti y Mariana Antonietta

Capítulo 19

Los Carábidos como indicadores de sustentabilidad en agroecosistemas_____359

María Fernanda Paleologos

Los autores _____375

Introducción

La agricultura es una actividad esencial para la humanidad porque además de producir alimentos y otros bienes para los seres humanos gestiona gran parte de los ecosistemas terrestres. Por lo tanto, de su sustentabilidad (entendida como la capacidad de satisfacer las necesidades presentes sin comprometer la satisfacción de las necesidades de las futuras generaciones) depende en buena medida la sustentabilidad del planeta.

Sin embargo, el modelo agrícola que predomina en la actualidad, basado en el modelo propuesto por la Revolución Verde, presenta infinidad de problemas ecológicos, socioculturales y económicos que alertan sobre los riesgos para poder satisfacer las necesidades de las actuales generaciones y más aún de las generaciones futuras. Por lo tanto, es necesario poder avanzar hacia sistemas agrícolas más sustentables.

A pesar de que existe consenso sobre este aspecto se ha avanzado poco en su logro, entre otras cosas, por la dificultad de transformar el concepto complejo de la sustentabilidad en la capacidad de tomar decisiones que la favorezcan. Es decir que aún no hay consenso en cómo debe medirse o evaluarse la sustentabilidad.

Este libro intenta hacer un aporte en este sentido, proponiendo no solo una metodología para este fin sino presentando una gran variedad de ejemplos en donde la misma se ha aplicado con éxito para cumplir con diferentes objetivos. Esto ha sido posible porque la propuesta metodológica es muy versátil y puede utilizarse tanto para evaluar la sustentabilidad en todas sus dimensiones como también otros aspectos complejos y multidimensionales vinculados a la misma, simplificándolos para entenderlos de una forma holística.

En este libro participan 14 autores/as y el mismo se ha estructurado en 4 partes. En la primera, que consta sólo de un capítulo, se presenta una propuesta metodológica para la evaluación de la sustentabilidad a través del uso de indicadores (PROMES). La misma es el resultado del trabajo de muchos años en la temática y se ha ido perfeccionando a medida que en su uso se han detectado necesidades de ajuste. En este capítulo se comparte la última versión de ésta y se explica, paso a paso, cómo construir un conjunto de indicadores para abordar la evaluación de la sustentabilidad teniendo en cuenta la complejidad del concepto.

En las partes 2, 3 y 4 se presentan algunos de los estudios de caso en donde se ha utilizado la PROMES como base para la construcción de indicadores para evaluar la sustentabilidad (Parte 1) o para analizar aspectos ecológicos-productivos (Parte 2) o socioculturales (Parte 3) vinculados a esta. En la parte 5 se presenta la aplicación de otro tipo de indicadores que, aunque no están basados en la PROMES, son útiles para analizar aspectos puntuales vinculados a la idea de sustentabilidad.

La parte 2 está constituida por 7 capítulos. En el capítulo 2 se analiza la evolución de la sustentabilidad en los tres primeros años de transición agroecológica de un grupo de productores hortícolas familiares del Partido de La Plata, provincia de Buenos Aires, Argentina. En este caso se muestra la utilidad de la PROMES para analizar si los procesos de transición agroecológica

están conduciendo al resultado deseado, es decir, a un incremento en la sustentabilidad de las fincas.

En el capítulo 3 se utiliza la propuesta metodológica para analizar los impactos sobre la sustentabilidad de la expansión de los sistemas bajo invernáculos en el Cinturón hortícola de La Plata, Argentina; confirmando la aptitud de la PROMES para mejorar la capacidad de prever los impactos que pueden generar los cambios tecnológicos en los territorios basándose no solo en aspectos económicos sino también en la conservación de los bienes comunes, culturales y sociales.

El capítulo 4 analiza los puntos fuertes y débiles para la sustentabilidad en los agroecosistemas familiares diversificados, de tipo agroecológico, en Bella Vista, provincia de Corrientes, Argentina. En el capítulo se describe el contexto en el que están inmersos dichos agroecosistemas, las características de los/las pequeños/as productores/as de la región y se utiliza la PROMES para detectar los aspectos fuertes y críticos a la sustentabilidad de estos sistemas.

El capítulo 5 utiliza la propuesta metodológica para analizar los sistemas caprinos de la provincia de Catamarca, Argentina, con el objeto de conocer qué nivel de sustentabilidad presenta el sistema extensivo de producción, visualizar los aspectos críticos del mismo e identificar la incidencia sobre la sustentabilidad del territorio.

El capítulo 6 analiza la utilidad, los alcances y limitaciones de la construcción participativa de un conjunto de indicadores, basados en la PROMES, para evaluar la sustentabilidad de chacras ganadero-pastoriles del Valle Inferior Rio Chubut, ubicado en el Este de la Patagonia, sur de Argentina.

En el capítulo 7 se proponen indicadores de medición de la sustentabilidad y su posterior validación a través de una evaluación y determinación de puntos críticos de sistemas vitivinícolas empresariales de Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina.

En el capítulo 8 se realizó la evaluación de la sustentabilidad de seis chacras ubicadas en Colonia Delicia, Misiones que representan un modelo campesino de resistencia al avance de la agricultura industrial. El objetivo fue identificar los puntos críticos y el aporte a la sustentabilidad de estos sistemas considerando que el modelo de la agricultura familiar campesina reúne atributos importantes para la sustentabilidad que han sido invisibilizados o despreciados por el enfoque productivista y cortoplacista centrado en el rendimiento y rentabilidad.

En la segunda parte, el capítulo 9 utiliza la PROMES para analizar la sustentabilidad ecológica de diferentes secuencias de doble cultivo (trigo, cebada y colza como antecesores de soja) en Tres Arroyos, Buenos Aires. Este análisis es relevante porque en la zona existe un reemplazo del trigo por cebada o colza, aún en proceso, por lo que es importante prever cuáles serían las consecuencias sobre los bienes comunes si esta tendencia continúa acelerándose.

El capítulo 10 se utiliza la PROMES para analizar la sustentabilidad en el uso de agua en agroecosistemas familiares y empresariales de la zona de Traslasierra, Córdoba, Argentina. Su objetivo es conocer el impacto en la cantidad y calidad del agua los diferentes tipos de sistemas de producción que coexisten en la zona y que compiten entre sí por el uso de este recurso vital.

En el capítulo 11 se presenta un conjunto de indicadores para predecir, a partir del análisis de la heterogeneidad vegetal, el potencial de los sistemas hortícolas para proveer los mecanismos de regulación biótica asociados al control de plagas. También se describen y analizan los resultados obtenidos al aplicar los indicadores propuestos en sistemas productivos con diferentes tipos de manejo.

En el capítulo 12 se utiliza la PROMES para proponer un conjunto de indicadores para estimar las posibilidades que ofrecen los agroecosistemas para la presencia y actividad de los murciélagos aspecto relevante si se tiene en cuenta el rol que pueden cumplir estos mamíferos en la regulación biótica de plagas en los sistemas productivos.

En el capítulo 13 se presentan un conjunto de indicadores para evaluar la sustentabilidad ecológica de diferentes alternativas de manejo de malezas en el cultivo de lino como una herramienta seleccionar aquellas que tengan un menor impacto negativo sobre los bienes comunes.

En el capítulo 14 se analiza la utilidad de la construcción de indicadores a nivel paisaje para resolver problemas complejos como es la sostenibilidad de la agricultura en territorios de interfases urbano rural. Se explica cómo se ideó, basándose en la PROMES; el Índice de hábitat potencial de biodiversidad funcional y se muestran los resultados de su aplicación en 6 unidades de paisaje de un área de interfase urbano rural bajo riego en Mendoza con el objetivo de brindar una herramienta para la construcción de políticas territoriales.

La cuarta parte consta de tres capítulos. El capítulo 15 analiza las potencialidades de aplicar la PROMES para abordar el análisis del conocimiento ambiental local de la agrobiodiversidad. Presenta la construcción y aplicación de un conjunto de indicadores para analizar el manejo de la agrobiodiversidad y aproximarse al entendimiento del Conocimiento Ambiental local que los agricultores poseen sobre dicho bien común

En el capítulo 16 se aborda la temática de género con relación a los plaguicidas. Se proponen una serie de indicadores que permitan indagar sobre la percepción del peligro y el riesgo que conlleva el uso de plaguicidas en la región hortícola platense es diferente entre varones y mujeres, basado en la socialización bajo roles de género y si esas diferencias se traducen en comportamientos diferentes entre géneros.

En el capítulo 17 se reflexiona acerca de la utilidad de la PROMES para organizar la información, analizar y comparar, de forma sencilla, distintas percepciones sobre el uso de pesticidas que tienen agricultores empresariales y familiares que cultivan bajo invernáculo y al aire libre en el Cinturón Hortícola Platense.

La quinta parte consta de dos capítulos. El capítulo 18 se presenta al balance de nutrientes como un indicador de sustentabilidad que permite analizar los flujos de nutrientes y la conservación del reservorio de nutrientes del suelo. Se muestra su importancia considerando dos *escalas de análisis:* la “meso”, a nivel de provincia, y la “micro”, a nivel de partido

Finalmente, el capítulo 19 analiza la posibilidad del uso de los carábidos como organismos bioindicadores para inferir el cumplimiento de los procesos y las condiciones ambientales de los

agroecosistemas, a fin de poder predecir, evaluar, diseñar y manejar los sistemas de manera más sustentable.

Este libro, donde autoras y autores han volcado sus experiencias en el uso de indicadores de sustentabilidad a través de las experiencias que han formado parte de sus tesis de grado, postgrado y/o de sus trabajos en el territorio, en distintos espacios de nuestro enorme país, trata de avanzar en un campo de conocimiento indispensable para las ciencias agrarias. Quienes hemos contribuido a su realización esperamos que pueda ser de utilidad para todos y todas aquellos que deseen leerlo y que esté a la altura de sus expectativas

Claudia Cecilia Flores

CAPÍTULO 1
PROMES: propuesta metodológica para evaluar la sustentabilidad

Claudia Flores y Santiago Sarandón

Introducción

Desde el año 1987, momento en que se instala en la agenda política internacional la discusión acerca de la sustentabilidad, el logro de esta en las diferentes actividades económicas, entre ellas la agricultura, se ha convertido en un desafío prioritario.

Desde entonces se han propuesto metodologías para evaluar adecuadamente el estado de sustentabilidad de los agroecosistemas. Sin embargo, esta tarea es complicada por la complejidad intrínseca del concepto de sustentabilidad que impone cumplir, en forma simultánea, con varios objetivos: productivos, ecológicos, sociales, culturales, económicos, políticos, éticos y temporales.

En consecuencia, es necesario aplicar metodologías y criterios de evaluación que, partiendo de una perspectiva holística y sistémica, permitan responder la pregunta ¿cuáles son los aspectos críticos que impiden el logro de la sustentabilidad de los agroecosistemas? para poder sugerir medidas correctivas y avanzar en el tan ansiado logro de la sustentabilidad.

Varios autores han abordado la evaluación de la sustentabilidad a través del uso de indicadores tanto a escala de finca (Izac *et al*., 1994; Gómez *et al*., 1996, Bockstaller *et al*., 1997, Lefroy *et al*., 2000, Tellarini y Caporali 2000; Van der Werf y Petit 2002; Pacini *et al*., 2003; Flores y Sarandón, 2004; Viglizzo *et al*., 2006, Sarandón *et al*., 2006 a y b, Flores *et al*., 2007; Abbona *et al*., 2007a) como en escala regional (Koning *et al*., 1997, Winograd *et al*., 1998, Sepúlveda *et al*., 2002, Evia y Sarandón, 2002; Viglizzo *et al*., 2003; Flores y Sarandón, 2006).

Casi todos los autores coinciden en que no existe un conjunto de indicadores universales que puedan ser utilizados para cualquier situación. Las diferencias existentes en la escala de trabajo (finca, región, etc.), el tipo de fincas, los objetivos deseados, la actividad productiva, las características socioculturales de los agricultores, hacen imposible su generalización.

Por esta razón, se han sugerido marcos conceptuales para el desarrollo o construcción de indicadores. El FESLM (Smyth y Dumanski, 1995), por ejemplo, presenta una guía metodológica para la evaluación de sistemas de manejos sustentables de tierras. En el ámbito agronómico, Astier y Masera (1996) y Astier *et al*., (2002) proponen el MESMIS (Metodología para la evaluación de la sustentabilidad mediante el uso de Indicadores) basándose en el FESLM, y de

Camino y Muller (1993) sugieren una metodología para la construcción de indicadores de sustentabilidad.

A pesar de esto, ha habido intentos de construir conjuntos de indicadores "universales" para ser utilizados en la evaluación de la sustentabilidad. Ejemplos de ello son el AgroEcoIndex, desarrollado por el área de gestión ambiental del INTA en colaboración con otras instituciones y empresas (2011) y más recientemente el TAPE (Tool for Agroecology Performance Evaluation) desarrollado por FAO junto a un gran número de socios.

A pesar de estos interesantes aportes, aún quedan varios puntos para discutir y mucho por avanzar en las metodologías adecuadas para la construcción e interpretación de indicadores de sustentabilidad.

Este Capítulo pretende describir y analizar la PROMES una propuesta metodológica para la evaluación de la sustentabilidad en la que venimos trabajando desde hace más de 20 años.

¿Qué es la PROMES?

La PROMES es una propuesta metodológica para la evaluación de la sustentabilidad basada en la originalmente propuesta por Sarandón (1998, 2002), y posteriores trabajos de Flores y Sarandón (2006), Flores *et al*., (2007), Sarandón y Flores (2009) y Sarandón *et al*., (2006a, 2006b y 2014)

Consiste en una serie de 12 pasos (Figura 1.1) que conducen, a través de un proceso lógico, a la obtención de un conjunto de indicadores adecuados para evaluar los puntos críticos a la sustentabilidad de los agroecosistemas. Se ha intentado que la misma sea sencilla y que permita, de manera rápida, fácil y de bajo costo, evaluar aquellos aspectos que comprometen el logro de la sustentabilidad de los sistemas agrícolas.

Los pasos metodológicos

Paso 1: Establecer el marco conceptual de la evaluación

La definición del marco conceptual de la evaluación, entendido como el sistema de valores o ideas que define lo que es bueno o malo para la sustentabilidad, y del que se desprenden calificaciones positivas o negativas con relación a la misma (Imbach *et al.*, 1997) es esencial para asegurar la **coherencia interna** del proceso lógico que llevará a la elección de los indicadores.

Esta coherencia interna del desarrollo metodológico es fundamental dado que, en el caso de la sustentabilidad, no existe un valor real de referencia contra el cual comparar los resultados obtenidos.

Dentro del marco conceptual, se debe definir qué se entiende por Agricultura Sustentable y

los requisitos que se considera que debe cumplir la misma. Esto es fundamental dado que la sustentabilidad es un término polisémico ya que existen diferentes interpretaciones acerca de su significado, alcances y dimensiones. Por lo tanto, coexisten numerosas definiciones del concepto que responden a las variadas disciplinas, percepciones y paradigmas de sus autores (Socorro Castro, 2001). Justamente, uno de los mayores problemas que surgen cuando se intenta evaluar la sustentabilidad, es la confusión respecto a qué es exactamente lo que se quiere evaluar (Sarandón, 2002).

Figura 1.1: Pasos de la PROMES (modificado de Sarandón y Flores 2009 y Sarandón *et al*, 2014)



Otro aspecto que se debe definir en la construcción del marco conceptual es a qué tipo de sustentabilidad1 (débil o fuerte) (Cabeza Gutés, 1995; Harte, 1995; Gudynas, 2000) nos adherimos.

De estas elecciones dependerán los indicadores elegidos y la posterior interpretación de los

[1] Si bien se coincide en que la sustentabilidad implica la cantidad de consumo que puede sostenerse sin degradar las reservas del capital, la idea de sustentabilidad débil propone el mantenimiento del "stock total de capital" (es decir que admite la sustitución entre las distintas formas de capital: natural, social y económico) mientras que la idea de sustentabilidad fuerte considera que el capital natural aporta algunas funciones que no pueden ser sustituidas por capital hecho por el hombre (es decir no admite la sustitución entre distintos tipos de capital).

resultados.

Es importante definir también la escala temporal ya que ésta tiene que ver con las futuras generaciones, y, por lo tanto, es intrínseca a la sustentabilidad y no puede separarse de ella (Sarandón, 2002).

Mientras más claros estén estos conceptos, más sencillo será obtener resultados y proponer las medidas de corrección adecuadas.

Paso 2: Definir los objetivos de la evaluación

Es otro paso indispensable ya que de los mismos dependerán la elección de los indicadores adecuados.

No existe una sola forma de encarar la evaluación de la sustentabilidad ya que el objetivo o el tipo de pregunta que se busca responder determinarán los indicadores a utilizar. La definición de los objetivos de la evaluación constituye la esencia del proceso evaluativo y puede abordarse buscando la respuesta a las preguntas que se presentan en la figura 1.2.

Figura 1.2: Preguntas a responder para definir los objetivos de la evaluación



Las respuestas a estas preguntas son fundamentales para lograr claridad en la elección del conjunto de indicadores a utilizar. En general las principales dificultades surgen al no tener claro qué es lo que se quiere evaluar:

Habitualmente lo que se pretende evaluar es la sustentabilidad del modelo productivo que un agricultor/a eligió para realizar su actividad. Otras veces es la evaluación de un modelo productivo regional. La mayoría de las veces lo que interesa saber es si el modelo productivo escogido se puede sostener en el tiempo, pero esto no siempre está claro.

La definición de quién será el/la destinatario/a de la evaluación (el para quién) es importante

para adaptar la metodología de manera de obtener resultados lo más significativos posibles para ellos/as. No es lo mismo desarrollar un conjunto de indicadores para los científicos/as, que para una auto evaluación de los propios agricultores/as, o para los políticos/as. Tampoco serán los mismos indicadores si deseamos hacer una evaluación rápida que si disponemos de un tiempo más prolongado. Tampoco si vamos a ir una sola vez a la finca que, si podemos hacerlo varias veces, por ejemplo, en diferentes épocas del año. La disponibilidad o no de instrumentos de muestreo también tiene una gran importancia en la definición del tipo de indicador más adecuado.

Paso 3: Definir y caracterizar el sistema a evaluar

El análisis deberá ser planteado con un abordaje holístico y dentro de un enfoque sistémico, definiendo los límites del sistema, los componentes de este y sus niveles jerárquicos superior e inferior.

Paso 4: Definición de las dimensiones de análisis

Dada la característica multidimensional de la sustentabilidad, existe más de una dimensión de análisis (ecológica, económica, social, política, entre otras). Estas surgen de la definición de agricultura sustentable que se haya adoptado y de los requisitos que debe cumplir la misma (paso 1). En general, la mayoría de los autores proponen, al menos, tres dimensiones de evaluación: la ecológica, la económica y la social o sociocultural. Por lo tanto, los indicadores deberán evaluar cada una de estas dimensiones. Es decir, habrá indicadores ecológicos, económicos y socioculturales.

Paso 5: Definición de categorías de análisis, descriptores e indicadores

Para cada dimensión seleccionada, se deben definir diferentes niveles de evaluación. Varios autores (de Camino y Müller, 1993; Torquebiau, 1992) proponen denominarlos de lo general a lo particular, como categorías de análisis, descriptores e indicadores. Cuando los indicadores seleccionados así lo requieran, se pueden seleccionar niveles inferiores de evaluación a los que se propone denominar subindicadores y variables.

Las categorías de análisis son un aspecto de un sistema, significativo desde el punto de vista de la sustentabilidad, mientras que los descriptores son características significativas de un elemento de acuerdo con los principales atributos de sostenibilidad de un sistema determinado (de Camino y Müller, 1993). Veremos un ejemplo más adelante, pero, previamente, debemos discutir qué son los indicadores y las características que deben reunir.

¿Qué es un indicador y qué características debe tener?: Un indicador es una variable, seleccionada y cuantificada que nos permite ver una tendencia que de otra forma no es fácilmente detectable (Sarandón, 2002). Un ejemplo clarificador de lo que se busca al construir un indicador puede encontrarse en el tablero del automóvil: en un lugar visible los fabricantes han colocado una variedad de señales que nos brindan una información importante (indicadores) para reconocer que si ese automóvil puede seguir funcionando en el tiempo sin inconvenientes o alertarnos sobre alguna falla por la cual el automóvil dejará de funcionar

A pesar de que existe una gran variabilidad en el tipo de indicadores, se pueden sintetizar algunas características que estos deberían reunir (Figura 1.3).

Figura 1.3 Características que deben cumplir los indicadores de sustentabilidad



Tipo de Indicadores. Modelo presión-estado-respuesta: Un aspecto que es necesario definir es el tipo o clase de indicadores a utilizar. Esto se refiere al modelo de indicadores: de presión, de estado o de respuesta.

Los indicadores de estado son los que aportan información sobre la condición actual de un aspecto del sistema. Los indicadores de presión indican el efecto que distintas prácticas de manejo ejercen sobre un aspecto del sistema. Los indicadores de respuesta indican qué se está haciendo para modificar el estado actual del sistema. Por ejemplo, el % de materia orgánica del suelo puede considerarse un buen indicador de la calidad del suelo. Nos dice cómo está hoy ese suelo, pero no nos brinda información que permita inferir si ese manejo que el agricultor/a está haciendo lo mejora o no. Puede darse el caso de un suelo que tenga aún un buen contenido de materia orgánica, pero que la ha estado perdiendo en los últimos 10 años por el mal manejo que ese agricultor/a realiza. Los indicadores de presión nos indican las acciones que pueden modificar esta variable, por ejemplo, la intensidad de laboreo del suelo o uso de implementos agresivos o calidad del rastrojo (restos vegetales dejados). Un excesivo laboreo del suelo modificará (disminuirá) la materia orgánica del suelo.

Las variables de respuesta se refieren a qué es lo que se está haciendo para remediar este problema. Por ejemplo, cambio de la labranza convencional por el sistema de siembra directa o la incorporación de estiércol o de residuos vegetales.

No es conveniente mezclar indicadores de estado con indicadores de presión. Si uno desea evaluar la sustentabilidad del manejo de suelos, entonces se está refiriendo a indicadores de presión o manejo que inciden o tienen efecto sobre indicadores de estado que, para el caso, son las que se refieren a atributos de calidad del suelo.

Un aspecto importante para tener en cuenta es que todos los indicadores deben desprenderse de alguno de los objetivos o categorías de análisis elegidos. Por otro lado, ninguna de las dimensiones o condiciones de sustentabilidad debe quedar sin un indicador que la cuantifique o evalúe.

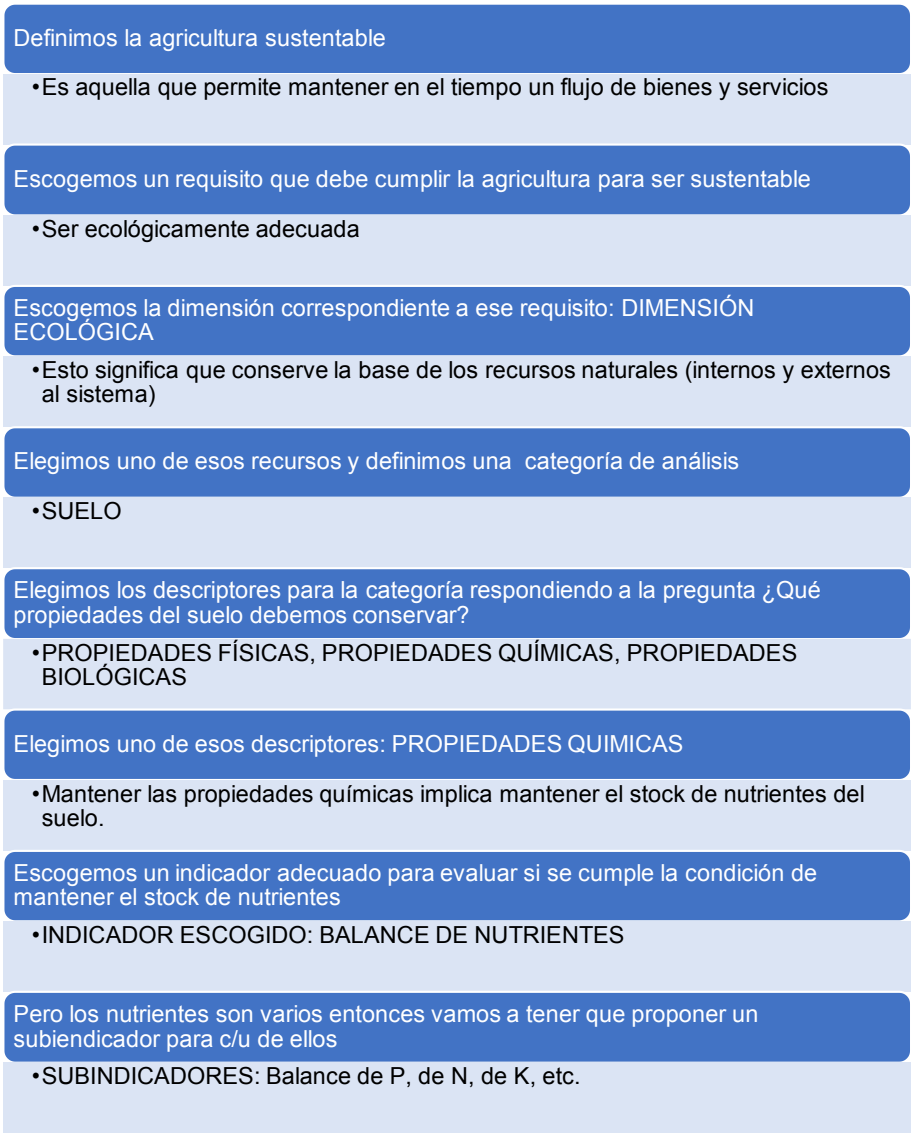
El proceso de la elección de los indicadores: En la Figura 1.4 se muestra un ejemplo del proceso para construir un indicador, derivándolo del marco conceptual y de sus requisitos. Primero definimos el marco conceptual de la sustentabilidad: aceptemos como definición de agricultura sustentable a aquella que "*permite mantener en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfagan las necesidades socioeconómicas y culturales de la población, dentro de los límites biofísicos que establece el correcto funcionamiento de los sistemas naturales (agroecosistemas) que lo soportan*" (Sarandón *et al.,* 2006). Esta definición adopta el criterio de la sustentabilidad fuerte, que considera que el capital natural puede ser sustituido por capital manufacturado, sólo en algunos casos muy puntuales (Harte, 1995).

De esta definición podemos deducir que "un sistema será sustentable si es económicamente viable, ecológicamente adecuado y cultural y socialmente aceptable". Por lo tanto, tendremos 3 dimensiones (u objetivos) a evaluar: económica, ecológica y socio cultural (4 si separamos lo cultural de lo social). Elegimos, por ejemplo, el objetivo ecológico. Este definirá una de nuestras dimensiones de evaluación (la dimensión ecológica) lo justificamos y explicamos: "Un sistema

será sustentable (ecológicamente) si conserva o mejora la base de los recursos intra y extraprediales". Ahora deberemos definir cuáles son los bienes comunes (recursos) que hay que conservar. Por ejemplo, suelo, agua, biodiversidad, atmósfera y recursos no renovables (energía fósil). Estos recursos serán categorías de análisis (categoría suelo, categoría agua, categoría biodiversidad, etc.).

Elegimos una de las categorías de análisis, por ejemplo, el suelo. La siguiente pregunta es ¿qué propiedades o características se deben mantener de este recurso? Debemos mantener su calidad (o propiedades) en el tiempo. Cada una de esas propiedades puede ser considerada un descriptor de la categoría: categoría propiedades químicas, físicas y biológicas.

Figura 1.4: Ejemplo del desarrollo de un indicador de sustentabilidad, para medir un aspecto de la dimensión ecológica



Luego nos preguntamos ¿Qué aspecto/s de cada una de estas propiedades debemos conservar? Por ejemplo, dentro de las propiedades químicas un aspecto importante a conservar es la dotación o "stock" de nutrientes ya que le confiere, en parte, su fertilidad y se traduce en un buen crecimiento de los cultivos. La conservación de la dotación de nutrientes es, por lo tanto, un requisito para el cual debemos desarrollar un indicador. Si hemos decidido escoger indicadores de presión nos interesa saber qué variable nos dice si se está conservando la dotación de nutrientes de los suelos en el sistema que estamos estudiando. Un indicador para medir esto es el Balance de nutrientes, pero como los nutrientes son varios debemos construir un subindicador para cada uno de ellos: balance de fósforo, potasio, nitrógeno, azufre, etc.

De esta manera, hemos definido un indicador (y sus subindicadores) a través de un proceso lógico que parte de la definición de sustentabilidad que se adopta y de los requisitos que deben satisfacerse para alcanzarla. Si este proceso lógico no se cumple se puede incurrir en el error de proponer "indicadores" que constituyen una serie inconexa de variables a medir, que muchas veces no aportan ninguna información en relación con la sustentabilidad y en consecuencia hacen muy dificultosa la interpretación de los resultados.

Paso 6: Estandarización y ponderación de los indicadores

Los indicadores se expresan en unidades diferentes, en función de la variable que se quiera cuantificar (ecológica, económica, sociocultural). Habrá indicadores que se expresen, por ejemplo, como dosis de aplicación de un agroquímico, número de especies presentes, kilos de nutrientes, actitudes de los productores, rentabilidad, etc. Por lo tanto, para poder interpretar adecuadamente los resultados es necesario expresarlos de una manera equivalente.

La propuesta es la construcción de escalas sencillas, por ejemplo, de 0 a 4, siendo 0 la categoría menos sustentable y 4 la más sustentable. Independientemente de las unidades en que se hayan obtenido originalmente, los valores de cada indicador se expresarán en algún valor de la escala.

De esta manera, todos los indicadores serán directos: cuanto mayor valor tengan mayor será la sustentabilidad. Esto facilitará la comparación de diferentes sistemas productivos e incluso de sistemas similares de diferentes zonas. Una vez aceptada esta metodología debemos decidir de cuántos valores nos conviene construir la escala. Si es muy amplia (por ejemplo, de 0 a 10) permitirá una mayor sensibilidad en el análisis de la sustentabilidad, pero resulta sumamente difícil de construir. Si es una escala pequeña (por ejemplo, de 0 a 2) resulta más sencilla de construir, pero será poco útil para el objetivo que buscamos ya que prácticamente no nos aportará información significativa acerca del gradiente de sustentabilidad. En general, una escala con 4 o 5 valores es adecuada.

Un aspecto al que debe prestarse particular atención es a no incurrir en definiciones en los valores de las escalas que estén sujetos a la subjetividad del quien evalúa. Por ejemplo, las

apreciaciones “mucho” o “poco” de algo determinado dependen mucho del observador. Lo que para alguien puede ser, por ejemplo, mucha cobertura del suelo para otro/a puede resultar poca desde su subjetividad.

En la Figura 1.5 se muestran 3 ejemplos de escalas (una para un indicador de la dimensión ecológica, otro para la dimensión económica y otro para la dimensión social). El máximo valor de la escala (4) representa la situación más favorable para el indicador elegido mientras que el valor mínimo representa la peor situación con relación a la sustentabilidad de ese indicador.

La ponderación, por su parte, es un proceso un tanto complicado pero inevitable. No todos los indicadores tienen el mismo valor o peso para la sustentabilidad. Hay algunos que, seguramente, serán más importantes que otros. Se debe decidir, entonces, la importancia relativa de los diferentes indicadores, subindicadores y variables que los componen: su ponderación. Esto es, en definitiva, un coeficiente por el cual se debe multiplicar, tanto el valor de los subindicadores y las variables que los forman, como los propios indicadores.

Figura 1.5: Ejemplos de escalas para 3 indicadores de diferentes dimensiones de análisis. Escalas extraídas de Flores, 2012

Dimensión Ecológica. Categoría suelo. Indicador Balance de nutrientes	Dimensión Económica. Categoría Estabilidad Económica. Indicador canales de comercialización	Dimensión social. Categoría autogestión. indicador capacidad de autogestión
• *4- Balance de N (P o K) positivo o en equilibrio* • *3- Déficit menor al 25% de la extracción por cosecha del cultivo considerado* • *2- Déficit entre 24,99-50% de la extracción por cosecha del cultivo considerado* • *1- Déficit entre 49,99-75% de la extracción por cosecha del cultivo considerado* • *0- Déficit mayor al 75% de la extracción por cosecha del cultivo considerado*	• *4- Más de 4 canales de comercialización* • *3- 4 canales de comercialización* • *2- 3 canales de comercialización* • *1- 2 canales de comercialización* • *0- 1 solo canal de comercialización*	• *4- Posee total control de su sistema, lo maneja él mismo y sabe cómo proceder ante situaciones críticas.* • *3- Posee casi total control de su sistema, sólo recurre a otros en casos excepcionales.* • *2- Posee cierto control de su sistema pero recurre a otros para resolver situaciones críticas.* • *1- No posee control de su sistema y es totalmente dependiente de personas pertenecientes al mismo (hijos) y ajenas* • *0- No posee control de su sistema y es totalmente dependiente de personas ajenas al mismo para manejarlo*

Imaginemos que elegimos como indicador el balance de nutrientes al que le asignamos 3 subindicadores: balance de fóstoro (A), balance de nitrógeno (B) y balance de potasio (C). Los valores obtenidos de estos indicadores, en una escala de 0 a 4 son: A: 2, B: 3 y C: 4. Ahora deseamos integrar estos 3 indicadores en un único valor para medir el balance de nutrientes ¿Cuál es este valor? Si los 3 son igualmente importantes, podemos promediarlos. En este caso,

obtendríamos un valor ((2+3+4) /3) = 3. Sin embargo, podemos considerar que la importancia relativa de los 3 subindicadores no es igual, y que el balance de fósforo (subindicador A), es mucho más importante que los otros dos (por ejemplo 3 veces más) porque es un nutriente sedimentario (es decir que no puede reponerse por vía biológica) y es escaso en nuestro país. A su vez, el balance de nitrógeno (subindicador B) es menos importante que el de potasio (subindicador C) dado que el N es un nutriente que puede reponerse fácilmente por fijación biológica y es altamente abundante en la naturaleza. A su vez es potasio es de ciclo sedimentario, pero más abundante en los suelos de Argentina. En función de esto otorgamos el valor de ponderación 3 al balance de fósforo, 2 al balance de potasio y 1 al de nitrógeno. El valor del indicador ahora no sería 3 (el promedio), sino (2*3 + 3*1 + 4*2) /6 = 2,83 donde, el primer término, en negrita, es el valor en la escala del indicador, el segundo (que lo multiplica) es su ponderación o peso, y el denominador (6) es la suma de los valores de los factores de ponderación (en este caso: 3+1+2). El valor actual (2,83), es menor que el anterior (3) porque el subindicador de mayor peso (A) es el que menor valor tenía de los tres.

El peso de cada indicador depende de la importancia que este tenga en el funcionamiento del sistema en cuestión. Esto exige una clara comprensión del funcionamiento del sistema. Finalmente, el valor de la ponderación puede decidirse por consenso o por medio de la consulta con expertos en el tema tal como lo proponen Gayoso y Iroumé, (1991). Un criterio útil para ponderar es el de la reversibilidad, es decir la posibilidad o dificultad de volver a la situación inicial; cuanto más difícil, más importante. Esto es especialmente útil cuando trabajamos con indicadores que miden distintos aspectos de deterioro ambiental. Según este criterio, la conservación de la vida del suelo será más importante que mantener la fertilidad química del mismo, ya que esta última puede reponerse por medio de fertilizantes, pero no es fácil reconstruir la vida del suelo una vez perdida. Lo mismo sucede con la biodiversidad. Es importante porque su pérdida o deterioro es, generalmente, irreversible.

Otro criterio que puede tenerse en cuenta es el de la dependencia. Por ejemplo, la conservación de la diversidad vegetal sería más importante que la diversidad de insectos, porque aquella es la base trófica de esta: si no hay diversidad vegetal no puede haber fauna.

Es importante reconocer un cierto grado de subjetividad en la ponderación de los indicadores ya que depende de la capacidad de entender la función de ese componente sobre la sustentabilidad del sistema en cuestión. Pero no resulta un impedimento importante cuando lo que deseamos hacer es una evaluación comparativa.

Cuando se trabaja con indicadores que queremos que sean adoptados y utilizados por los agricultores/as, es fundamental que ellos participen en su construcción y ponderación, reflejando sus valores y criterios sobre la importancia que cada uno de ellos tiene para el logro de sistemas sustentables. De esta manera, es mucho más probable que los propios agricultores/as se "apropien" de esta metodología, que si les entregamos una metodología hecha exclusivamente con criterios científicos. Roming et al., (1996) construyeron junto con los agricultores una cartilla sencilla para evaluar la calidad del manejo del suelo, donde se tuvo en cuenta la valoración que los propios agricultores hacían de las principales variables. En Vietnam, (Lefroy et al., 2000),

sometieron los indicadores desarrollados a la opinión de los agricultores, quienes debían votar la importancia relativa de cada uno de ellos, como: muy importante, de mediana o de baja importancia.

Debe tenerse en cuenta que, para la ponderación y construcción de las escalas de estandarización, se deberán analizar también algunos otros atributos de los indicadores como la confiabilidad, importancia, pertinencia y dificultad de obtención. La confiabilidad de los indicadores brindará elementos de juicio para su correcta ponderación. Un indicador puede ser fácil de obtener, pero poco confiable y otros, pueden ser más difíciles de medir, pero confiables. Por otra parte, hay indicadores confiables y fáciles de obtener, pero poco importantes. En lo posible, deben elegirse los indicadores más fáciles de obtener, a igualdad de importancia y confiabilidad. Una consideración fundamental es que la importancia de los indicadores, es decir, el peso relativo de cada uno debe establecerse antes de ir al campo y no después. Esto es fundamental: con la ponderación estamos señalando el rol que cumple ese indicador en la sustentabilidad del sistema a evaluar y esto es independiente de lo que encontremos en el campo.

Paso 7: Análisis de la coherencia de los indicadores con el objetivo planteado

Una vez construido el conjunto de indicadores, debe confirmarse si la utilización de estos permite alcanzar los objetivos definidos en el paso 2. Si los indicadores escogidos son demasiado complicados o difíciles de obtener deberán reformularse, retomando la metodología en el paso 6 (definición de categorías de análisis, descriptores e indicadores). En caso de cumplir con las condiciones, se puede seguir adelante con los próximos pasos.

Paso 8: Construcción o elección de los instrumentos o metodologías adecuadas

Este paso es de especial importancia cuando se quieren obtener información de los propios agricultores. En este caso, es importante la construcción y preparación de encuestas o entrevistas adecuadas.

Paso 9: Recoger los datos y calcular los indicadores

La información necesaria para la construcción de los indicadores es muy variada. Dicha información puede obtenerse mediante encuestas o entrevistas, por relevamiento de datos a campo y/o análisis de laboratorio, o por recopilación y análisis bibliográfico.

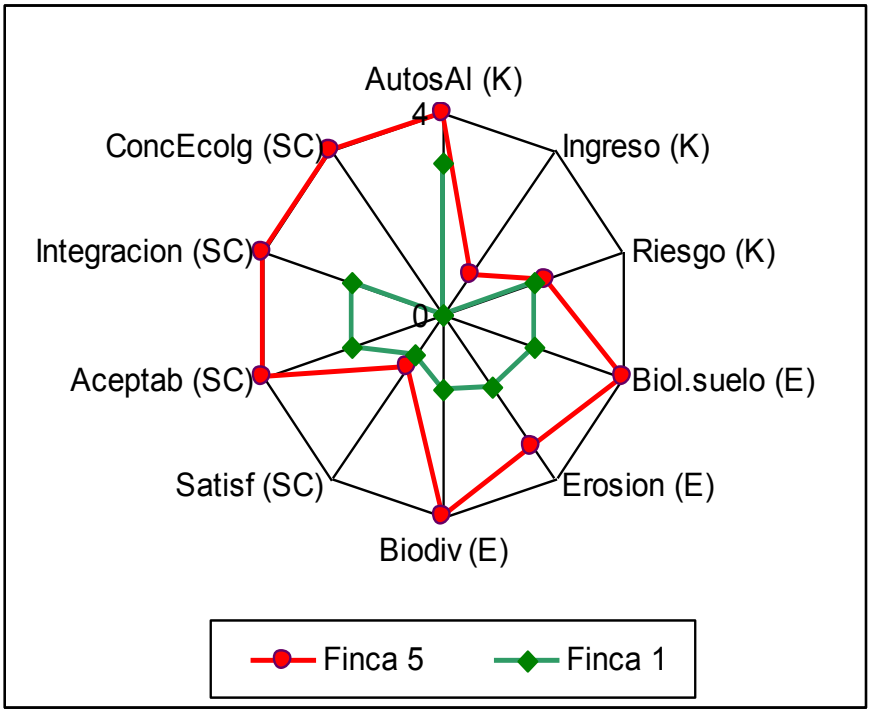
Paso 10: Representar los resultados obtenidos

Para simplificar los resultados y poder expresar la complejidad estudiada puede usarse el gráfico tipo tela de araña, radar, ameba o cometa, (Astier y Masera, 1996; Gómez et al., 1996; Sarandón, 1998, 2002; Bockstaller et al., 1997 Flores y Sarandón, 2004; Sarandón et al., 2006 a

y b, Abbona et al., 2007). Es sencillo de construir y visualmente muy ilustrativo (Figura 1.6), donde se representan los valores de los indicadores obtenidos y se comparan con una situación ideal. Permite detectar los puntos críticos de cada sistema, es decir, aquellos aspectos que están distantes de una situación ideal desde el punto de vista de la sustentabilidad (Sarandón, 2002). Sintetiza numerosa información importante y permite una visión general, holística del problema. La figura 1.6, muestra un conjunto de indicadores que representan 2 fincas de pequeños agricultores en la Provincia de Misiones, Argentina (Sarandón et al., 2006). Se observan las diferencias entre ambas fincas con respecto al valor de sustentabilidad ideal (borde externo). La finca 5 tuvo un manejo más sustentable que la finca 1.

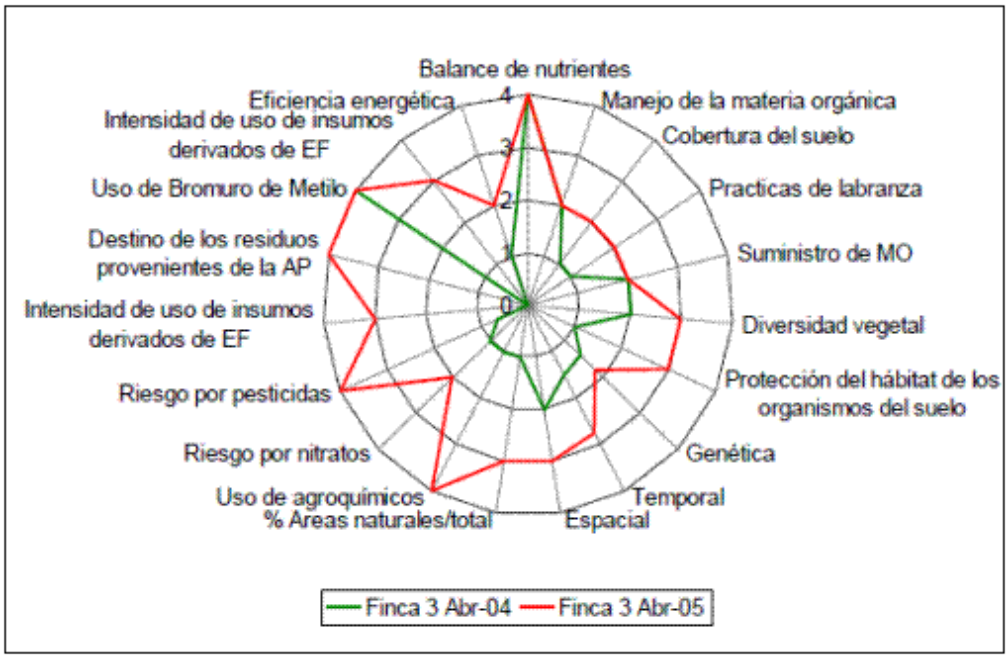
Este diseño también es muy adecuado para comparar un mismo sistema en el tiempo como en el trabajo de Flores et al., (2006) (Figura 1.7). En el mismo se compararon dos momentos en una misma finca, la situación inicial (la línea interior en verde) y la situación final luego de un rediseño y trabajo con el enfoque agroecológico para la transición, (línea roja exterior). Se observan claramente las mejoras y los puntos que aun necesitan mejorarse.

Figura 1.6: Representación gráfica en un diseño en tela de araña, de los indicadores de sustentabilidad en dos fincas de la provincia de Misiones, Argentina.



Los límites exteriores representan el valor ideal de sustentabilidad y el intermedio el valor umbral. Línea punteada: finca 1, línea llena: finca 2. Entre paréntesis figura la dimensión de los indicadores: económicos (K), ecológicos (E) y socioculturales (SC). (Sarandón et al., 2006)

Figura 1.7: Diagrama en tela de araña representando los cambios en los indicadores ecológicos entre el inicio la finalización del primer año del proceso de transición en una finca hortícola en la región de La Plata, Argentina (Flores et al., 2006)



Paso 11: Analizar los resultados y detectar los puntos críticos a la sustentabilidad

Este es el objetivo de la metodología. Si está bien hecho, el análisis de los indicadores permitirá detectar los puntos críticos del manejo del sistema que atentan o comprometen la sustentabilidad. Esto se aprecia como la diferencia entre el valor ideal y el valor real obtenido. Por otra parte, si los indicadores están bien construidos, nos brindarán información valiosa acerca de las causas que originan estos problemas.

La definición de los principales puntos críticos permite prestar especial atención, en el futuro, al manejo de tales aspectos con el fin de promover el avance hacia la sustentabilidad.

Paso 12: Evaluar la utilidad y pertinencia de los indicadores

Es importante replantearse si los indicadores elegidos fueron adecuados para cumplir con el objetivo de la evaluación para ir ajustando la metodología al cumplimiento de estos.

Si existen dudas acerca de los resultados, o si se considera que la metodología no estuvo adecuada a los objetivos, o que los resultados son muy diferentes de lo esperado, entonces conviene comenzar de nuevo el desarrollo de indicadores. Si, por el contrario, los resultados son convincentes y racionales, se puede pasar a elaborar propuestas de acción para resolver los puntos críticos detectados.

El objetivo de esta metodología es, por un lado, permitir una evaluación de la sustentabilidad, pero también facilitar las propuestas de medidas correctivas a realizar para mejorar, dentro de lo posible, los puntos críticos.

A partir del diagnóstico efectuado, se pueden proponer medidas correctivas y efectuar un

monitoreo de estas en el tiempo. Para ello podrían elaborarse un conjunto de indicadores para este monitoreo (indicadores de respuesta), que permitan realizar un seguimiento de la evolución de aquellos aspectos detectados como críticos para la sustentabilidad del sistema analizado.

Referencias

Abbona EA, SJ Sarandón, ME Marasas y M Astier (2007) Ecological sustainability evaluation of traditional management in different vineyard systems in Berisso, Argentina. Agriculture, Ecosystems and Environment Vol 119 (3-4): 335-345.

Astier M y O Masera (1996) Metodología para la evaluación de sistemas de manejo incorporando indicadores de sustentabilidad (MESMIS). Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada. Gira. Documento de Trabajo Nº 17: 1-30.

Astier M, S López Ridaura, E Pérez Agis y OR Masera (2002) El Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) y su aplicación en un sistema agrícola campesino en la región Purhepecha, México. En: En Santiago J. Sarandón (editor): Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable. Ediciones Científicas Americanas Capítulo 21: 415-430.

Bockstaller C, P Girardin y HMG van der Werf (1997) Use of agroecological indicators for the evaluation of farming systems. European Journal of Agronomy 7: 261-270.

Cabeza Gutés M (1996) The concept of weak sustainability. Ecological Economics 17: 147-

de Camino R y S Müller (1993) Sostenibilidad de la Agricultura y los Recursos Naturales. Bases para establecer indicadores Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Serie de Documentos de Programas. Pp 133.

Evia G y SJ Sarandón (2002) Aplicación del método multicriterio para valorar la sustentabilidad de diferentes alternativas productivas en los humedales de la Laguna Merín, Uruguay. En Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable, (Sarandón SJ, ed.). Ediciones Científicas Americanas, Capítulo 22: 431-448.

Flores CC y SJ Sarandón (2004) Limitations of the economic neo-classical analysis to evaluate the sustainability of agricultural systems. An example comparing organic and conventional horticultural systems. Journal of Sustainable Agriculture 24 (2): 77-91.

Flores CC y SJ Sarandón (2006) Desarrollo de indicadores para la evaluación de la sustentabilidad de agroecosistemas a escala regional. Revista Brasilera de Agroecología, Vol 1 (1): 353-356.

Flores CC, SJ Sarandón y L Vicente (2007) Evaluación de la sustentabilidad en sistemas horticolas familiares del partido de La Plata, Argentina, a través del uso de indicadores. Rev. Bras. Agroecologia, v.2, (1): 180-184.

Gudynas E (2000) Los límites de la sustentabilidad débil y el tránsito desde el capital natural al patrimonio ecológico. Educación, Participación y Ambiente, MARN, Caracas, 4 (11): 7-11.

Harte MJ (1995) Ecology, sustainability, and environment as capital. Ecological Economics 15:

157-164.

Imbach A, E Dudley, N Ortiz y H Sánchez (1997) Mapeo analítico, reflexivo y participativo de la sostenibilidad (MARPS) Unión Mundial para la naturaleza (UICN). Programa de estrategias para la sostenibilidad. Serie herramientas y capacitación. 57 pp.

Izac AMN y MJ Swift (1994) On agricultural sustainability and its measurement in small –scale farming in sub- Saharan Africa. Ecological Economics 11:105-125.

Koning GHJ, PJ van de Kop y LO Fresco (1997). Estimates of sub- national nutrient balances as sustainability indicators for agro-ecosystems in Ecuador. Agriculture, Ecosystems y Environment 65 :127-139.

Lefroy RDB, HD Bechstedt y M Rais (2000) Indicators for sustainable land management based on farmer surveys in Vietnam, Indonesia, and Thailand. Agric. Ecosyst. Environ. 81, 137–146.

Pacini C, A Wossink, G Giesen, C Vazzana y R Huirne (2003) Evaluation of sustainability of organic, integrated and conventional farming systems: a farm and field-scale analysis. Agriculture, Ecosystems y Environment 95: 273-288.

Roming DE, M Jason Garlynd y RF Harris (1996) Farmer- based assesment of soil quality: a soil health scorecard. In: Methods for Assessing Soil Quality. 127-158. (Eds) JW Doran y AJ Jones. SSSA Spetial Publication N 49. Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA.

Sarandón SJ (1998) The development and use of sustainability indicators: a need for organic agriculture evaluation. XII International Scientific Conference IFOAM 1998. 16/19 noviembre 1998, Mar del Plata, Argentina: pp. 135.

Sarandón SJ (2002) El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En Santiago J. Sarandón (editor): Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable. Ediciones Científicas Americanas Capítulo 20: 393-414.

Sarandón SJ, ME Marasas, F Dipietro, A Belaus, W Muiño y E Oscares (2006a) Evaluación de la sustentabilidad del manejo de suelos en agroecosistemas de la provincia de La Pampa, Argentina, mediante el uso de indicadores. Revista Brasilera de Agroecología, Vol 1 (1): 497-500.

Sarandón SJ, MS Zuluaga, R Cieza, C Gómez, L Janjetic y E Negrete (2006b) Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. Revista Agroecología, Vol 1: 19-28. España.

Sarandón SJ y CC Flores (2009) Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. Revista Agroecología, Vol 4: 19-28 España. ISSN: 1989-4686.

Sarandón SJ, CC Flores, NA Gargoloff y ML Blandi (2014). Análisis y evaluación de agroecosistemas: Construcción y aplicación de indicadores. En: SJ Sarandón y CC Flores editores. Agroecología. Bases teóricas para el manejo, diseño y evaluación de agroecosistemas sustentables. EDULP. Capítulo 14: 375-410. Disponible en: Agroecología (unlp.edu.ar)

Sepúlveda S, H Cavaría, A Castro, P Rojas, E Picado y D Bolaños (2002) Metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible en espacios territoriales, IICA. 47pp.

Smyth AJ y J Dumanski (1995) A framework for evaluating sustainable land management. Can Journal Soil Sci 75:401-406.

Socorro Castro A (2001) Gestión de la transformación agraria en el territorio de la Provincia de Cienfuegos: indicadores de sostenibilidad. Tesis en opción al título de master en Ciencias Agrícolas. Universidad Agraria de La Habana "Fructuoso Rodríguez Pérez". 84 pp.

Tellarini V y F Caporali (2000) An input/output methodology to evaluate farms as sustainable agroecosystems: an application of indicators to farms in central Italy. Agriculture, Ecosystems y Environment 77: 111–123.

Torquebiau E (1992) ¿Are tropical agroforestry home gardens sustainable? Agriculture, Ecosystems and Environment 41:189-207.

Van der Werf HMG y J Petit (2002) Evaluation of the environmental impact of agriculture at the farm level: a comparison and analysis of 12 indicator-based methods. Agriculture, Ecosystems y Environment. 93: 131-145.

Viglizzo EF, AJ Pordomingo, MG Castro y FA Lertora (2003) Environmental assessment of agriculture at a Regional scale in the pampas of Argentina. Environmental monitoring and assessment 87: 169–195.

Viglizzo Ef, F Frank, J Bernardos, De Buschiazzo y S Cabo (2006) A Rapid Method For Assessing the Environmental Performance of Commercial Farms in the Pampas of Argentina Environmental Monitoring And Assessment, 117: 109–134.

Winograd M, J Eade y A Farrow (1998) Atlas de Indicadores ambientales y de sustentabilidad para América Latina y el Caribe. Convenio CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Programa en CD.

CAPÍTULO 2
Sustentabilidad de un proceso de transición agroecológica en horticultura

Claudia Flores y Santiago Sarandón

La intensificación del sector hortícola de La Plata y sus implicancias para la agricultura familiar

A partir de la década del ’90, en el Cinturón Hortícola de La Plata (CHP), se produjo un proceso de modernización que modificó la estructura productiva tradicional (García y Kebat, 2007) la que, hasta ese momento, se caracterizaba por la presencia de pequeños y medianos productores con bajas inversiones de capital, alta incidencia de mano de obra familiar y un “nivel técnico retrasado” (Ringuelet, 2008).

A partir de esta década, los cultivos protegidos se convierten en el símbolo del progreso técnico de la Región. Este nuevo esquema de producción está asociado a un paquete tecnológico de altos costos lo que acentuó la brecha socioeconómica entre los productores de la Región. Muchos de los productores familiares no han podido adoptar completamente el nuevo paquete tecnológico, quedando en una situación intermedia de intensificación. Producen la mayor proporción de sus cultivos al aire libre, con alta cantidad de insumos agroquímicos y una productividad mucho menor que los sistemas más tecnificados. Esto ha conducido a que estos sistemas productivos se hayan transformado en insustentables, no sólo desde el punto de vista ecológico, sino también desde la óptica económica y social (Flores *et al*, 2007).

La agroecología como respuesta para la producción familiar

Bajo el paradigma de la Revolución Verde, es imposible dar respuesta a la realidad de los pequeños productores dado que el mismo supone una espiral tecnológica que implica un progresivo incremento en la utilización de insumos (Costabeber, 2004), a los cuales los productores no pueden acceder y, paralelamente, agrava las externalidades negativas, alejándose del logro de la sustentabilidad. Por lo tanto, se considera necesario concebir un paradigma diferente, que intente dar soluciones a estos problemas.

La Agroecología surge como un paradigma alternativo que pretende estudiar la actividad

agraria desde una perspectiva ecológica, económica y social (Altieri, 1997; Gliessman, 2001; Guzmán Casado *et al,* 2000). El enfoque holístico de la Agroecología ha permitido que la misma se materialice a nivel mundial como una estrategia para el logro de un desarrollo rural sustentable.

Desde la visión de la Agroecología, el logro de la sustentabilidad implica, en primer lugar, un proceso de ecologización que, en esencia, corresponde a la introducción de valores ambientales en las prácticas agrícolas (Caporal, 2003; Caporal y Costabeber, 2004). A partir de este proceso, se pretenden elaborar propuestas de acción colectiva, a través de las cuales los actores sociales puedan sustituir el actual modelo de desarrollo por otro que apunte hacia una agricultura ecológicamente apropiada, socialmente más justa y ecológicamente viable (Moyano *et al*, 2000; Caporal y Morales Hernández, 2003).

Este proceso de ecologización de la agricultura se da en el largo plazo, mediante una transición agroecológica que se constituye en el pasaje de modelos productivistas de agricultura convencional a estilos de producción más complejos desde el punto de vista de los recursos naturales (Caporal, 2003, 2004).

La transición agroecológica

La transición agroecológica se refiere a un proceso gradual de cambio, a través del tiempo, en la forma de manejo de los agroecosistemas, teniendo como meta el pasaje de un modelo agroquímico, a estilos de producción que incorporen principios, métodos y técnicas con bases ecológicas (Caporal, 2003, 2004; Venegas, 1996, 1998).

Según Reinjntes *et al* (1995) “la transición no representaría solamente una racionalización en la utilización de los recursos internos y externos, sino que estaría dirigida a rescatar la participación en el saber de los agricultores en la determinación de las prioridades de investigación y generación de tecnologías adaptadas a los distintos contextos socioeconómicos y ecológicos”. Por tanto, para propiciar cambios en los sistemas agrarios se debe construir una “comunidad de aprendizaje” alrededor de los valores de la agricultura sustentable, una comunidad de la que emergerán, tanto las tecnologías sustentables como las construcciones sociales necesarias para transformar los sistemas de agricultura convencional (Sánchez de Puerta Trujillo, 2004). Por esta razón, la Agroecología considera que es esencial la participación de los productores en el proceso de generación de tecnologías (Núñez, 2000; Guzmán Casado et al, 2000; Sevilla Guzmán, 2001). Bajo este enfoque, adquieren importancia fundamental los modelos de investigación acción participativa (Sánchez de Puerta Trujillo 1996; Guzmán Casado etal, 2000; Guzmán Casado y Alonso Mielgo, 2007).

En Latinoamérica existen numerosas experiencias que, si bien muy diversas en sus contextos y situaciones, tienen como punto común la construcción de alternativas de desarrollo rural sustentable en base a los principios de la Agroecología (Caporal y Morales Hernández, 2003). En el Cinturón Hortícola Platense (CHP), la lógica de resistencia propia de la producción

familiar ha llevado, a algunos grupos de productores, a desarrollar formas de producción alternativas para no quedar excluidos del modelo. Estas formas alternativas de producción suelen ser calificadas por los productores y técnicos de los distintos grupos de trabajo como "procesos de transición agroecológica". Sin embargo, no está claro si estos procesos han resultado efectivamente exitosos dado que no se ha efectuado ningún monitoreo objetivo de los avances logrados a lo largo de los procesos de reconversión productiva, con el objeto de valorar si las actividades y productos están conduciendo al resultado deseado, es decir a un incremento de la sustentabilidad.

Este es un punto crítico en la mayoría de los emprendimientos de reconversión agroecológica, dificultando la interpretación de si los resultados logrados han aportado efectivamente a un aumento de la sustentabilidad de los sistemas agrícolas. De hecho, este es una de las principales dificultades que enfrentan, tanto los agricultores como los extensionistas e investigadores a la hora de evaluar los procesos de transición (Altieri y Nicholls, 2007)

Esto está relacionado con la dificultad de evaluar la sustentabilidad como consecuencia de la complejidad y multidimensión (económica, ecológica y sociocultural) del concepto tal como se señala en el Capítulo 1.

Un conjunto adecuado de indicadores permitiría detectar, en el inicio del proceso, aquellos puntos críticos a la sustentabilidad necesarios de abordar para lograr un desarrollo sustentable y, posteriormente, monitorear si las acciones emprendidas para la superación de estos puntos críticos han conducido a una mejora de la sustentabilidad de los sistemas, lo que contribuirá a un proceso de desarrollo local también sustentable. Asimismo, este monitoreo permitiría detectar aquellos puntos que persisten como críticos a lo largo del proceso de transición agroecológica lo que brindaría información sobre aquellos aspectos en los que habría que diseñar medidas correctivas para avanzar en el logro de la sustentabilidad.

El objetivo de este capítulo es presentar la evaluación, a través del uso de indicadores específicamente desarrollados para tal fin (siguiendo la PROMES presentada en el capítulo 1), de los cambios operados en la sustentabilidad de una experiencia de reconversión agroecológica con un grupo de productores familiares del Cinturón hortícola platense durante los tres primeros años del proceso.

El proceso de transición

Se trabajó con un grupo de 7 productores familiares que se encontraban a cargo de 4 fincas ubicadas en la zona de Arana (La Plata, Buenos Aires, Argentina) nucleados en el grupo "San Isidro Labrador" de Cambio Rural Bonaerense.

Estos productores se caracterizaban por manejar superficies de entre 2 y 9 Has, en todos los casos bajo la forma de arrendamiento. Sus sistemas productivos eran poco tecnificados con una producción basada fundamentalmente en cultivos a campo (al aire libre) contando, en dos de los casos, con una pequeña porción de cultivo bajo cubierta. La producción era diversificada

y orientada a los mercados concentradores locales a través de la venta en la finca a intermediarios. Previo a la conformación del grupo de Cambio Rural no contaban con asesores, evacuando las dudas técnicas a través de las casas proveedoras de insumos o vecinos.

En todos los casos la horticultura era la única actividad de los productores y el costo de los insumos se había vuelto un factor limitante para llevar adelante la actividad productiva. Por esta razón, deseaban incorporar cambios en su sistema productivo que le permitiesen disminuir el uso de este tipo de insumos.

En el esquema productivo de las fincas, los cultivos se rotaban, sin planificación, a lo largo de los ciclos productivos bajo el criterio único de la facilidad de labor.

Para todos los cultivos los lotes se preparaban con labranzas convencionales. El método de riego utilizado era por surcos, en muchos casos, a favor de la pendiente. Casi todos los cultivos se fertilizaban (con fertilizantes químicos y cama de pollo) y la protección de estos se basaba en la utilización de agroquímicos. El esquema de fertilización y protección era variable para cada cultivo.

Se trabajó en la reconversión productiva de este grupo de productores hacia sistemas de manejo agroecológico, siguiendo los lineamientos de la Investigación Acción Participativa (Bru y Basagoiti, 2008; Guzmán Casado et al., 2000; Sánchez de Puerta, 1996).

A lo largo del desarrollo del proceso, se combinaron un conjunto de acciones encuadradas dentro de las metodologías de planificación estratégica (Sánchez de Puerta, 1996). El tipo de enfoque participativo adoptado respondió al que Ashby (1987) identifica como de “Toma de decisión de los productores”. En este enfoque, los productores ayudan al desarrollo del diseño y la metodología de la investigación. Esta metodología construye capacidades para la toma de decisiones posteriores, método que hace más probable alcanzar un cambio de conductas por parte de los productores, al desarrollo, aprendizaje y testeo de nuevas habilidades por sí mismos.

El proceso de desarrolló en cuatro etapas:

1) Diagnóstico y evaluación de cada finca, utilizando los indicadores de sustentabilidad específicamente desarrollados (ver apartado siguiente). Esto permitió la detección de los aspectos que necesitaban ser trabajados para mejorar la sustentabilidad de los sistemas productivos y sentó las bases para el inicio de trabajo participativo.
2) Diagnóstico participativo y detección de problemas y necesidades subjetivas.
3) Promoción del aprendizaje del enfoque agroecológico: se trabajó en la capacitación en agroecología a partir del análisis de la realidad de los productores y en la confrontación permanente del conocimiento convencional y las alternativas basadas en el enfoque agroecológico. Este proceso permitió detectar aquellas prácticas que se identificaban grupalmente como estrategias a modificar y probar en ensayos experimentales.
4) Creación/recreación de estrategias para la generación de “nuevas” tecnologías agroecológicas: A partir de la discusión y planteo de alternativas de manejo, se inició

una etapa de diseño, implementación y evaluación participativa de ensayos experimentales en campo de productores. Estos ensayos fueron diseñados bajo la técnica del desarrollo participativo de tecnologías (DPT) (Abon, 2000). A partir de la evaluación de los resultados de los distintos ensayos se reconocieron las tecnologías apropiadas para la resolución de problemas las que se fueron poniendo en práctica para avanzar en el proceso de reconversión agroecológica.

Los indicadores utilizados

En la tabla 2.1 se presentan los indicadores ecológicos, económicos y sociales utilizados[2]. Los mismos se construyeron de acuerdo con la PROMES y el marco conceptual propuesto en el Capítulo 1.

Tabla 2.1: Dimensiones, categorías de análisis, descriptores e indicadores utilizados para evaluar el proceso de transición agroecológica de fincas hortícolas familiares del Partido de La Plata, Buenos Aires, Argentina.

Dimensión	Categoría de análisis	Descriptor	Indicadores y subindicadores (entre paréntesis)
ECOLOGICA	Suelo	Propiedades químicas (PQ)	Balance de nutrientes (F1) (balance de fósforo, balance de nitrógeno, balance de potasio)
		Propiedades físicas (CF)	Manejo de la materia orgánica, prácticas de labranza, cobertura del suelo
		Vida del suelo (VS)	Materia orgánica, diversidad vegetal (VS 2) (rotaciones, paisajes diversos), Protección del hábitat de los organismos del suelo (VS3) (sistema de labranza, uso de agroquímicos)
	Biodiversidad (BDV)	BDV cultural (DC)	Genética (DC1) (riqueza específica, equidad específica y diversidad intraespecífica), temporal (DC2) (variaciones fenológicas dentro del ciclo de los cultivos), espacial
		BDV natural (DN)	% Áreas naturales/área total, uso de Agroquímicos
	Cuerpos de Agua	Aguas subterráneas (AS)	Riesgo de contaminación por nitratos (AS1) (balance de nitrógeno, tipo de fertilizante aplicado, momento y método de aplicación), Riesgo de contaminación por pesticidas (AS2) (Dosis y residualidad, riesgo de lixiviación del pesticida, superficie tratada con pesticidas)
	Atmósfera	Contaminación atmosférica (Catm)	Intensidad del uso de insumos derivados de energía fósil, destino de los residuos provenientes de la actividad productiva
		Modificación global de la atmósfera (Catm)	Uso de Bromuro de metilo, intensidad en el uso de insumos derivados de energía fósil
	Recursos no renovables	Energía derivada de combustibles fósiles (RNR)	Eficiencia energética
ECONOMICA	Eficiencia económica	Productividad	Índice simple de rendimiento
		Rentabilidad	Rentabilidad//capital total invertido
	Riesgo	Diversidad	Diversidad productiva, diferenciación de

[2] La fundamentación teórica de los indicadores, las escalas de estandarización y los criterios de ponderación de los indicadores pueden ser consultados en Flores 2012

	económico		productos, canales de comercialización
		Dependencia de insumos externos	Nivel de dependencia de los insumos externos, procedencia de los insumos externos
SOCIAL	Calidad de vida	Satisfacción de las necesidades básicas	Apreciación del productor con relación a sus posibilidades (APP) de alimentación, APP de educación, APP de vivienda y APP de salud
	Relación con el entorno	Capital social	Grado de integración social
		Relación con la naturaleza	Conciencia ecológica

Se consideró que un sistema sustentable debe ser ecológicamente adecuado, económicamente rentable y socialmente aceptable. En función de esta definición se seleccionaron 3 dimensiones de análisis: ecológica, social y económica. Para cada dimensión, se seleccionaron categorías de análisis y descriptores y se construyó un conjunto de indicadores para evaluar la presión que ejercen las prácticas de manejo utilizadas sobre cada una de las categorías de análisis. Algunos indicadores se conformaron, a su vez, por más de un subindicador.

Los indicadores se estandarizaron en una escala positiva de 0 a 4 (a mayor valor mayor sustentabilidad y se ponderaron de acuerdo con su importancia y confiabilidad).

Los indicadores se calcularon al inicio del período de trabajo y tres años después de iniciado el período de reconversión de los sistemas productivos. Se realizó la comparación de estos para detectar si el proceso de transición estaba conduciendo a un incremento efectivo de la sustentabilidad.

Los datos para la valoración de los indicadores se obtuvieron a través de entrevistas no estructuradas focalizadas (Ander Egg, 1971) e individuales con cada uno de los productores integrantes del grupo de trabajo.

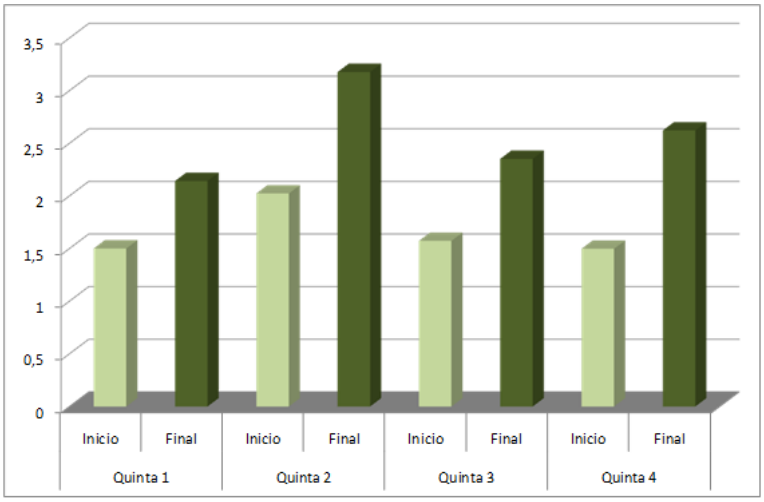
Algunos otros datos se relevaron directamente a campo: se computaron número y tipo de cultivos implantados, número de parcelas y su distribución, se midió la superficie total cultivada, superficie implantada con cada uno de los cultivos, largo de los surcos, número de surcos por cultivo, superficie de áreas no cultivadas y superficie total de cada una de las fincas.

Los resultados obtenidos

Al concluir el tercer año del proceso de transición se observó un aumento de la sustentabilidad general en todos los establecimientos (Fig. 2.1). Este aumento estuvo vinculado tanto a mejoras en la dimensión ecológica como en la dimensión económica y social (Tabla 2.2).

.

Figura 2.1: Indicadores generales de sustentabilidad al inicio (verde claro) y luego de 3 años de proceso de transición agroecológica (verde oscuro) en cuatro fincas hortícolas familiares del Partido de La Plata.



El mayor impacto favorable del proceso de transición se manifestó en la dimensión ecológica y en la dimensión económica, con un aumento relativo promedio (para las 4 fincas evaluadas) del 78 % y 75 % en el valor de su indicador entre el inicio y el final del período evaluado respectivamente. La dimensión social evidenció un aumento promedio relativo menor, alcanzando el 40%.

.

Tabla 2.2: Indicadores para las dimensiones (ecológica, económica y social de 4 fincas hortícolas familiares del Partido de La Plata al inicio y después de 3 años de proceso de transición Agroecológica. La Plata. Buenos Aires, Argentina.

	Finca 1		Finca 2		Finca 3		Finca 4	
	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final
Dimensión ecológica	1,61	2,34	1,52	3,18	1,51	2,45	1,40	2,74
Dimensión social	1,89	2,33	2,11	3,42	2,28	2,92	2,28	3,31
Dimensión económica	1	1,75	2,44	2,94	0,94	1,69	0,81	1,81

Dimensión ecológica

El incremento de la sustentabilidad ecológica estuvo vinculado a un mejor manejo de los recursos internos (suelo y biodiversidad) y externos (atmósfera, aguas subterráneas y energía fósil) del sistema. Esto fue debido a que la mayoría de los indicadores y subindicadores

utilizados que los calculados al inicio del proceso (Fig. 2.2 y Fig. 2.3).

El incremento de la sustentabilidad ecológica estuvo vinculado a un mejor manejo de los recursos internos y externos al sistema. Sin embargo, el impacto positivo del proceso de transición fue mayor para los recursos externos, cuyo indicador de sustentabilidad tuvo un aumento relativo promedio del 201%, que los internos. El indicador para los recursos internos del sistema se incrementó, por su parte, en un promedio del 53%.

En la mayoría de los indicadores y subindicadores utilizados para evaluar el impacto sobre los recursos internos del sistema se observaron valores de sustentabilidad mayores que los calculados al inicio del proceso (Fig. 2.2 y Fig. 2.3). Esto se debió a una mejora en las dos categorías consideradas para la evaluación de los recursos internos del sistema (suelo y biodiversidad), aunque el impacto positivo sobre la biodiversidad fue relativamente mayor que el experimentado por el recurso suelo (77 y 42% respectivamente) (Tabla 2.3).

Figura 2.2: Diagrama en tela de araña representando los valores para los indicadores ecológicos al inicio y luego de tres años de iniciado el proceso de transición en 4 fincas hortícolas familiares del Partido de La Plata. Buenos Aires. Argentina

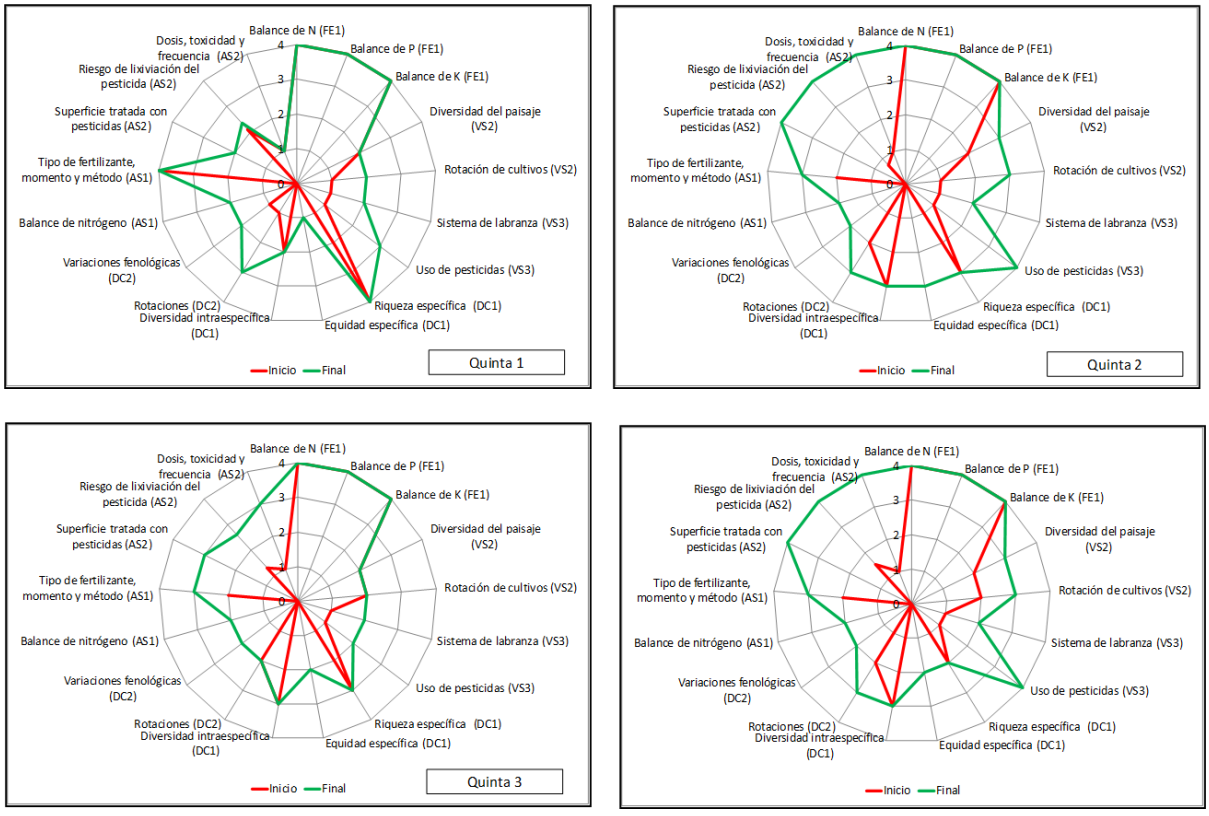
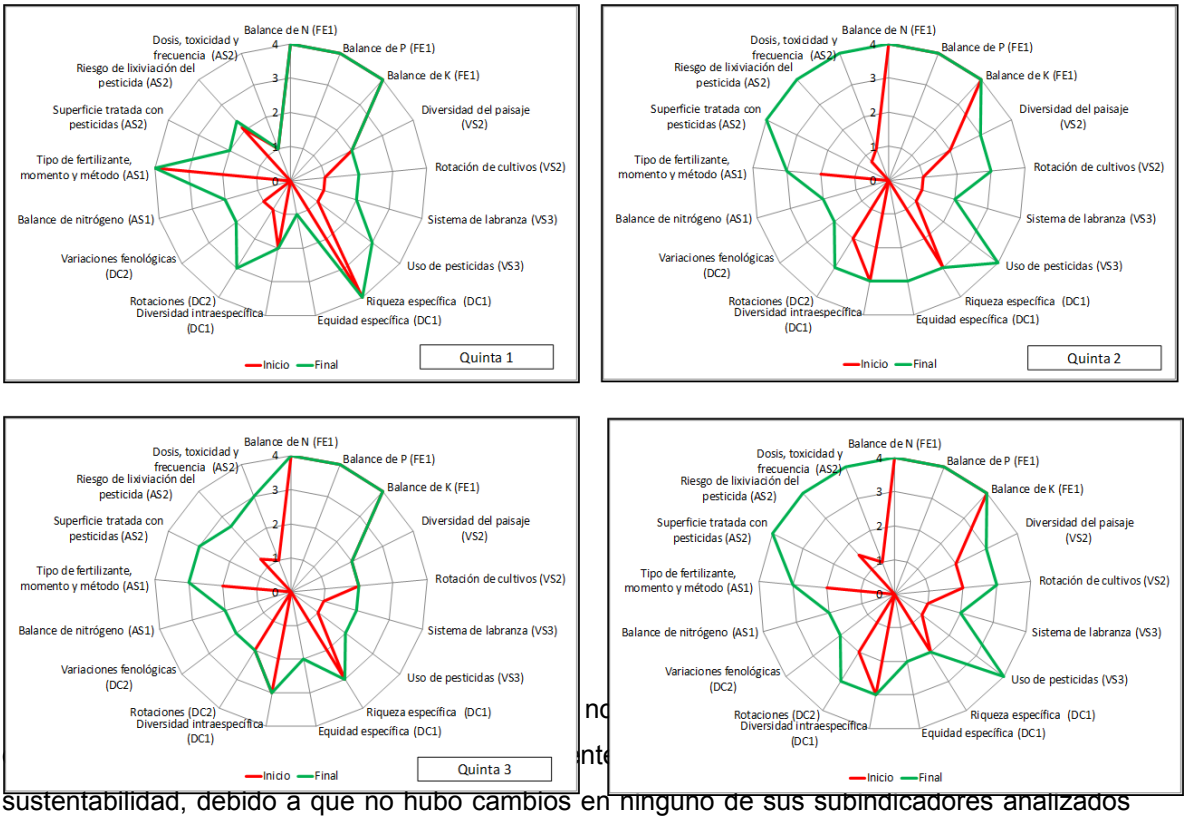


Figura 2.3: Diagrama en tela de araña representando los valores para los subindicadores ecológicos al inicio y luego de tres años de iniciado el proceso de transición en 4 fincas hortícolas familiares del Partido de La Plata. Buenos Aires. Argentina



sustentabilidad, debido a que no hubo cambios en ninguno de sus subindicadores analizados (balance de N, de P y de K). En este aspecto sólo se analizaron los macronutrientes por la mayor importancia relativa y facilidad de cálculo los mismos.

El grado de aumento relativo varió entre los diferentes indicadores y subindicadores. Para el recurso suelo, la protección del hábitat de los organismos del suelo mostró una mayor mejora relativa (162,5%) debida principalmente a la disminución en el uso de pesticidas (225%). Los indicadores cobertura del suelo y prácticas de labranza tuvieron una mejora intermedia (125%). La diversidad vegetal, el manejo de la materia orgánica y suministro de materia orgánica registraron un aumento mucho menor (43%, 12,5% y 12,5% respectivamente). Para el recurso biodiversidad, por su parte, el mayor incremento relativo se verificó en aumento de la diversidad temporal (86% promedio). Los indicadores diversidad genética y % de áreas naturales/total se incrementaron, en promedio un 46 y 15% respectivamente. El único indicador que no sufrió cambios entre el inicio y el final del período fue el de diversidad espacial.

Tabla 2.3: Categorías de análisis (en negrita), descriptores (en cursiva) para la dimensión ecológica al inicio y al final de período de trabajo en 4 fincas hortícolas familiares del Partido de La Plata. Buenos Aires. Argentina.

	Finca1		Finca 2		Finca 3		Finca 4	
	Inicio		Final		Inicio		Final	
Suelo	1,88	2,50	1,88	3,20	1,93	2,40	1,93	2,70
Propiedades Químicas	*4,00*	*4,00*	*4,00*	*4,00*	*4,00*	*4,00*	*4,00*	*4,00*
Propiedades Físicas	*1,33*	*2,00*	*1,33*	*3,00*	*1,33*	*2,00*	*1,33*	*2,00*
Vida Del Suelo	*1,38*	*2,25*	*1,38*	*3,00*	*1,50*	*2,00*	*1,50*	*2,75*
Biodiversidad	1,92	3,02	1,93	3,56	1,93	2,54	1,19	3,21
Cultural	*1,75*	*2,39*	*1,78*	*2,69*	*1,78*	*2,30*	*1,58*	*2,29*
Natural	*2,00*	*3,33*	*2,00*	*4,00*	*2,00*	*2,67*	*1,00*	*3,67*
Cuerpos De Agua	1,19	2,23	0,62	3,50	0,72	2,77	0,76	3,50
Aguas Subterráneas	*1,19*	*2,23*	*0,62*	*3,50*	*0,72*	*2,77*	*0,76*	*3,50*
Atmosfera	0,89	1,22	0,89	2,44	0,89	2,44	0,89	3,67
Contaminación Atmosférica	*0,00*	*0,33*	*0,00*	*2,00*	*0,00*	*2,00*	*0,00*	*3,67*
Modificación Global De La Atmosfera	*2,67*	*3,00*	*2,67*	*3,33*	*2,67*	*3,33*	*2,67*	*3,67*
Recursos No Renovables	1,00	1,00	1,00	2,00	0,00	1,60	1,00	2,00
Energía Derivada De Combustibles Fósiles	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*2,00*	*0,00*	*1,60*	*1,00*	*2,00*

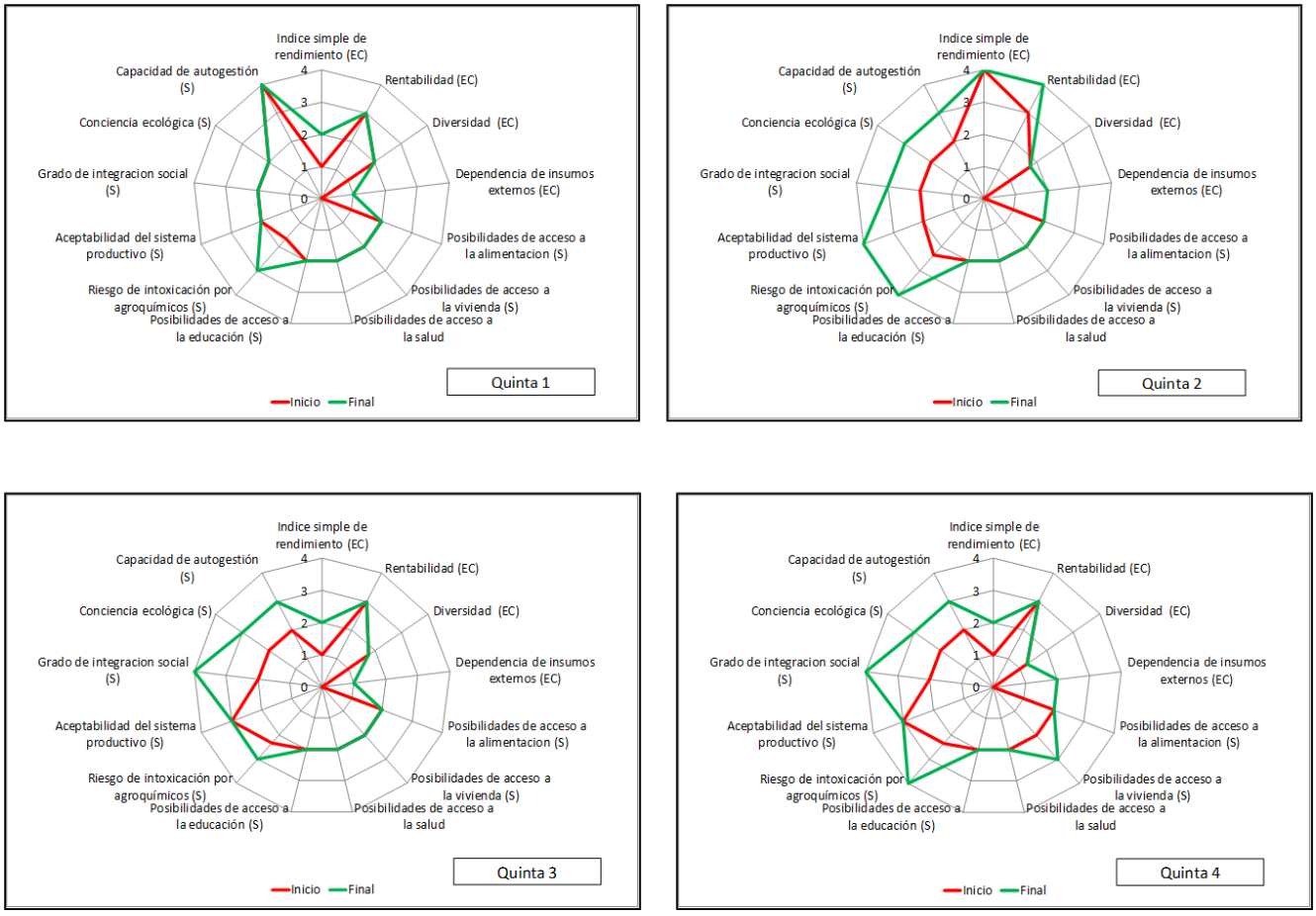
Con relación al impacto sobre los recursos externos del sistema, prácticamente todos los indicadores y subindicadores utilizados para llevar adelante la evaluación experimentaron cambios positivos. La única excepción se presentó en el caso del uso de bromuro de metilo cuyo valor no se modificó entre el inicio y el fin del primer año de transición, manteniéndose en el valor máximo de sustentabilidad, debido que ninguno de los productores hacía uso de este producto.

Las principales mejoras relativas se evidenciaron en los subindicadores vinculados al riesgo de contaminación de las aguas subterráneas con pesticidas: superficie tratada con químicos (325%), dosis, toxicidad y frecuencia de aplicación (200%), riesgo de lixiviación del pesticida (181%). Asimismo, las mejoras experimentadas en el indicador vinculado a la intensidad de uso de los insumos derivados de energía fósil (200%) y al destino de los residuos provenientes de la actividad productiva (200%) señalaron una disminución del riesgo de contaminación atmosférica. Otro indicador que se modificó positivamente fue el de eficiencia energética (120%).

Dimensión económica y social

Los indicadores utilizados para valorar las dimensiones económica y social experimentaron, en general, cambios menores a los observados en la dimensión ecológica (Fig. 2. 4).

Figura 2.4: Diagrama en tela de araña representando los valores para los indicadores económicos (EC) y sociales (S) al inicio y al final del período de trabajo en 4 fincas hortícolas familiares del Partido de La Plata. Buenos Aires. Argentina.



En relación con la dimensión económica, la mejora principal estuvo vinculada a una disminución del riesgo económico y, en consecuencia, al aumento de la estabilidad económica (Tabla 2.4). Esto se debió a la diminución en el uso de insumos externos, que mejoró un 150% entre el inicio el fin del período considerado. Un aspecto pendiente para mejorar fue el referido a la diversificación de los canales de comercialización. Si bien se intentaron algunas experiencias de comercializar a través de canales cortos, ciertos problemas en la organización de los productores para utilizar estos canales sumado a la dificultad de comercializar los altos volúmenes producidos a través de estos hicieron que estos intentos no fueran útiles para ellos

en esos tres primeros años y no impactaran, por lo tanto, en una mejora del indicador que valoró este aspecto.

Tabla 2.4: Categorías de análisis (en negrita) y descriptores (en cursiva) para la dimensión económica al inicio y al final de período de trabajo en 4 fincas hortícolas familiares del Partido de La Plata. Buenos Aires. Argentina.

	Finca1		Finca 2		Finca 3		Finca 4	
	Inicio		Final		Inicio		Final	
Eficiencia económica	**1**	**2**	**4**	**4**	**1**	**2**	**1**	**2**
Productividad	*1*	*2*	*4*	*4*	*1*	*2*	*1*	*2*
Rentabilidad	*3*	*3*	*3*	*4*	*3*	*3*	*3*	*3*
Estabilidad Económica	**1**	**1,5**	**0,87**	**1,87**	**0,87**	**1,37**	**0,62**	**1,62**
Riesgo Económico	*1*	*1,5*	*0,87*	*1,87*	*0,87*	*1,37*	*0,62*	*1,62*

En la dimensión social los mayores efectos positivos del proceso de transición se manifestaron en un menor riesgo de deterioro a la salud como consecuencia de la actividad productiva y en la conformación de capital social. (Tabla 2.5).

En el primer caso se debió a una disminución muy importante en la dosis y toxicidad de los productos aplicados (325%), mientras que, en el segundo, se debió a un cambio relativo favorable en el grado de integración social (62,5%).

Otros aspectos sociales que sufrieron cambios positivos de menor importancia relativa (10-37%) fueron el grado de conciencia ecológica, la aceptabilidad del sistema productivo y la capacidad de autogestión.

Por otra parte, los cambios operados durante el proceso de transición fueron diferentes de acuerdo con la finca considerada. La finca 2 fue la que denotó un mayor incremento en los valores de sustentabilidad general mientras que en la finca 1 se registró el menor incremento en el valor de indicador.

Desde el punto de vista ecológico las mayores variaciones relativas se verificaron en las fincas 2 y 4. Asimismo, en las fincas 2 y 4 se denotó un mayor avance relativo en los aspectos sociales mientras que en la finca 4 el avance en la dimensión económica fue mayor que en el resto. Estas diferencias estuvieron relacionadas, principalmente, con el grado en que los productores se involucraron en el proceso grupal y, en consecuencia, aprehendieron más rápidamente las ventajas que podían obtener a partir de la puesta en práctica del enfoque agroecológico.

A pesar de los avances logrados a lo largo del período evaluado, pocos indicadores alcanzaron el valor óptimo y después de tres años de trabajo aún existen puntos críticos para la sustentabilidad de estos sistemas. En este sentido y desde el punto de vista de la conservación de los recursos internos al sistema, las prácticas de labranza, el manejo de la equidad específica, el manejo de las variaciones fenológicas de los cultivos y el manejo de la materia orgánica siguen presentando valores bajos en todas las fincas. Asimismo, para la finca 3 el uso de agroquímicos,

las rotaciones y el manejo de la diversidad del paisaje siguen presentándose como aspectos críticos.

Desde el punto de vista de los recursos externos, el balance de nitrógeno, la intensidad de uso de insumos derivados de energía fósil y la eficiencia energética se manifestaban aún como aspectos críticos para la sustentabilidad en todas las fincas evaluadas. Para las fincas 1 y 3, la superficie tratada con químicos y el riesgo de lixiviación de los pesticidas también presentaron valores bajos de sustentabilidad.

Dentro de los aspectos sociales, para todas las fincas el principal punto crítico era el grado de satisfacción de las necesidades básicas. En la finca 1 se registraron además valores bajos en los indicadores vinculados al grado de integración social, la conciencia ecológica y la aceptabilidad del sistema productivo.

Desde el punto de vista económico la falta de diferenciación de los productos y de canales de comercialización y el alto nivel de dependencia de insumos externos se evidenciaron como puntos críticos en todos los sistemas al igual que la baja productividad obtenida, con excepción, en este último caso, de la finca 2.

En cuanto a la dimensión social los mayores efectos positivos del proceso de transición se manifestaron en un menor riesgo de deterioro a la salud como consecuencia de la actividad productiva y en la conformación de capital social. (Tabla 2.5).

Tabla 2.5: Categorías de análisis (en negrita) y descriptores (en cursiva) para la dimensión social al inicio y al final de período de trabajo en 4 fincas hortícolas familiares del Partido de La Plata. Buenos Aires. Argentina.

	Finca1		Finca 2		Finca 3		Finca 4	
	Inicio		Final		Inicio		Final	
Calidad de vida	**1,94**	**2,17**	**2,06**	**3,00**	**2,39**	**2,50**	**2,39**	**2,79**
Satisfacción de las necesidades básicas	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*	*2,25*
Deterioro de la salud por la actividad	*1,67*	*3,*	*2,33*	*4*	*2,33*	*3*	*2,33*	*4*
Grado de satisfacción del productor	*2*	*2*	*2*	*4*	*3*	*3*	*3*	*3*
Relación con el entorno	**2**	**2**	**2**	**3,67**	**2**	**3,67**	**2**	**3,67**
Capital Social	*1*	*1,5*	*0,87*	*1,87*	*0,87*	*1,37*	*0,62*	*1,62*
Relación Con La Naturaleza	*2*	*2*	*2*	*3*	*2*	*3*	*2*	*3*
Autogestión	**4**	**4**	**2**	**3**	**2**	**3**	**2**	**3**
Control Sobre El Funcionamiento Del Sistema	*4*	*4*	*2*	*3*	*2*	*3*	*2*	*3*

En el primer caso se debió a una disminución muy importante en la dosis y toxicidad de los productos aplicados (325%), mientras que, en el segundo, se debió a un cambio relativo favorable en el grado de integración social (62,5%).

Otros aspectos sociales que sufrieron cambios positivos de menor importancia relativa (10-37%) fueron el grado de conciencia ecológica, la aceptabilidad del sistema productivo y la capacidad de autogestión.

Por otra parte, los cambios operados durante el proceso de transición fueron diferentes de acuerdo con la finca considerada. La finca 2 fue la que denotó un mayor incremento en los valores de sustentabilidad general mientras que en la finca 1 se registró el menor incremento en el valor de indicador.

Desde el punto de vista ecológico las mayores variaciones relativas se verificaron en las fincas 2 y 4. Asimismo, en las fincas 2 y 4 se denotó un mayor avance relativo en los aspectos sociales mientras que en la finca 4 el avance en la dimensión económica fue mayor que en el resto. Estas diferencias estuvieron relacionadas, principalmente, con el grado en que los productores se involucraron en el proceso grupal y, en consecuencia, aprehendieron más rápidamente las ventajas que podían obtener a partir de la puesta en práctica del enfoque agroecológico.

A pesar de los avances logrados a lo largo del período evaluado, pocos indicadores alcanzaron el valor óptimo y aún existen puntos críticos para la sustentabilidad de estos sistemas. En este sentido y desde el punto de vista de la conservación de los recursos internos al sistema, las prácticas de labranza, el manejo de la equidad específica, el manejo de las variaciones fenológicas de los cultivos y el manejo de la materia orgánica siguen presentando valores bajos en todas las fincas. Asimismo, para la finca 3 el uso de agroquímicos, las rotaciones y el manejo de la diversidad del paisaje siguen presentándose como aspectos críticos.

Desde el punto de vista de los recursos externos, el balance de nitrógeno, la intensidad de uso de insumos derivados de energía fósil y la eficiencia energética se manifiestan aún como aspectos críticos para la sustentabilidad en todas las fincas evaluadas. Para las fincas 1 y 3, la superficie tratada con químicos y el riesgo de lixiviación de los pesticidas también presentaron valores bajos de sustentabilidad.

Dentro de los aspectos sociales, para todas las fincas el principal punto crítico es el grado de satisfacción de las necesidades básicas. En la finca 1 se registraron además valores bajos en los indicadores vinculados al grado de integración social, la conciencia ecológica y la aceptabilidad del sistema productivo.

Desde el punto de vista económico la falta de diferenciación de los productos y de canales de comercialización y el alto nivel de dependencia de insumos externos se evidenciaron como puntos críticos en todos los sistemas al igual que la baja productividad obtenida, con excepción, en este último caso, de la finca 2.

Consideraciones acerca de los resultados logrados

El proceso de reconversión productiva llevado a cabo con este grupo de horticultores ha producido una mejora significativa de la sustentabilidad de los sistemas de producción, tal como se ha verificado mediante la aplicación del conjunto de indicadores desarrollados para monitorear el proceso. Mejorar la sustentabilidad de las fincas hortícolas que participaron en este proyecto, implicó iniciar un proceso gradual de cambio, a través del tiempo, en la forma de manejo de los agroecosistemas, (Venegas, 1996, 1998; Caporal, 2003, 2004) buscando lograr

el rediseño de estos para que funcionen sobre la base de un conjunto de procesos ecológicos (Gliessman, 2001).

Para avanzar en este proceso, a lo largo del trabajo de reconversión productiva se ha buscado mejorar aquellos puntos críticos a la sustentabilidad detectados al inicio del trabajo avanzando, paulatinamente, en el incremento de la eficiencia de las prácticas convencionales para reducir el consumo de insumos caros, escasos o dañinos al medio ambiente; en la sustitución de insumos y prácticas convencionales con prácticas alternativas y en el rediseño de los sistemas sobre la base de principios ecológicos (Gliessman, 2001).

A pesar de que los procesos de transición agroecológica son considerados procesos relativamente largos, los resultados obtenidos en los indicadores de sustentabilidad, una vez finalizado el período de 3 años señalan que es posible obtener importantes mejoras en el corto plazo.

La participación activa de los agricultores en el desarrollo del proceso, coherente con la propuesta del enfoque agroecológico (Sevilla Guzmán, 2001; Chiappe, 2002; Guzmán Casado et al., 2002; Sarandón 2002; Guzmán Casado y Alonso Mielgo, 2007), permitió generar un proceso de educación permanente y sistemático (a partir de su propia realidad socioproductiva y económica) que condujo a una mayor concientización y aprehensión de lo logrado, incrementando la capacidad de autogestión de los productores.

Así, con apenas tres años de trabajo, se generó un cambio de actitud, la adopción de "nuevas" tecnologías agroecológicas, la generación de "nuevos saberes" y un incremento en la capacidad de experimentación y participación, tanto dentro del propio grupo como el intercambio y participación con otros grupos e instituciones.

Desde el punto de vista técnico, todas las fincas se incorporaron al proceso de transición agroecológica. Hubo un cambio radical en la forma de producción sustituyendo los insecticidas y fungicidas por preparados de tipo casero (caldos y purines), se comenzaron a utilizar biofertilizantes de elaboración propia y fertilizantes orgánicos comerciales, se incorporaron algunas asociaciones de cultivo y se avanzó en el rediseño de las fincas respetando una serie de aspectos que permitieron aumentar la biodiversidad (disminución del tamaño de las parcelas, rotaciones planificadas, mantenimiento de bordes, manejo de la vegetación espontánea, etc.).

Desde el punto de vista actitudinal se pasó de un descreimiento absoluto de la posibilidad de producir sin agrotóxicos al convencimiento de que es posible y deseable cambiar el estilo de producción.

Esto llevó a una modificación en el planteo productivo global de la mayoría de las fincas, logrando integrar a estos sistemas al proceso de transición agroecológica. El proceso participativo, combinado con la utilización de los indicadores de sustentabilidad desarrollados por el equipo técnico, condujo a entender las raíces de los problemas en lugar de solucionar los síntomas de los mismos y permitió obtener avances significativos en la sustentabilidad de los sistemas al cabo de un corto período, entendiendo que, no necesariamente, la incorporación del enfoque agroecológico en el saber- hacer de los pequeños productores convencionales, debe ser un proceso extenso en el tiempo.

Si bien el trabajo conjunto de productores, investigadores y extensionistas estuvo orientado a mejorar aspectos técnicos-productivos, incorporando principios ecológicos en las prácticas de manejo que llevan a cabo los productores, el impacto de los cambios producidos se manifestó no sólo en la dimensión ecológica sino también en las dimensiones económica y social.

Estos cambios estuvieron vinculados, principalmente, a la reducción o eliminación del uso de agrotóxicos en todas las fincas, eje central del trabajo participativo. Este cambio impactó de manera sustancial en el incremento de la sustentabilidad de las tres dimensiones evaluadas.

La racionalización y/o eliminación del uso de químicos condujo a una mejora en la sustentabilidad ecológica relacionada, tanto con un impacto positivo sobre los recursos internos (suelo y biodiversidad), como sobre los recursos externos del sistema (aguas subterráneas y atmósfera).

Con relación al suelo, este cambio favoreció la disminución del impacto negativo sobre la vida del suelo a través de una mayor protección del hábitat de los organismos edáficos dado que, el uso de pesticidas tiene efectos en la composición y diversidad de las comunidades biológicas del suelo (Edwards, 1965; Hill, 1987; UMES 2000), produciendo alteraciones más prolongadas que otras prácticas agrícolas (Edwards, 1965).

Esta mejora en la vida del suelo es importante para la sustentabilidad ya que, los organismos edáficos, con su actividad, reciclan nutrientes, mejoran la estructura, controlan las poblaciones de plagas, mejoran el crecimiento de las plantas (Palm y Swift, 1999; Wall, 1999, Doran y Zeiss, 2000;) y detoxifican contaminantes (Doran y Zeiss, 2000). Asimismo, una parte importante de esta biota modifica las tasas de procesos biogeoquímicos claves y el tipo de transformaciones que ocurren en el ecosistema.

Desde el punto de vista de la biodiversidad, la reducción en el uso de agroquímicos tiene influencia positiva sobre la conservación de la diversidad natural. El uso intensivo de químicos es una de las prácticas que más afectan la diversidad de especies en el área donde son aplicados y fuera de ella (Mc Laughlin y Mineau, 1995; UNEP, 1996) eliminando, además de las especies blanco, a enemigos naturales e insectos benéficos que ayudan a la polinización, contribuyen a la biomasa del agroecosistema, a la producción y ciclado natural de nutrientes y actúan como enemigos naturales de plagas y enfermedades (WRI, 1997).

Esta mejora en la biodiversidad es fundamental desde el punto de vista de la sustentabilidad ya que la misma tiene un rol central en el mantenimiento de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, brindándoles capacidad para recuperarse luego de un disturbio y recuperar su equilibrio funcional (UNEP, 1996),

El impacto positivo de la disminución y/o eliminación en el uso de productos químicos también se verificó en la disminución del riesgo de contaminación con pesticidas de las aguas subterráneas. Este hecho adquiere importancia desde el punto de vista de la sustentabilidad dado que los agroquímicos tienen un alto potencial de contaminar aguas subterráneas por su lixiviación a través del suelo provocando un alto riesgo de contaminación del agua de bebida (Reynolds et al., 1995).

A su vez, esta disminución en el uso de pesticidas provocó una disminución del riesgo de

contaminación y modificación global de la atmósfera por disminución de la intensidad del uso de insumos derivados de energía fósil. También tuvo influencia sobre el aumento de la eficiencia energética de los sistemas por una disminución del aporte directo de energía industrial. Este es un aspecto importante porque implica un aumento de la eficiencia con que se utiliza la energía industrial para la conversión de energía solar en biomasa (Gliessman, 2001) y, por lo tanto, una mayor racionalidad en el uso de los recursos naturales no renovables.

Asimismo, la reducción en el uso de agroquímicos produjo una mejora en la sustentabilidad económica, debida a una disminución del riesgo económico por la reducción en la dependencia de insumos externos. Esta dependencia incrementa las necesidades de capital de los agricultores, lo que puede resultar en la disminución de la seguridad económica y en el riesgo de quedar atrapados en una espiral de endeudamiento -sobre todo cuando los precios de los insumos tienden a incrementarse mucho más significativamente que el de los productos agrícolas (Reijntjes et al., 1995).

Por su parte, desde el punto de vista de la dimensión social, el mayor impacto en la reducción del uso de pesticidas se verificó en la disminución del riesgo de intoxicación por agroquímicos.

Por otra parte, cabe destacar que las acciones implementadas para lograr el objetivo de reducir y/o eliminar el uso de agroquímicos tuvieron efecto positivo sobre otros indicadores de sustentabilidad.

Así, desde el punto de vista social el proceso de trabajo grupal con el objetivo de fomentar el aprendizaje del enfoque agroecológico logró incrementar el grado de conciencia ecológica, la capacidad de autogestión y el grado de integración social, aspectos vinculantes a la sustentabilidad de los sistemas productivos.

Se logró un aumento en el grado de integración social, fortaleciendo la conformación de capital social de tipo horizontal (Flora et al., 1994), es decir, las características de la organización social que facilitan la cooperación (Putnam, 1993) fortificando las normas colectivas de reciprocidad y confianza mutua. Esto implica el logro de relaciones de intercambio y aportes entre productores que contribuyen al beneficio mutuo (Chiappe, 2002) y en la que cada miembro del grupo es visto como capaz de proveer a otro miembro algo de valor (Flora et al., 1994). Este tipo de capital tiende a establecer redes horizontales dentro de la comunidad y, en consecuencia, a aumentar la sustentabilidad.

El incremento en el grado de conciencia ecológica, producto del trabajo de educación no formal del grupo en temas ecológicos, incrementó el “orgullo” de los productores por tomar parte personalmente en la producción de comida sana y en la protección ambiental (Deutsch et al., 1994) aspectos fundamentales para impulsar a las comunidades hacia un futuro más sustentable (Hitt, 1994).

Por su parte, la capacidad de autogestión (entendida como el manejo eficaz de los recursos) se vio incrementada por la construcción de nuevos lazos sociales capaces de sustentarla, en un contexto relacional auténticamente comunitario, asumiendo la idea de grupalidad como una construcción consciente y orgánica, fruto del proceso de participación (Tasso y Ponce, 2002). Esto es una forma de disminuir la dependencia, entendida como la conciencia de la propia

incapacidad para actuar por sí mismo, según la cual sólo una fuerte conducción de otra persona o grupo externo al individuo y a su propio grupo o comunidad, puede garantizar la acción (Tasso y Ponce, 2002). En consecuencia, una comunidad con fuertes lazos de dependencia no puede ser considerada sustentable ya que las personas parecen movilizarse por el deseo o la necesidad de libre expresión, autodeterminación y por la habilidad de influir sobre las decisiones que afectan sus vidas. Asimismo, desde el punto de vista ecológico, las prácticas de manejo puestas en juego para lograr cumplir con el objetivo de lograr reducir o eliminar el uso de pesticidas impactaron sobre otros aspectos de la sustentabilidad.

Dado que el trabajo de eliminación en el uso de químicos se centralizó en fortalecer los dos mecanismos principales para la regulación de las poblaciones de plagas en los agroecosistemas: el "Bottom-up" (Aubert, 1996), relacionado con la calidad del recurso y el "Top-down", vinculado al control por enemigos naturales (Altieri, 1994) se pusieron en juego estrategias que favorecieran el aumento de la biodiversidad y disminuyeran el riesgo de desequilibrios nutricionales en las plantas.

Las estrategias para favorecer el mecanismo "Top down" a través del aumento de la biodiversidad impactaron positivamente en aspectos tales como la cobertura del suelo, los sistemas de labranza, la diversidad del paisaje, la rotación de cultivos, la equidad intraespecífica y las variaciones fenológicas dentro del ciclo de los cultivos. Por su parte, la mayor racionalización en el uso de fertilizantes, buscando fortalecer el mecanismo "Bottom up", disminuyó el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas con nitratos.

Por otra parte, cabe destacar que, si bien los avances detectados en el período de trabajo son importantes, el monitoreo y evaluación del desarrollo del proceso, a través del uso de indicadores, también permitió divisar aquellos aspectos que aún persisten como críticos y sobre los cuáles se debe seguir trabajando para eliminar sus causas.

En este sentido, para seguir avanzando en el proceso de transición, se deberán mejorar aspectos tales como las prácticas de labranza, el manejo de la equidad específica, el manejo de la materia orgánica, el logro de un equilibrio en el balance de nitrógeno.

Asimismo, la metodología permitió detectar el diferente grado de avance en el proceso de transición en cada una de las fincas señalando la necesidad de fortalecer el trabajo con aquellos productores a los que les resulta más difíciles incorporar este nuevo enfoque.

Pero sin dudas, el logro más importante es haber conseguido que estos productores, que estaban prácticamente excluidos, puedan seguir permaneciendo en la actividad haciendo lo único que saben y desean hacer: cultivar la tierra y vivir dignamente de su trabajo.

Referencias

Abon M (2000). Desarrollo Participatorio de Tecnologías. En: Boletín de ILEIA, para la agricultura sostenible de bajos insumos externos. LEISA, Revista de Agroecología 15 (1-2): 27-31.

Altieri MA 1994. Biodiversity and pest management in agroecosystems. Haworth Press, New

York. 185 pp

Altieri M 1997. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. CIED. Perú. 511 pp.

Altieri MA y C Nicholls (2007). Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. Ecosistemas 16 (1): 1-12. Disponible en: www.revistaecosistemas.net Último acceso: septiembre de 2011

Ander-Egg E (1971). Introducción a las técnicas de investigación social. Editorial Humanitas. Buenos Aires. 2da. Edición. 424 pp

Ashby J 1987. The Effects of Different Types of Farmer Participation on the Management of On-Farm Trials. Agricultural Administration and extensión 25: 235-252

Aubert B (1996). Healthy plants - the theory of Chaboussou. En: Fundamentals of Organic Agriculture. 11th IFOAM Scientific Conference: 85-91.

Bru P y M Basagoiti (2008). La Investigación-Acción Participativa como metodología de mediación e integración socio-comunitaria. Disponible en: http://www.pacap.net/es/publicaciones/pdf/comunidad/6/documentos_investigacion.pdf. Último acceso: septiembre de 2011

Caporal FR (2003). Superando a Revoluçao verde: a transiçao agroecológica no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. EMATER/RS-Ascar. Rio Gande do Sul.

Caporal F y J Morales Hernández (2003). La Agroecología em Latinoamérica: avance y perspectivas. Disponible en: https://huertocolmena.files.wordpress.com/2014/11/caporal-francisco-la-agroecologc3ada-desde- latinoamc3a9rica-avances-y-perspectivas.pdf. Último acceso septiembre de 2015

Caporal FR (2004) Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável: perspectivas para uma nova Extensâo rural. En: FR Caporal y JA Costabeber. Agroecologia e extensâo rural. Contribuiçoes para a promoçâo do desenvolvimiento rural sustentável. MDA/SAF/DATER-IICA. Brasilia DF: 79-95

Caporal FR y JA Costabeber (2004). Agroecologia e extensâo rural. Contribuiçoes para a promoçâo do desenvolvimiento rural sustentável. MDA/SAF/DATER- IICA. Brasilia DF. 119 pp

Chiappe M (2002). Dimensiones sociales de la agricultura sustentable. En Santiago J. Sarandón (editor): Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable. Ediciones Científicas Americanas. Capítulo 4:83-98

Costabeber JA (2004). Transiçâo agroecológica: do produtivismo a ecologizaçâo. EN: FR Caporal y JA Costabeber. Agroecologia e extensâo rural. Contribuiçoes para a promoçâo do desenvolvimiento rural sustentável. MDA/SAF/DATER-IICA. Brasilia DF: 17-48

Deutsch W, G Tan, J Orprecio y C Neely (1994). Return of the water spirits: The role of environmental education in cultural and ecological sustainability. En: Bellows B (ed): Sustainable Agriculture and Natural Resources Management Collaborative Research support (SANREM CRSP). Report nro 1-95. Proceedings of the indicators of sustainability conference and workshop. Arlington, Virginia: 107-110

Doran JW y MR Zeiss (2000) Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. Applied Soil Ecology 15: 3-15

Edwards CA (1965) Some side-effects resulting from the use of persistent insecticides. Annals of Applied Biology 55: 329-331

Flora CB, M Kroma y A Meares (1994) Indicators of sustainability: community and gender. En: Bellows B (ed): Sustainable Agriculture and Natural Resources Management Collaborative Research support (SANREM CRSP). Report nro 1-95. Proceedings of the indicators of sustainability conference and workshop. Arlington, Virginia: 81-94.

Flores CC (2012). Evaluación de la sustentabilidad de un proceso de transición agroecológica en sistemas de producción hortícolas familiares del partido de La Plata. M. Sc.Tesis. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Uiversidad Nacional de La Plata, Argentina. 261pp.

Flores CC, SJ Sarandón y L Vicente (2007) Evaluación de la sustentabilidad en sistemas hortícolas familiares del partido de La Plata, Argentina, a través del uso de indicadores. Revista Brasileira de Agroecologia 2 (1): 264-267.

García M y C Kebat (2007) Cambios en la estructura del sector hortícola platense. La influencia de peones y medieros bolivianos. Ponencia expuesta en las V Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales. 7 al 9 de noviembre, Facultad de Ciencias Económicas. Buenos Aires. 14pp.

Gliessman SR (2001) Agroecología: Processos ecológicos em agricultura sustentable. Capítulo 18. Segunda edición. Editorial Universidade/ UFRGS. Porto Alegre, Brasil: 509-537

Guzmán Casado, G, M González de Molina y E Sevilla Guzmán (2000) Introducción a la Agroecología como desarrollo rural sostenible. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. 535 pp

Guzmán Casado GI y AM Alonso Mielgo (2007) La investigación participativa en Agroecología: una herramienta para el desarrollo sustentable. Ecosistemas 16 (1): 24-36. Disponible en http://www.revistaecosistemas.net. 12 pp. Último acceso septiembre de 2011

Hill SB (1987) Diversification and agricultural sustainability. Ecological Agriculture Projects. Macdonald College of McGill University Ste-Anne de Bellevue, Québec, Canada. EAP publication 5. Disponible en http://eap.mcgill.ca/publications/eap5.htm. Ultimo acceso septiembre de 2015

Hitt A (1994) How farmers perceive changes in sustainability and how interactions with researchers affect their practices. En: Bellows B (ed): Sustainable Agriculture and Natural Resources Management Collaborative Research support (SANREM CRSP). Report nro 1-95. Proceedings of the indicators of sustainability conference and workshop. Arlington, Virginia: 101-105

Mc Laughlin A y P Mineau (1995) The impact of agricultural practices on biodiversity. Agriculture, Ecosystems and Environment 55: 201-212

Moyano E, F Garrido y JA Costabeber (2000) Proceso de ecologización y acción colectiva en la agricultura. El cooperativismo a lo luz de las distintas experiencias de agricultura ecológica en Brasil y España. Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal, Nro.124;20-24. ISSN 1131-8988,

Núñez MA (2000) Manual de técnicas agroecológicas. Red de Formación Ambiental. Serie Manuales de Educación y capacitación ambiental. PNUMA. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Primera Edición 94 pp

Palm Ch y M Swif (1999) Biological Management of Soil Fertility: an approach to integrated Management of Natural Resource. Soil Fertility as an Ecosystem Concept. 7pp Disponible en bin/koha/opac- detail.pl?biblionumber=58958 Último acceso: septiembre de 2015

Putnam RD (1993) The prosperous community: Social capital and public life. The American prospect 13: 35-42 Redcliff, M. 1995. Desarrollo sostenible: ampliación del alcance del debate. En "Agricultura y Desarrollo sotenible"- A Cadena Marín (ed)- serie estudios Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaría General Técnica: 39-70.

Reintjes C, B Haverkort y A Waters-Bayer (1995) Cultivando para el futuro. Introducción a la agricultura de bajos insumos externos. Editorial Nordan comunidad. Uruguay. 274 pp.

Reynolds WD, CA Campbell, C Chang, CM Cho, JH Ewanek, RG Kachanoski, JA MacLeod, PH Milburn, RR Simard, GRB Webster y BJ Zebarth (1995) Agrochemical entry into groundwater. In D.F. Acton and L.J. Gregorich, eds. The health of our soils - toward sustainable agriculture in Canada. Centre for Land and Biological Resources Research, Research Branch, Agriculture y Agri-Food Canada, Ottawa, Ont. [IH-Rot, SC-Old Rot]: 97-109

Ringuelet R (2008) La complejidad de un campo social periurbano centrado en las zonas rurales de La Plata. Mundo Agrario 9 (17). Centro de Estudios Histórico-Rurales. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de La Plata. La Plata. Argentina. Disponible en: http://www.mundoagrario.unlp.edu.ar/. Último acceso: septiembre de 2011

Sánchez de Puerta Trujillo F (1996) Extensión agraria y desarrollo rural. Serie estudios N° 123. Secretaria general técnica. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Centro de Publicaciones. Madrid. España. 551pp.

Sánchez de Puerta Trujillo F (2004) Agroecología, desarrollo, comunicación y extensión rural: La construcción de un paradigma ecosocial en Rev. Fac. Agron. La Plata (2015) Vol 114 (Núm. Esp.1) Agricultura Familiar, Agroecología y Territorio 52-66

Sarandón SJ (2002) El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En: SJ. Sarandón (editor): Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable. Ediciones Científicas Americanas. La Plata. Buenos Aires. Argentina. Capítulo 20: 393-414

Sevilla Guzmán E (2001) La perspectiva sociológica en Agroecología: una sistematización de sus métodos y sus técnicas. Disponible en: www.emater.tche.br/docs/agroeco/revista/ano3_n1/revista_agroecologia_ano3_num1_parte06_artigo.pdf Último acceso: marzo 2006

Tasso A y L Ponce (2002) ¿Qué cultura requiere el desarrollo? Necesidades de desarrollo científico y tecnológico en la región noroeste. Trabajo y sociedad. Nº 4, vol. III, marzo-abril. ISSN 1514-6871.

UMES (University of Minnesota Extensión Service) (2000) The Soil Management Series. Soil

Biology y Soil Management. Disponible en: http://www.extension.umn.edu/agriculture/tillage/soil- management/soil-management-series/soil-biology-and- soil-management/ Ultimo acceso: septiembre de 2015

UNEP (1996) Convention on biological diversity. 29 pp. Disponible en: http://www.biodiv.org/doc/meetings/sbstta/sbstta- 02/official/sbstta-02-10-en. Pdf. Ultimo acceso: septiembre de 2005

Venegas R (1996) La transición La búsqueda del cambio hacia sistemas sustentables de producción agropecuaria, Foro Agrario, Escuela de Postgrado Facultad de Ciencias Agrícolas Universidad Central del Ecuador- CLADES (Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y desarrollo): 31—65.

Venegas R (1998) Agricultura sustentable e Investigación agroecológica. Agroecología y desarrollo. CLADES (Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y desarrollo) 13: 11-21

Wall, D.H. 1999. Interactions underground: soil biodiversity, mutualism, and ecosystem process. Bioscience 49 (2): 109-117.

WRI (World Resource Institute) (1997) Agrobiodiversity Loss: Conflicts and effects. 4pp Disponible en: http//www.igc.org/wri/sustag/lba-03b.htlm Ultimo acceso abril de 2005

CAPÍTULO 3
Sustentabilidad del modelo hortícola bajo cubierta en La Plata

María Luz Blandi, Claudia Flores y Santiago J. Sarandón

Introducción

En las últimas décadas, los cambios de uso del suelo y las incorporaciones de tecnologías han sido analizadas bajo un enfoque reduccionista y simplista, sólo focalizando la productividad y rentabilidad, lo que derivó en impactos sociales, ambientales y económicos negativos. Por ello, es necesario mejorar la capacidad de prever los impactos que pueden generar dichos cambios en los territorios basándose no solo en aspectos económicos sino también en la conservación de los bienes comunes, culturales y sociales, entre otros. Un ejemplo de ello ha sido el avance del modelo de producción bajo invernáculo en la zona de La Plata. Este modelo ha sido incentivado sin medir sus posibles consecuencias y, aunque ya se encuentra en gran parte del territorio hortícola platense, todavía es posible analizar desde un punto de vista holístico si ha favorecido o no la sustentabilidad

En el presente capítulo, se utiliza la PROMES (ver capítulo 1) para evaluar la sustentabilidad de la incorporación de la tecnología del invernáculo en el Cinturón Hortícola Platense.

El invernáculo en el Cinturón Hortícola Platense

En las últimas décadas en el cinturón hortícola de la Ciudad de La Plata (Buenos Aires, Argentina) se ha evidenciado un avance de los sistemas de cultivo bajo cubierta plástica (invernáculos) que están reemplazando gran parte de los cultivos al aire libre.

Esta incorporación del invernáculo se ha producido en tres grandes oleadas (García, 2014):

La primera, se dio en la década del 80, en un contexto en el cual predominaban los agricultores de nacionalidad europea, principalmente italianos o descendientes, generalmente dueños de la tierra con características homogéneas en cuanto a bajas inversiones de capital y producción diversificada. En esta etapa, la incorporación del invernáculo fue incipiente, y su manejo era muy similar al realizado a campo.

La segunda oleada, se produjo en la década del 90 donde se expandió fuertemente la superficie bajo cubierta, también liderada por agricultores de nacionalidad europea o sus descendientes. En esta década ocurren grandes migraciones de trabajadores de Bolivia para el sector hortícola, cumpliendo el papel de peones o medieros. Según García (2012), en esta oleada, el sector hortícola platense profundiza la incorporación tecnológica del invernáculo, transformando a La Plata en el cinturón hortícola más tecnificado del país. Es importante remarcar que la complejidad del manejo de los cultivos bajo invernáculo fue creciendo, lo que generó que el técnico se transforme en un insumo más del paquete tecnológico (García, 2014).

La tercera oleada, se inició en el 2002, en un contexto de posdevaluación, donde el abandono de la actividad por parte de muchos agricultores disponibilizó tierras y abarató los costos. En esta etapa toman protagonismo los agricultores de nacionalidad boliviana quienes previamente representaban una gran proporción de la mano de obra mediera, y gracias a su autoexplotación del trabajo y ahorro, se convirtieron en productores arrendatarios e invirtieron en invernáculos (García, 2012). Actualmente, aunque las condiciones contextuales son diferentes, todavía su adopción continúa por parte de agricultores de nacionalidad boliviana.

El invernáculo y la sustentabilidad

En general, el uso invernáculos) impacta de forma positiva en la rentabilidad comparado con el cultivo al aire libre (García, 2012) pero artificializa radicalmente los agroecosistemas mediante la modificación del ambiente y el uso de un paquete tecnológico basado en semillas de alto potencial de rendimiento y un intenso uso de insumos de síntesis química (Selis, 2012).

Algunos estudios preliminares en el Cinturón Hortícola Platense indicarían que los sistemas de producción bajo cubierta serían menos sustentables que aquellos realizados al aire libre (Blandi *et al*, 2009; Blandi *et al*., 2013; García 2011a). El cultivo al aire libre no requiere tantas cantidades de plásticos, tiene una mayor diversidad cultivada y los costos de producción son menores en comparación con la utilización del invernáculo. Esto sugiere que, a pesar del crecimiento del discurso a favor de sistemas más sustentables, la incorporación de los modelos tecnológicos puede ir en sentido contrario. Es necesario, por lo tanto, confirmar esta presunción y entender sus consecuencias para la sustentabilidad

Por otra parte, es importante resaltar la importancia de la agricultura familiar en la horticultura de la región, ya que casi dos tercios de los agricultores pertenecen a esta categoría (García, 2011b), diferenciándose en cuanto a nacionalidad, grado de capitalización e incorporación del invernáculo, organización social del trabajo, superficie utilizada, cultivos producidos y canales de comercialización. La diversidad cultural (representada por los diferentes orígenes de los agricultores) que hay en el territorio lleva a pensar que, tal vez, existan diferencias en sus formas de cultivar, ya que sus intereses, objetivos y creencias, entre otros, pueden ser diferentes. Asimismo, se podría pensar que aspectos relacionados con cuestiones económicas y sociales,

como la satisfacción de las necesidades y los niveles de tolerancia en relación al esfuerzo de trabajo, también podrían ser diferentes y se podrían explicar a través del nacionalidad y de la historia de los agricultores (García, 2012).

En función de las características descriptas previamente, se realizó un estudio partiendo de las siguientes hipótesis; 1) debido a que las razones de adopción de tecnología están determinadas en gran parte por la conveniencia económica (definida mediante un análisis costo-beneficio que desconoce costos ambientales y sociales) los sistemas de cultivo bajo cubierta serán más rentables pero menos sustentables (ecológicamente) que los sistemas al aire libre; 2) debido a que el cultivo bajo cubierta se basa en la adopción de un paquete tecnológico de alto costo que requiere cultivos rentables, no existirán grandes diferencias en los impactos ecológicos generados por las prácticas productivas entre los sistemas que producen bajo invernáculo, independientemente del nacionalidad del agricultor; 3) debido a que los agricultores bolivianos se incorporaron a la región en un contexto político y económico diferente que los europeos, se espera que la sustentabilidad social sea diferente entre estos grupos de agricultores.

El objetivo de dicho estudio fue analizar la sustentabilidad de la producción bajo invernáculo y compararla con la de los sistemas de producción al aire libre en diferentes tipos de agricultores utilizando la PROMES.

Metodología

Se trabajó en el Cinturón Hortícola de La Plata (CHP). Las últimas estimaciones indicarían que el área bajo cubierta ha alcanzado entre el 50 y el 60% de la superficie hortícola (Selis, 2012; García, 2011a; Baldini, 2020).

Selección de agricultores

El Cinturón Hortícola de La Plata cuenta con una alta heterogeneidad de agricultores. En virtud de esta complejidad, se han realizado diferentes clasificaciones con distintos criterios y objetivos. Para llevar adelante este estudio se seleccionaron estudios de caso siguiendo la tipología propuesta por Hang *et al* (2010). Estos autores realizaron una identificación de los sistemas de producción empleando variables relacionadas al componente estructural, tecnológico, de decisión e instrumentales e identificaron 3 grupos de agricultores:

1) Agricultores de nacionalidad europea, o descendientes, que cultivan bajo invernáculo

Tienen en promedio entre 60 y 70 años y trabajan desde su infancia en la actividad. Son dueños de su tierra y tienen entre 3 y 12 hectáreas cultivadas bajo invernáculo, donde realizan entre 1 y 4 cultivos. Las decisiones de producción son tomadas principalmente por un ingeniero

agrónomo y la mano de obra es asalariada, o con medieros. Respecto a la comercialización tienen varios canales y algunos también realizan venta directa a supermercados.

2) Agricultores de nacionalidad europea, o descendientes, que cultivan al aire libre

Tienen en promedio entre 40 y 60 años, y trabajan desde su infancia en la actividad. Son dueños de su tierra y tienen entre 3/4 y 13 hectáreas cultivadas al aire libre, donde realizan entre 10 y 19 cultivos. Las decisiones de producción son tomadas por los propios agricultores, resolviendo dudas puntuales en la casa de venta de agroquímicos, y la mano de obra puede variar entre solo el agricultor, con un hijo, o con algún mediero. Respecto a la comercialización, varía desde vender a culata de camión, tener un puesto en el mercado, a través de un consignatario, hasta vender en alguna feria.

3) Agricultores de nacionalidad boliviana que cultivan bajo invernáculo

Tienen en promedio entre 25 y 40 años, y trabajan desde hace 12 o 13 años en la actividad. En general, alquilan la tierra donde cultivan, tienen entre 1 y 4 hectáreas cultivadas bajo invernáculo, donde realizan entre 6 y 10 cultivos. Las decisiones de producción son tomadas por el agricultor, y frecuentemente, resuelve sus dudas en la casa de venta de agroquímicos. La mano de obra la aportan familiares o socios. La comercialización, se realiza a través de la venta de su producción a culata de camión o de algún puesto propio en el mercado.

Además de los grupos mencionados, se tuvieron en cuenta para estudios de casos de los sistemas donde predomina el trabajo familiar, con escasa incorporación de tecnología y limitada dotación de tierra y capital, en general, de nacionalidad boliviana, ya que también forman parte de la realidad hortícola (conformando un 4to grupo).

4) Agricultores de nacionalidad boliviana que cultivan al aire libre

Tienen en promedio entre 40 y 50 años, y trabajan desde su adolescencia en la actividad. Las quintas se encuentran en el Parque Provincial Pereyra Iraola, por lo tanto, la tenencia de la tierra es a través del pago de un canon anual, régimen de tenencia establecido por el estado provincial en este parque. Tienen entre 2 y 11 hectáreas cultivadas al aire libre, donde realizan entre 10 y 16 cultivos. Las decisiones de producción son tomadas por los propios agricultores, resolviendo dudas puntuales mediante consultas a la casa de venta de agroquímicos, y la mano de obra puede variar entre solo el agricultor, la incorporación de algún familiar, o algún trabajador por día. En cuanto a la comercialización, la mitad de su producción la venden directamente al público como venta en quinta y la otra mitad la envían al mercado.

Dentro de cada grupo de productores, se seleccionaron 4 quintas, representando un total de dieciséis casos estudiados.

Evaluación de la sustentabilidad

Se definió a la agricultura sustentable, como aquella que permite mantener en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfagan las necesidades socioeconómicas y culturales de la población, dentro de los límites biofísicos que establece el correcto funcionamiento de los

sistemas naturales (agroecosistemas) que lo soportan (Sarandón *et al*, 2006). Es decir, que una agricultura para ser considerada sustentable, deberá cumplir satisfactoriamente con los siguientes requisitos en las dimensiones ecológica, económica y sociocultural:

1) Dimensión Económica: Un sistema será económicamente sustentable, si es compatible con los intereses económicos de los productores y si disminuye el riesgo económico en el tiempo.

2) Dimensión Ecológica: un sistema será ecológicamente sustentable si conserva o mejora la base de los recursos productivos y evita o disminuye el impacto sobre los recursos extraprediales.

3) Dimensión Social: Un sistema se considera sustentable si mantiene o mejora el capital humano y social (Flores y Rello, 2001) ya que estos ponen en funcionamiento el capital natural o ecológico.

Se consideró que estos requisitos deben cumplirse simultáneamente y que ninguno de ellos puede ser reemplazado por el otro, concordando con el criterio de sustentabilidad fuerte (Harte, 1995 ver capítulo 1).

En base a estos criterios, se definieron indicadores para las 3 dimensiones evaluativas siguiendo los lineamientos propuestos en el capítulo 1.

Para permitir la comparación de las fincas y facilitar el análisis de las múltiples dimensiones de la sustentabilidad, los indicadores se estandarizaron, mediante su transformación a una escala de 0 a 1 (con intervalos de 0,25) siendo 1 el mayor valor de sustentabilidad y 0 el más bajo. Posteriormente, los indicadores fueron ponderados. Para el análisis de los resultados y detección de los puntos críticos, se estableció previamente un valor umbral de 0,5 (valor medio de la escala) considerando que, por debajo del mismo, el manejo del agroecosistema no cumpliría con los requisitos de sustentabilidad. Los resultados se representaron gráficamente mediante el diagrama tipo tela de araña.

La información a campo fue relevada a partir de entrevistas semi estructuradas. En algunos casos, hubo preguntas cerradas o con opciones de respuesta para elegir. Luego, las mismas fueron sistematizadas de acuerdo a los indicadores construidos.

Resultados

Descripción y ponderación de los indicadores construidos

Se definieron indicadores y subindicadores para las dimensiones ecológica, económica y social para evaluar el manejo de los sistemas de producción bajo invernáculo y al aire libre (tablas 3.1, 3.2, y 3.3).

Tabla 3.1: Indicadores y subindicadores ecológicos empleados en sistemas de producción hortícola al aire libre y bajo invernáculo, de diferentes tipos de agricultores del Partido de La Plata, Buenos Aires, Argentina. A) Recursos internos y B) Recursos externos

A)

Dimensión ecológica			
Recursos internos	**Indicador**	**subindicador**	**Estandarización**
Suelo	A- Conservación de la fertilidad química	A1-Criterio de fertilizacion	(1) Fertiliza según lo que extrae el cultivo; (0,75) fertiliza según lo que le falte al suelo para cubrir los requerimientos de las plantas; (0,50) Fertiliza todos los cultivos por igual; (0,25) Fertiliza los lotes por igual; (0) No fertiliza
		A2- Riesgo de salinización	(1) Cultiva a campo; (0,75) Cultiva bajo invernáculo, y cuando a estos se les termina su vida útil, el productor ubica los nuevos en otro lugar; (0,50) Los invernáculos permanecen siempre en el mismo lugar, pero el productor hace que a veces les llegue el agua de lluvia o realiza una inundación para lavar las sales; (0,25) Todos los días riega, utiliza fertilizantes sintéticos o incorpora estiércol de gallina y no llega el agua de lluvia; (0)Todos los días riega, utiliza fertilizantes sintéticos e incorpora estiércol de gallina y no llega el agua de lluvia.
	B- Conservación de las propiedades físicas	B1-Manejo de la materia orgánica	(1) Aplica compost o abono animal de diferentes orígenes y los residuos de los cultivos permanecen en el lote; (0,75) Utiliza compost o abono animal de un solo origen y los residuos de cultivo permanecen en el lote; (0,50) Utiliza abono animal y los residuos de cultivo no permanecen en el lote; (0,25) Los residuos de cultivo permanecen en el lote y no utiliza abono animal; (0) No utiliza ninguna de las estrategias de manejo de la materia orgánica
		B2- Prácticas de labranza (2)	(1) Uso exclusivo de implementos de labranza conservacionista; (0,75) Uso de implementos de labranza conservacionista combinado con Implementos que rebaten el pan de tierra (no más de 3 pasadas); (0,50) Implementos que rebaten el pan de tierra (más de 3 pasadas); (0,25) Implementos que rebaten el pan de tierra combinado, a veces, con elementos que pulverizan el suelo; (0)Implementos que rebaten el pan de tierra más elementos que pulverizan el suelo.
	C- Conservación de las propiedades biológicas (2)	C1- Rotaciones	(1) Rotaciones planificadas, incorporando especies de diferentes familias; (0,75) Rotaciones planificadas de especies de igual familia; (0,50) Rotaciones no planificadas pero incorporando especies de diferentes familias; (0,25) Rotaciones no planificadas de especies de igual familia, o rotaciones dentro del año; (0) Rotaciones inexistentes
		C2- Prácticas de labranza	(1) Uso exclusivo de implementos de labranza conservacionista; (0,75) Uso de implementos de labranza conservacionista combinado con Implementos que rebaten el pan de tierra (no más de 3 pasadas; (0,50) Implementos que rebaten el pan de tierra (más de 3 pasadas); (0,25) Implementos que rebaten el pan de tierra combinado, a veces, con elementos que pulverizan el suelo; (0) Implementos que rebaten el pan de tierra más elementos que pulverizan el suelo.
		C3- Uso de pesticidas (2)	(1) No utiliza pesticidas o Utiliza sólo productos biológicos o naturales; (0,75) Productos exclusivamente de categorías poco tóxicas y con baja frecuencia; (0,50) Productos de todas las categorías toxicológicas en baja frecuencia (en promedio, 2 aplicaciones por mes); (0,25) Productos , en mayor proporción, de las categorías más toxicas en alta frecuencia (en promedio, 8 aplicaciones por mes); (0) Productos exclusivamente de las categorías más toxicas en alta frecuencia (en promedio, 8 aplicaciones por mes)
		C4- Manejo de la materia orgánica	(1) Aplica compost o abono animal de diferentes orígenes y los residuos de los cultivos permanecen en el lote; (0,75) Utiliza compost o abono animal de un solo origen y los residuos de cultivo permanecen en el lote; (0,50) Utiliza abono animal y los residuos de cultivo no permanecen en el lote; (0,25) Los residuos de cultivo permanecen en el lote y no utiliza abono animal; (0) No utiliza ninguna de las estrategias de manejo de la materia orgánica

A)**Dimensión ecológica**			
Recursos internos	**Indicador**	**subindicador**	**Estandarización**
biodiversidad	D- Variabilidad de la diversidad cultivada	D1- Número de sp cultivadas/ha.	(1) Entre 2 o más especies cultivadas por hectárea; (0,75) Entre 1,5 y menos de 2 especies cultivadas por hectárea; (0,50) Entre 1 y 1,5 especies cultivadas por hectárea; (0,25) Entre 0,5 y menos de 1 especies cultivada por hectárea; (0) Menos de 0.5 especies cultivadas por hectárea
		D2- Diversidad espacial	(1) Cultiva en franjas, líneas intercaladas, cultivos asociados, cercos vivos y deja la vegetación circundante; (0,75) Realiza tres de las opciones mencionadas; (0,50) Realiza dos de las opciones mencionadas; (0,25) Realiza una de las opciones mencionadas; (0) No realiza ninguna de las opciones mencionadas arriba.
		D3- rotaciones.	(1) Rotaciones planificadas, incorporando especies de diferentes familias; (0,75) Rotaciones planificadas de especies de igual familia (0,50); Rotaciones no planificadas, pero incorporando especies de diferentes familias; (0,25) Rotaciones no planificadas de especies de igual familia, o rotaciones dentro del año; (0) Rotaciones inexistentes
	E- conservación de la Diversidad natural	E1- Distribución y relación de las áreas cultivadas y seminatural.	(1) El área cultivada representa menos del 70% de la superficie y el resto se encuentra en forma de bordes, franjas y corredores planificados por el agricultor; (0,75) El área cultivada representa entre el 80 y 89% de la superficie y el resto está planificada en forma de bordes, franjas y corredores; (0,50) El área cultivada representa más del 70 % de la superficie y el resto de la superficie se encuentra sin planificar; (0,25) El área cultivada representa entre el 80 y 89% de la superficie y el resto del área no está planificada; (0) El área cultivada representa más del 90% de la superficie y el resto del área se encuentra sin planificar.
		E2- Uso de pesticidas	(1) No utiliza pesticidas o Utiliza sólo productos biológicos o naturales; (0,75) Productos exclusivamente de categorías poco tóxicas y con baja frecuencia; (0,50) Productos de todas las categorías toxicológicas en baja frecuencia (en promedio, 2 aplicaciones por mes); (0,25) Productos , en mayor proporción, de las categorías más toxicas en alta frecuencia (en promedio, 8 aplicaciones por mes); (0) Productos exclusivamente de las categorías más toxicas en alta frecuencia (en promedio, 8 aplicaciones por mes)

B)

Dimensión ecológica			
Recursos externos	**Indicador**	**subindicador**	**Estandarización**
Agua	F- Riesgo potencial de Contaminación del agua subterránea	F1- Riesgo potencial de contaminación del agua por tipo de fertilizante nitrogenado y momento de aplicación	(1) Utiliza compost en momentos que la planta lo pueda utilizar; (0,75) Utiliza compost normalmente y ocasionalmente fertilizantes sintéticos no solubles en momentos que la planta los pueda utilizar; (0,50) Utiliza fertilizantes sintéticos no solubles en momentos que la planta no los pueda utilizar y ocasionalmente abono; (0,25) Utiliza fertilizantes sintéticos no solubles en momentos que la planta no los pueda utilizar y abonos sin comportar, o solamente abonos sin compostar; (0) Utiliza fertilizantes sintéticos solubles en momentos que la planta no los pueda utilizar.
		F2- Riesgo potencial de contaminación del agua, por tipo dosis frecuencia y toxicidad del pesticida	(1) No utiliza pesticidas o Utiliza sólo productos biológicos o naturales; (0,75) Productos exclusivamente de categorías poco tóxicas y con baja frecuencia; (0,50) Productos de todas las categorías toxicológicas en baja frecuencia (en promedio, 2 aplicaciones por mes); (0,25) Productos , en mayor proporción, de las categorías más toxicas en alta frecuencia (en promedio, 8 aplicaciones por mes); (0) Productos exclusivamente de las categorías más toxicas en alta frecuencia (en promedio, 8 aplicaciones por mes)

Dimensión ecológica			
Recursos externos	**Indicador**	**subindicador**	**Estandarización**
Atmósfera	G- Impacto a la atmósfera	Uso de bromuro de metilo	(1) No utiliza bromuro de metilo; (0,75) Lo utiliza entre el 0 y el 25% de la superficie que cultiva; (0,50) Lo utiliza entre el 25 y 50% de la superficie que cultiva; (0,25) Lo utiliza entre el 50 y 75% de la superficie que cultiva; (0) Lo utiliza entre el 76 y 100% de la superficie que cultiva
	H- Recursos externos en general	Tipo y forma de eliminación de residuos.	(1) Más de la mitad de los residuos son orgánicos, y los inorgánicos los recicla; (0,75) Más de la mitad de los residuos son orgánicos, los inorgánicos los quema o los entierra; (0,50) La mitad son orgánicos y la otra inorgánicos, los quema o los entierra; (0,25) Más de la mitad son inorgánicos, parte los vende, y la otra los entierra o los quema; (0) Más de la mitad son inorgánicos, los entierra o los quema

Tabla 3.2: Indicadores y subindicadores económicos empleados en sistemas de producción hortícola al aire libre y bajo invernáculo, del Partido de La Plata, Buenos Aires, Argentina.

Dimensión económica			
Aspectos	**Indicador**	**subindicador**	**Estandarización**
Estabilidad	A- Estrategias productivas	A1- número de especies cultivadas	(1) Produce 10 cultivos o más; (0,75) Produce entre 8 y 10 cultivos; (0,50) Produce entre 5y 7 cultivos; (0,25) Produce entre 2 y 4 cultivos; (0) Produce menos de 2 cultivos.
		A2- Canales de comercialización	(1) Comercializa sus productos en más de 4 canales; (0,75) Comercializa sus productos en 4 canales; (0,50) Comercializa sus productos en 3 canales; (0,25) Comercializa sus productos en 2 canales; (0) Comercializa sus productos en 1 solo canal.
		A3- Comercialización de la propia mercadería	(1) Comercializa su propia mercadería; (0,75) Comercializa la mayor parte de su propia mercadería; (0,50) Comercializa parte de su mercadería; (0,25) Comercializa una pequeña parte de su mercadería; (0) No comercializa su propia mercadería
	B- Estrategias financieras	B1- % de endeudamiento	(1) No tiene deudas; (0,75) Debe el 10% o menos de su inversión; (0,50) Debe hasta el 20% de su inversión; (0,25) Debe hasta el 30% de su inversión; (0) Debe más del 30% de su inversión
		B2- Acceso a créditos	(1) Tiene acceso a créditos pero no los necesita; (0,75) Tiene acceso a créditos y los utiliza 1 vez cada 4 o 5 años; (0,50) Tiene acceso a créditos y los utiliza 1 vez cada 2 o 3 años; (0,25) Tiene acceso a créditos y los utiliza 1 vez al año; (0)No tiene acceso a créditos
		B3-Ingresos extraprediales	(1) no los necesita; (0,75) No tiene ingresos extraprediales, pero si los necesitaría; (0,50) Tiene bajos ingresos extraprediales y los necesita; (0,25) Tiene ingresos extraprediales, son medianamente importantes y los necesita; (0) Sus ingresos son en su mayoría extraprediales y los necesita
	C- Dependencia de insumos	C- Grado de tecnificación del productor	(1) No compra semillas y utiliza pesticidas caseros; (0,75) Compra, o no, semillas, utiliza pesticidas caseros, usa abono de gallina o poca cantidad de fertilizantes sintéticos; (0,50) (Opción 1) Utiliza semillas compradas, usa abono de gallina y /o fertilizantes sintéticos, emplea pesticidas y/o riego. (Opción 2) Cultiva bajo invernáculo con abono de gallina, remedios caseros y riego; (0,25) Cultiva bajo invernáculo, utiliza semillas compradas, usa abono de gallina y /o fertilizantes sintéticos y emplea pesticidas y/o riego; (0) Cultiva bajo invernáculo de metal y plástico más duro o mas tecnificado, utiliza semillas compradas, plantines, usa abono de gallina y /o fertilizantes sintéticos y emplea pesticidas y/o riego.
Rentabilidad	D- Rentabilidad	beneficio económico	(1) Alcanza para sus necesidades básicas, sueldos, amortizar y reinvertir o darse gustos; (0,75) Alcanza para sus necesidades básicas, sueldos y amortizar; (0,50) Alcanza para sus necesidades básicas y sueldos; (0,25) Alcanza sólo para sus necesidades básicas; (0) No le alcanza para sus necesidades básicas.

Tabla 3.3. Indicadores y subindicadores sociales empleados en sistemas de producción hortícola al aire libre y bajo invernáculo, del Partido de La Plata, Buenos Aires, Argentina.

Dimensión social			
Aspectos	**Indicador**	**subindicador**	**Estandarización**
Calidad de vida del agricultor	A- Satisfacción de las necesidades básicas	A1- acceso a la alimentación	(1) Puede acceder a alimentos sin limitaciones (primeras marcas, importados, entre otros); (0,75) Puede acceder a Alimentos de primeras marcas; (0,50) Puede acceder a la canasta básica y a otros alimentos no de primera marca; (0,25) Puede acceder a la canasta básica; (0)No Puede acceder a la canasta básica
		A2- acceso a la vivienda	(1) Su vivienda es de material, tiene la habitación matrimonial separada de la de los hijos, y las habitaciones tienen menos de 3 individuos; (0,75) Vivienda de material, con baño adentro; (0,50) Tienen todos los servicios, pero el baño está afuera; (0,25) Le falta algún servicio; (0)Casa de chapa, madera o plástico, sin servicios de luz, agua y cloacas
		A3- acceso a la salud	(1) Tiene obra social toda la familia; (0,75) Tiene obra social parte de la familia; (0,50) Cuentan con un Hospital público cerca de su viivenda y tiene buen atendimiento; (0,25) cuentan con Hospital público cerca; (0) cuentan con un Hospital público, pero se encuentra lejos de su vivienda
		A4- acceso a la educación	(1) Sus hijos tienen acceso al nivel universitario; (0,75) Sus hijos Pueden elegir la escuela secundaria (pública o privada); (0,50) Sus hijos pueden acceder a la escuela secundaria; (0,25) Sus hijos pueden acceder a la escuela primaria (0) Sus hijos no pueden acceder a la escuela primaria
	B- Riesgo a la salud	B1- Impacto a la salud humana	(1) No utiliza pesticidas o Utiliza sólo productos biológicos o naturales; (0,75) Productos exclusivamente de categorías poco tóxicas y con baja frecuencia; (0,50) Productos de todas las categorías toxicológicas en baja frecuencia (en promedio, 2 aplicaciones por mes); (0,25) Productos , en mayor proporción, de las categorías más toxicas en alta frecuencia (en promedio 8 aplicaciones por mes); (0)Productos exclusivamente de las categorías más toxicas en alta frecuencia (en promedio, 8 aplicaciones por mes)
		B2- Forma de dosificación y aplicación de pesticidas	(1) Se toman todas las precauciones en forma continua para todos los productos; (0,75) Se toman algunas precauciones en forma continua para todos los productos; (0,50) Se toman algunas precauciones (importantes tipo mascara y guardapolvo), pero no en forma continua, sólo para algunos productos y en algunas campañas; (0,25) se toman algunas precauciones al aplicar los productos, pero las más simples, botas y guantes; (0) No se toman precauciones al aplicar los productos
	C- Grado de satisfacción del productor		(1) Está satisfecho con su sistema productivo y lo considera una forma de vida que no cambiaría así disminuyera su beneficio económico (dentro de ciertos niveles); (0,75) Está satisfecho con su sistema productivo pero sabe que podría estar mejor; (0,50) Está satisfecho con su sistema productivo pero estaría dispuesto a cambiar de actividad si disminuyera su beneficio económico; (0,25) Está medianamente satisfecho con la actividad que realiza, pero continúa produciendo porque no sabe qué otra cosa puede hacer; (0)El productor está insatisfecho con la actividad que realiza y está decidido a cambiar de actividad
Autogestion	D- Control del sistema	D1- Control del sistema	(1) Posee total control de su sistema, lo maneja él mismo y sabe cómo proceder ante situaciones críticas; (0,75) Posee casi total control de su sistema, sólo recurre a otros en casos excepcionales; (0,50) Posee cierto control de su sistema pero recurre con frecuencia a otros para resolver situaciones críticas; (0,25) posee control de su sistema y recurre con mucha frecuencia a personas pertenecientes al mismo (hijos) y ajenas; (0)No posee control de su sistema y es totalmente dependiente de personas ajenas al mismo para manejarlo
		D2- Participación en grupos de productores	(1) Participa en uno o más grupos donde se consideran aspectos productivos, comerciales, económicos, ambientales y socioculturales. Como resultado planifican y ejecutan acciones a nivel predial; (0,75) Participa en uno o más grupos donde se consideran 4 aspectos nombrados anteriormente. Como resultado planifican y ejecutan acciones a nivel predial; (0,50) Participa en uno o más grupos donde se consideran 3 aspectos nombrados

Dimensión social			
Aspectos	**Indicador**	**subindicador**	**Estandarización**
			anteriormente. Como resultado planifican y ejecutan acciones a nivel predial; (0,25) Participa en uno o más grupos donde se consideran 2 aspectos nombrados anteriormente. Como resultado planifican y ejecutan acciones a nivel predial o ya participó; (0) No participa en grupos y nunca participó
		D3-Asistencia a actividades formales y no formales de capacitación	(1) Asiste a jornadas, cursos, talleres, reuniones, etc, al menos 6 veces en el año; (0,75) Concurre a estas actividades 4 o 5 veces en el año; (0,50) Concurre a estas actividades entre 1 y 3 veces en el año; (0,25) Concurre a una actividad cada 2 o 3 años, o ya participó; (0)No concurre a estas actividades, o nunca participó
Tenencia de la tierra	E-Tenencia de la tierra		(1) El agricultor es dueño de la tierra; (0,75) Un pariente cercano es dueño de la tierra; (0,50) Un pariente lejano o amigo es dueño de la tierra; (0,25) Tenencia de la tierra no formalizada; (0) El agricultor alquila la tierra
Ofrecimiento de alimentos variados	F- Acceso de la población a alimentos variados	Ofrecimiento de alimentos variados	(1) Gran diversidad ofrecida (más de 15); (0,75) Mucha diversidad ofrecida (de 10 a 15); (0,50) Moderada diversidad ofrecida (de 7 a 10); (0,25) Poca diversidad ofrecida (de 4 a 6); (0) mínima diversidad ofrecida (de 1 a 3)

Análisis de la sustentabilidad del manejo de los sistemas de producción bajo invernadero y al aire libre según diferentes tipos de agricultores

El análisis de los indicadores de sustentabilidad confirmó que los sistemas de producción al aire libre son más sustentables que los sistemas de producción bajo invernáculo, independientemente del tipo de agricultor. El sistema más sustentable fue el de los agricultores europeos al aire libre, ya que en las 3 dimensiones evaluadas se alcanzó el nivel umbral de sustentabilidad. Luego, se encuentran los pertenecientes a los agricultores bolivianos al aire libre, quienes solamente no alcanzaron los mínimos niveles (o umbrales) de sustentabilidad en la dimensión social (0,49). Con relación a los sistemas de producción bajo invernáculo, los agricultores europeos no cumplieron con los requisitos de sustentabilidad en la dimensión ecológica (0,23), y los agricultores bolivianos no cumplieron con los requisitos de sustentabilidad en ninguna de las 3 dimensiones (dimensión ecológica 0,29, dimensión económica 0,49 y dimensión social 0,37) (Tabla 3.4).

Tabla 3.4. Dimensiones de sustentabilidad para diferentes sistemas de producción según el tipo de agricultor del Cinturón Hortícola Platense. AEI: agricultor europeo con invernáculo; AEAL: agricultor europeo al aire libre; ABI: agricultor boliviano bajo invernáculo; ABAL: agricultor boliviano al aire libre.

	AEI	AEAL	ABI	ABAL
Dimensión ecológica	**0.23**	0.61	**0.29**	0.67
Dimensión económica	0.63	0.64	**0.49**	0.53
Dimensión social	0.50	0.72	**0.37**	**0.49**

Agricultores que cultivan bajo invernáculo

Con relación a la dimensión ecológica, los sistemas bajo invernáculo, independientemente de la nacionalidad de los agricultores, no alcanzaron los niveles mínimos de sustentabilidad en ninguno de los 8 aspectos evaluados (Figura 3.1A). En relación con la conservación de la fertilidad química del suelo, el principal problema fue el alto riesgo de salinización como consecuencia de las prácticas de manejo utilizadas. Para el caso de la conservación de las propiedades físicas, el principal factor de riesgo fue el uso de prácticas de labranza agresivas y con respecto a la conservación de las propiedades biológicas del suelo, los principales problemas identificados fueron las escasas rotaciones, el uso de prácticas de labranza agresivas y el uso indiscriminado de pesticidas de gran toxicidad.

La biodiversidad cultivada fue afectada negativamente tanto por la exigua diversidad espacial como por las escasas rotaciones. En los casos de los agricultores europeos, se les suma como factor crítico, el pequeño número de cultivos realizados. Con respecto a la conservación de la diversidad natural, los principales factores negativos fueron la escasa o nula relación entre el área cultivada y el área seminatural y el uso indiscriminado de pesticidas de gran toxicidad. En el impacto que estos sistemas generan el agua subterránea, el uso indiscriminado de pesticidas de gran toxicidad y el uso de fertilizantes sintéticos nitrogenados, fueron los principales problemas detectados. Con relación al impacto sobre la atmósfera, el principal factor de riesgo fue el uso de bromuro de metilo. Por su parte, el riesgo de contaminación de los recursos naturales tuvo como puntos críticos la generación de gran cantidad de residuos inorgánicos y la forma en cómo se eliminan.

En la dimensión económica, el aspecto más crítico tanto para el grupo de horticultores europeos como para el grupo de agricultores bolivianos, fue la alta dependencia de insumos externos a los sistemas. En la dimensión social, se observaron 4 aspectos críticos en los dos tipos de agricultores. En relación al riesgo a la salud del agricultor, se identificaron el uso indiscriminado de pesticidas de gran toxicidad y el no tomar las debidas precauciones en su forma de aplicación. La baja capacidad de autogestión, la escasa participación en grupos de agricultores y la insuficiente asistencia a actividades de capacitación formales e informales fueron también aspectos críticos para la sustentabilidad.

En el caso de los agricultores de nacionalidad boliviana se observaron mayor cantidad de puntos críticos que en los de nacionalidad europea. En relación con la dimensión económica, fueron encontrados 2 factores más de riesgo: las estrategias productivas (por la dependencia de intermediarios para comercializar su mercadería y por el escaso número de canales de comercialización), y sus estrategias financieras, ya que poseen un alto nivel de endeudamiento, tienen un escaso acceso a créditos y porque necesitarían de ingresos extraprediales para complementar el ingreso familiar. Con respecto a la dimensión social, se hallaron, para estos agricultores, 3 puntos críticos más: la baja satisfacción de las necesidades básicas, específicamente con relación a la vivienda, la escasa satisfacción del agricultor, y la forma de tenencia de la tierra, ya que son arrendatarios.

En el caso de los agricultores europeos, se encontró como punto crítico el escaso ofrecimiento de alimentos variados.

Agricultores que cultivan al aire libre

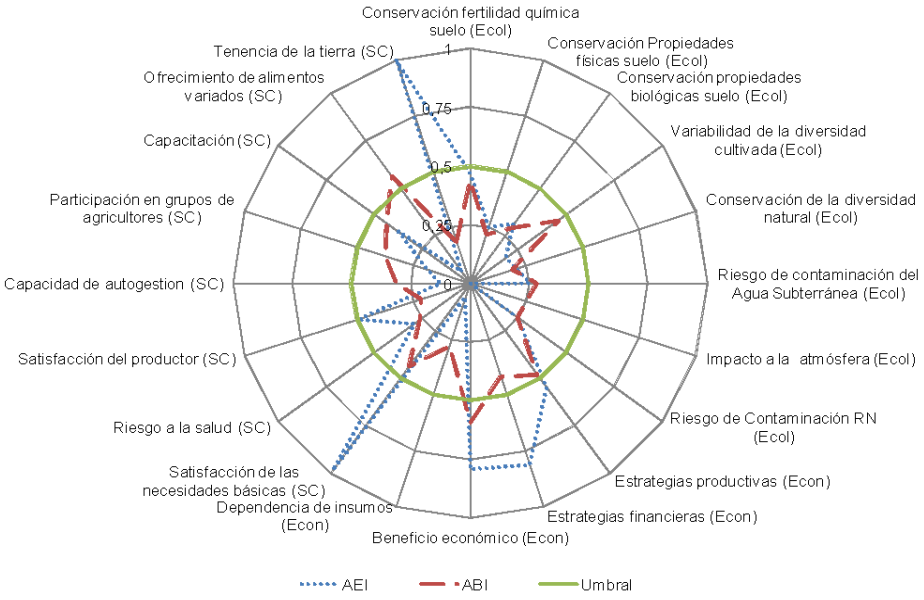
Los sistemas de cultivo al aire libre, independientemente de la nacionalidad de los agricultores, presentaron mejores valores de sustentabilidad (Figura 1B). Sin embargo, en la dimensión ecológica, se observó para los dos tipos de agricultores, un elevado riesgo de contaminación del agua subterránea, por el uso de abonos sin compostar.

En la dimensión social, se encontraron 2 puntos críticos en común para los dos tipos de agricultores. Con relación al riesgo a la salud de los agricultores, se detectó como problema la falta de precaución al aplicar los agroquímicos. Además, dentro de esta dimensión también se manifestó como punto crítico las escasas actividades de capacitación que realizan los agricultores. Además de los aspectos comunes mencionados anteriormente, también se detectaron otros específicos según el tipo de agricultor (Tabla 7). Con relación a los de nacionalidad boliviana, se encontró como problema económico, el bajo beneficio económico, y como problemas sociales, se encontraron la escasa satisfacción de las necesidades básicas en relación a la vivienda y salud, y la tenencia irregular de la tierra.

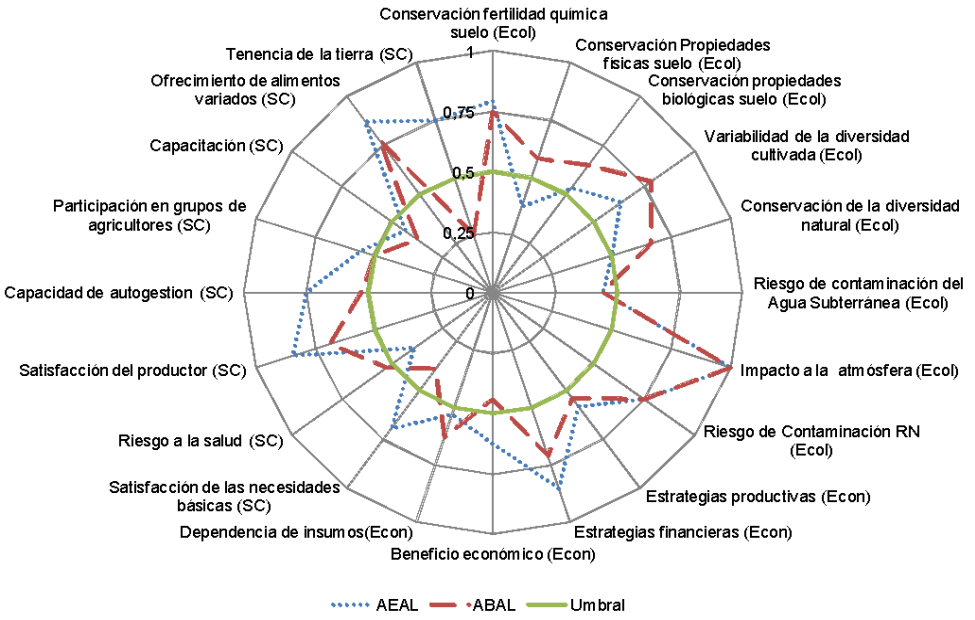
En el grupo de agricultores de nacionalidad europea, la conservación de la fertilidad física, por el uso de prácticas de labranza agresivas, se presentó como punto crítico para la dimensión ecológica.

Figura 1 Diagrama en tela de araña representando los indicadores de sustentabilidad, ecológicos (Ecol), económicos (Econ) y sociales (Sc) de sistemas de producción hortícola, del Partido de La Plata, Buenos Aires, Argentina. A) Sistemas bajo invernáculo B) sistemas al aire libre

A. Sistemas bajo invernáculo



B. Sistemas al aire libre



En línea punteada agricultores de nacionalidad europea y en líneas de trazos agricultores de nacionalidad boliviana. La línea continua representa el valor umbral.

Análisis de los resultados obtenidos

El proceso de tecnificación del Cinturón Hortícola Platense se caracterizó por el desplazamiento del sistema de cultivo al aire libre por el de invernáculos. La aplicación de los indicadores propuestos confirma que esta modernización estuvo asociada a un aumento de problemas ecológicos, sociales y económicos comparados con los sistemas de producción al aire libre. El cultivo bajo invernáculo, a pesar de ser más rentable que el cultivo al aire libre, resultó menos sustentable por los impactos negativos que genera en la dimensión ecológica, para el caso de los agricultores de nacionalidad europea y en las dimensiones ecológica, económica y social, para los agricultores de nacionalidad boliviana. Esto concuerda con varios autores, quienes afirman que las decisiones basadas en el análisis costo-beneficio, tienen este resultado previsible, ya que este instrumento de decisión no contempla todos los costos generados por la actividad productiva (Pretty *et al*, 2000).

Según el concepto de sustentabilidad fuerte, el capital natural debe ser mantenido por encima de ciertos niveles, porque este no puede ser sustituido por capital hecho por el hombre (Harte,1995). Sin embargo, según los resultados del presente trabajo, el cultivo bajo invernáculo, independientemente del origen del agricultor, deteriora el capital natural a costa de una alta rentabilidad. Todos los aspectos evaluados se encontraron en una situación crítica. La imposibilidad de incluir y considerar los costos ambientales en el análisis económico predominante dificulta enormemente la percepción del impacto que ciertos sistemas productivos tienen sobre el ambiente.

Este trabajo confirma que las prácticas de manejo convencionales en el sistema de cultivo bajo cubierta, pueden generar importantes externalidades negativas que impactarían sobre el agua subterránea, la atmósfera, el suelo y la biodiversidad, poniendo en riesgo la integridad del ecosistema global, afectando al establecimiento y a todos los que viven fuera de él. En este sentido, García (2011a) advierte que este tipo de externalidades son “pagadas” por la sociedad en general, y, peor aún, por quienes ni siquiera usufructúan los bienes producidos en los invernáculos.

Con relación a la dimensión económica, el sistema bajo invernáculo no resultó sustentable para los agricultores de nacionalidad boliviana. La sustentabilidad es un concepto multicriterio, por lo tanto, para evaluarla es necesario considerar varios aspectos en forma simultánea. En el caso de la dimensión económica, si sólo se hubiera tenido en cuenta el beneficio económico, los agricultores de nacionalidad europea y boliviana que cultivan bajo invernáculo no habrían presentado diferencias. Sin embargo, al incorporar otros criterios, como la estabilidad, se logró percibir diferencias y evidenciar problemas que de otro modo no hubieran resultado visibles, tal como lo afirman Sarandón *et al* (2006).

En el caso de los 8 aspectos sociales evaluados, 4 fueron considerados críticos para ambos grupos de agricultores. El mayor problema detectado fue la pérdida de capacidad de autogestión, entendiéndola como la formulación de metas, la definición de actividades y el mejoramiento de

la capacidad de autogestión individual y colectiva en la solución de los problemas locales (Flores, 2012). Los agricultores que adoptan el sistema de cultivo bajo invernáculo pierden esta capacidad y dependen en gran medida de los conocimientos de los técnicos, y de los vendedores de las casas de insumos. Esta situación contrasta con la propia historia de los agricultores, ya que durante muchos años han adquirido conocimientos, a través de las prácticas agrícolas, sobre cómo manejar los agroecosistemas, y estos, a su vez han sido modificados por esas prácticas, lo que se define como una coevolución entre la naturaleza y los grupos sociales que viven en ella (Toledo, 2005). Pero en las últimas décadas, el avance tecnológico ha generado un alejamiento del agricultor respecto de su sistema productivo, haciendo que dependa menos de su conocimiento y más de las tecnologías de insumos (Garrido Fernandez, 2006) lo que produjo un quiebre en la relación entre la cultura y el manejo de los recursos, generando una erosión cultural (Toledo, 2005). Esta situación puede deberse a que el invernáculo en sí, por la forma en que se diseña el arreglo de los componentes en estos agroecosistemas, implica forzar al agricultor a adoptar todo un paquete tecnológico, que no permite que se incorporen grandes variantes en el manejo. De hecho, los resultados de este trabajo indican que no se observaron grandes diferencias en el manejo de los sistemas bajo cubierta, en consecuencia, se encontraron similitudes en los impactos ecológicos que generan sus prácticas productivas, lo que confirmaría que es un paquete que brinda pocas posibilidades de variaciones, y, a su vez, esas variaciones generan impactos similares en los recursos naturales intra y extra prediales. Esto obliga a los agricultores a ser cada vez más dependientes de insumos, atrapándolos dentro de una noria tecnológicoquímica (Izcara Palacios, 2004) y alejándolos cada vez más de los conocimientos adquiridos a lo largo de sus vidas (Toledo, 2005).

Para los agricultores de nacionalidad boliviana, además, se identificaron como problemas sociales la insatisfacción de sus necesidades básicas, principalmente la vivienda y la tenencia de la tierra. Según García (2012) estos agricultores que hasta la década del 90 eran peones o medieros, principalmente a partir de la crisis del 2001 pudieron ser agricultores gracias a su autoexplotación de trabajo y a que mantienen un nivel de consumo bajo, igual a que cuando eran peones. Por lo tanto, priorizan invertir sus excedentes en la unidad productiva, garantizando su permanencia como agricultores en detrimento de su patrón de calidad de vida. Esta lógica les permite una mejor adaptación al “cambiante” contexto hortícola.

La producción al aire libre, si bien también presenta aspectos considerados críticos, son menos numerosos y más leves que en los sistemas bajo invernáculo. De los 20 aspectos evaluados entre las tres dimensiones, los agricultores de nacionalidad europea que cultivan al aire libre denotaron 4 aspectos críticos y los agricultores de nacionalidad boliviana 6. Sin embargo, proponiendo un rediseño del sistema y utilizando el potencial de recursos naturales disponibles (Guzman Casado & Alonso Mielgo, 2007), se requerirían menores esfuerzos para alcanzar la sustentabilidad en comparación con el invernáculo.

Por otra parte, se encontró una relación inversa entre el beneficio económico y la satisfacción del agricultor respecto de su forma de producir. Es decir, en los sistemas de producción al aire libre, a pesar de que los agricultores obtienen un menor beneficio económico que los que

producen bajo invernáculo, están más agricultores que cultivan al aire libre deben tener otros objetivos que van más allá de los meramente económicos y por ello optan por un sistema de producción menos rentable, pero que le otorgaría otro tipo de beneficios, como por ejemplo, la satisfacción personal y el sentido de pertenencia a un determinado grupo social. Este aspecto coincide con lo señalado por varios autores quienes destacan los múltiples objetivos de los agricultores, que dependen de sus creencias, valores y conocimientos (Nicholls & Altieri, 2012).

Conclusión

La metodología basada en el uso de indicadores permitió detectar problemas que, con un análisis más simplista, como el costo-beneficio, no se hubieran podido detectar. Esto se debe a que la metodología mencionada permite considerar la complejidad del término sustentabilidad y analizar varios aspectos en forma simultánea. De esta manera, permitió mostrar que el proceso de tecnificación del Cinturón Hortícola Platense estuvo asociado a un aumento de problemas ecológicos, sociales y económicos comparados con los sistemas de producción al aire libre. El cultivo bajo invernáculo, a pesar de ser más rentable que el cultivo al aire libre, resultó menos sustentable por impactos negativos en la dimensión ecológica, por parte de agricultores europeos y en las dimensiones ecológica económica y social, por parte de agricultores bolivianos. Con este tipo de análisis, se podría evitar que se incentiven alternativas productivas que degradan el capital natural y se excluyan del modelo productivo, otras alternativas que preserven mejor el ambiente, pero, en apariencia, menos rentables, como puede ser, en este caso, el cultivo al aire libre.

Referencias

Baldini C (2020). *Territorio en movimiento: las transformaciones territoriales del Cinturón Hortícola Platense en los últimos 30 años*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/90102

Blandi ML., NA Gargoloff, CC Flores y SJ Sarandón (2009). Análisis de la sustentabilidad de la producción hortícola bajo invernáculo en la zona de La Plata, Argentina. *Revista Brasilera de Agroecología*. Vol 4 (2): 1635-1638.

Blandi ML, SJ Sarandón y I Veiga (2013). La “autoeficacia", un atributo de la conducta sustentable, y su relación con un manejo sustentable en horticultores de La Plata, Argentina. *Cadernos de Agroecología*. Vol 8 (2). 5pp.

Flores CC (2012). *Evaluación de la sustentabilidad de un proceso de transición agroecológica en sistemas de producción hortícolas familiares del partido de La Plata*. M. Sc.Tesis. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Uiversidad Nacional de La Plata, Argentina. 261pp.

Flores M y F Rello (2001). Capital social: virtudes y limitaciones. Conferencia Regional sobre Capital Social y Pobreza. CEPAL y Universidad del Estado de Michigan, Santiago de Chile. Disponible en: http://www.flacsoandes.edu.ec/sites/default/files/agora/files/1267551205.capital_social.pdf . Último acceso: 20 de septiembre de 2015.

Garcia M (2011a). El cinturón hortícola platense: ahogándonos en un mar de plásticos. Un ensayo acerca de la tecnología, el ambiente y la política. *Theomai* 23: 35-53.

García M (2011b). Agricultura familiar en el sector hortícola. Un tipo social que se resiste a desaparecer. En: *Repensar la agricultura familiar. Aportes para desentrañar la complejidad agraria pampeana*. Natalia lopez Castro y Guido Pricidera (comp). Ed CICCUS, Buenos Aires. 167-184pp.

García M **(**2012). *Análisis de las transformaciones de la estructura agraria hortícola platense en los últimos 20 años. El rol de los horticultores bolivianos*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. 432pp. Disponible en: http://hdl.handle.net/10915/18122

García M (2014). Crítica al enfoque clásico de innovación tecnológica: Estudio de caso del invernáculo en el Cinturón Hortícola Platense. *Geograficando* 10 (1).

Garrido Fernandez FE (2006). Los agricultores como actores de la política agroambiental. Un enfoque multidimensional. *Papers: Revista de sociología*, 81: 37- 62.

Guzmán Casado, GI y AM Alonso Mielgo (2007). La investigación participativa en agroecología: una herramienta para el desarrollo sustentable. *Ecosistemas,*16 (1): 24-36.

Hang G, C Kebat, ML Bravo, G Larrañaga, C Seibane, G Ferraris , M Otaño y V Blanco (2010). Identificación de sistemas de producción hortícola en el partido de La Plata, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista Bioagro* 22(1): 81-86.

Harte MJ (1995). Ecology, sustainability, and environment as capital. *Ecological Economics* 15:157- 164.

Izcara Palacios SP (2004). Valores medioambientales de los agricultores en Japón y España. *Revista observatorio medioambiental*, 7:175-193.

Meyer JR, Campbell CL, Moser JJ y Heck WW (1992). Indicators of the ecological status of agroecosystems. En: Makenzie DH, Ecological Indicators, Elsevier Applied Sciences, London. Vol 1, Cap 35:629-658.

Nicholls CI y MA Altieri 2012. Modelos ecológicos y resilientes de producción agrícola para el siglo XXI. *Agroecología,* 6: 28-37.

Pretty JN, C Brettb, D Geec, RE Hinea, CF Masond, JIL Morisond, H Ravene, MD Raymentf y G van der Bijlg (2000). An assessment of the total external cost of UK agriculture. *Agricultural Systems,* 65:113-136.

Sarandón SJ, MS Zuluaga, R Cieza, C Gómez, L Janjetic y E Negrete (2006). Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Revista Agroecología*, 1: 19-28.

Selis D (2012). Análisis de la institucionalidad asociada a los procesos de innovación tecnológica en el sector hortícola del Gran La Plata. *Mundo Agrario*, 12 (24):25pp.

Toledo VM (2005). La memoria tradicional: la importancia agroecológica de los saberes locales. *LEISA Revista de Agroecología*, 20-4 :16-19.

CAPÍTULO 4
Evaluación de agroecosistemas familiares de Corrientes, Argentina

María José Iermanó, Carolina Almada, Santiago Sarandón, María Mercedes Pereda y Fernando Aníbal Fleita

Introducción

El gran desarrollo agrícola producido en las últimas décadas estuvo centrado principalmente en tecnología de insumos y capital intensiva. Esto permitió un aumento de la productividad y rentabilidad de los sistemas productivos, pero estuvo asociado a grandes impactos sociales, ambientales y económicos (Sarandón y Flores, 2014). Esto generó un "costo oculto" expresado en la degradación del capital natural y el desplazamiento de muchos/as agricultores/as de menores recursos, que no pudieron adaptarse a las nuevas tecnologías (INTA, 2005; Sili, 2005).

La vulnerabilidad de los sistemas productivos de pequeña escala frente al avance de la lógica comercial de la agricultura moderna y la dependencia de insumos costosos, entre otros aspectos, generó una disminución de los sistemas productivos de pequeños/as productores/as, ya que la tecnología generada no acompañó las necesidades de la agricultura familiar (INTA, 2005). Para revertir esto, es necesario hacer visible la importancia de los/las pequeños/as productores/as familiares para la sustentabilidad de los territorios, así como su potencial para la producción agroecológica.

La evaluación de la sustentabilidad de los agroecosistemas permite dar a conocer sus características, ventajas y puntos críticos desde un enfoque multidimensional. Por las características de los agroecosistemas familiares, no es posible evaluar la sustentabilidad considerando únicamente la rentabilidad o la productividad, sino que hay que considerar el contexto en el cual se insertan, los factores extraeconómicos y la relación entre el manejo y los procesos ecológicos. La PROMES es una propuesta adecuada porque permite realizar una evaluación considerado estos múltiples aspectos y adaptándola a las condiciones locales. Asimismo, a través de la dimensión ecológico-productiva, es posible evaluar las estrategias de manejo realizadas en estos agroecosistemas diversificados y su vínculo con la agrobiodiversidad funcional (Iermanó et al., 2018).

En el presente capitulo se presenta la aplicación de la PROMES para la evaluación de agroecosistemas familiares diversificados del centro-oeste de Corrientes, Argentina. El estudio fue realizado entre 2018 y 2019, en el departamento de Bella Vista, evaluando agroecosistemas

familiares de pequeña escala de tipo agroecológico. En el capítulo se describe el contexto en el que están inmersos dichos agroecosistemas, las características de los/las pequeños/as productores/as de la región, la importancia de la biodiversidad productiva, los pasos para la evaluación, los resultados y su análisis. La descripción del contexto de los sistemas a estudiar, así como sus características en relación con el mismo, es fundamental para ajustar la evaluación y dimensionar su importancia y representatividad.

El contexto

En la provincia de Corrientes, se produjo entre 1930 y 1960 la expansión de los cultivos industriales (algodón, yerba mate, tabaco, etc.), ocurriendo posteriormente un proceso de sustitución de cultivos industriales (tabaco, algodón) por los cítricos, la frutilla, el tomate, el pimiento y el arroz (Slutzky, 2011). Estas transformaciones agrarias generaron una divergencia entre "las tendencias recientes de la moderna agricultura y la pequeña producción familiar tradicional, tan representativa de las economías regionales" (Valenzuela, 2006)

Continuando con este proceso, a partir de la década de los noventa se produjo un vertiginoso aumento del área implantada, así como una intensificación en la producción (Slutzky 2011), acompañado de un marco de convertibilidad, apertura de la economía y desregulación de los mercados, y consecuente caída de precios y aumento de costos de producción a causa de la intensificación (Manzanal, 2000; Sili, 2005). Esto representó un quiebre de las producciones para autoconsumo (Valenzuela, 2006; Slutzky, 2011) y de la autonomía de los/las agricultores/as familiares, ya que se produjo la simplificación de los sistemas que se volcaron únicamente a los cultivos comerciales.

En este sentido, en el centro-oeste de la provincia, donde existe una gran heterogeneidad de sistemas productivos y más del 75% de los/las productores/as son familiares de pequeña escala (menos de 50 ha) (Cad *et al*, 2011), predomina la lógica de la agricultura moderna de sistemas productivos simplificados, especializados en unos pocos cultivos comerciales y con alto uso de insumos. En los sistemas más comerciales la citricultura, la horticultura y la producción de frutilla, se realizan en monocultivo, con escasa diversificación productiva y un alto uso de plaguicidas para el control de adversidades bióticas (Palau et al., 2010). Este elevado uso de agroquímicos genera problemas para la salud de las familias productoras y consumidoras, y causa impactos negativos sobre el ambiente y el medio rural. Además, debido a la escasa diversificación de cultivos y la dependencia de insumos que elevan considerablemente los costos, estos sistemas se enfrentan a un mayor riesgo económico y productivo. Esta situación los convierte en vulnerables frente a un contexto de crisis nacional, devaluación y desfinanciamiento para el sector de la agricultura familiar.

En este contexto, algunos/as productores/as familiares diversificados/as orientaron su modelo productivo hacia la agroecología, recorriendo un proceso gradual de transición (Pereda et al., 2015; Iermanó et al., 2020). Este proceso se vio favorecido debido a características propias de estos sistemas, como la diversidad productiva en función del autoconsumo, el bajo uso de

insumos, la pequeña escala, los saberes locales, entre otras. Por lo tanto, a pesar del predominio de la agricultura convencional en la región, aún existen productores/as familiares diversificados/as, algunos de ellos/ellas orientados explícitamente a la agroecología y otros/as que tendrían potencial para iniciar una transición.

Los/las pequeños/as productores/as familiares del centro-oeste de Corrientes

En la provincia de Corrientes los estratos de productores/as están bien diferenciados entre grandes explotaciones y minifundios (Valenzuela, 2006). Esta estructura responde al proceso de apropiación de la tierra, que era vendida o cedida por el estado en grandes extensiones que se utilizaban para la ganadería extensiva, dejando pocas tierras disponibles para la colonización (Slutzky, 2011). Las colonias agrícolas creadas quedaron relegadas a esas tierras que fue fraccionada en pequeñas superficies (Valenzuela, 2006; Slutzky, 2011). En este sentido, de acuerdo con el CNA 2018, en el centro-oeste de la provincia el 54% de los establecimientos agropecuarios poseen superficies de hasta 50 ha y ocupan solo el 2% de la superficie, demostrando el predominio de los/las pequeños/as productores/as. De acuerdo con Cad et al. (2011), en la región predominan los/las pequeños/as productores/as descapitalizados/as, que poseen una dotación de recursos escasa, estrategias de trabajo extrapredial y producción para el autoconsumo.

Pequeños/as productores/as del departamento de Bella Vista

En el departamento de Bella Vista hay una importante presencia de pequeños/as productores/as familiares (Cad *et al*, 2011). De acuerdo con los datos del CNA 2018, los establecimientos agropecuarios menores a 50 ha representan el 72% del total del departamento, aunque abarcan solamente el 5% de la superficie con establecimientos agropecuarios (Tabla 5.1). Esto da cuenta de la importancia de la producción de pequeña escala para la zona, que, si bien no ocupa una gran superficie, tiene el rol fundamental de habitar los espacios rurales, producir alimentos de cercanía, generar trabajo para las familias y oportunidades para los jóvenes.

Al comparar la cantidad de establecimientos agropecuarios en el departamento de Bella Vista entre el CNA 2002 y el CNA 2018, se observa que la cantidad de establecimientos agropecuarios (EAPs) menores a 50 ha disminuyó un 48%. Sin embargo, aún persiste un gran número de agroecosistemas familiares, cuyas estrategias de permanencia se vinculan con la diversificación productiva, intrapredial y extrapredial. Para evitar que continúe su desaparición, es fundamental visibilizar su importancia para el territorio, así como su potencial para la producción agroecológica.

Las producciones predominantes en los agroecosistemas de pequeños/as productores/as son la ganadería, la horticultura y la citricultura (Cad *et al*, 2011). La mayor cantidad de

establecimientos agropecuarios con ganado bovino está en manos de pequeños/as productores/as, aunque poseen solamente un 20% del total de existencias del departamento, destacándose esta producción como un complemento para el autoconsumo familiar (Cad *et al*, 2011). Según datos del CNA (2002) el 58% de los establecimientos de Bella Vista tienen rodeos de menos de 30 cabezas, mientras que el 28,3% tiene rodeos de menos de 10 cabezas.

Tabla 4.1: Cantidad y superficie de Establecimientos Agropecuarios (EAPs), por escala de extensión, para el CNA 2002 y CNA 2018, en el departamento de Bella Vista, Corrientes, Argentina. Fuente: Elaboración propia según datos del CNA 2002 y CNA 2018.

	EAPs CNA 2002	EAPs CNA 2018	Reducción		Superficie CNA 2002	Superficie CNA 2018	Reducción	
	EAPs	EAPs	EAPs	%	ha	ha	ha	%
Total Departamento	1.065	602	463	43	123.508	103.374	20.134	16
Hasta 5	288	160	128	44	850,5	439,9	411	48
5,1 - 10	156	90	66	42	1.249,2	708,5	541	43
10,1 - 25	260	125	135	52	4.372,6	2.221,2	2.151	49
25,1 - 50	139	62	77	55	5.121,3	2.410,7	2.711	53
Total hasta 50 ha	843	437	406	48,2	11.594	5.780	5.813	50
Porcentaje del total por departamento	79,2%	72,6%			9,4%	5,6%		

La producción avícola es de tipo tradicional, estando más del 80 % en manos de productores/as familiares (Cad *et al*, 2011). Esta característica la diferencia del esquema de negocio empresarial de gran escala desarrollado en otras provincias, a la vez que le confiere características particulares vinculadas a una gran diversidad genética y a formas de manejo no estabulado (cría de gallinas sueltas, pastoreo, alimentación muy diversificada, etc.). Lo mismo ocurre con la producción porcina, que mayormente está en manos de la pequeña agricultura familiar y tiene como principal destino el autoconsumo (Cad *et al*, 2011). En Bella Vista, el 52,5 % de las existencias porcinas se encuentran en establecimientos de productores/as familiares (Cad *et al*, 2011).

Una enorme fracción de la producción hortícola se desarrolla en establecimientos de pequeños/as productores/as familiares, a los cuales les corresponde el 39% de la superficie hortícola a campo y el 50 % de la superficie hortícola bajo cubierta (Cad *et al*, 2011). En los sistemas de horticultura se produce: en chacra a campo (principalmente batata, berenjena, chaucha, choclo, frutilla, mandioca, melón, sandía, tomate, zapallito) y en huerta a campo o bajo cubierta (tomate, pimiento, acelga, albahaca, apio, calabaza, cebolla de bulbo y de verdeo, lechuga, papa, pepino, perejil, repollo, zanahoria, zapallo anco, entre otros). En la producción

hortícola cobra importancia la existencia de explotaciones hortícolas altamente tecnificadas con producción bajo cobertura plástica, obteniéndose gran parte de la producción hortícola provincial (Acosta et al, 2009). El 50% de la superficie ocupada con frutales corresponde a la pequeña agricultura familiar (Cad et al., 2011). La fruticultura es principalmente cítrica, predominando el limón, la naranja y la mandarina. En los últimos años la superficie implantada con limón aumentó considerablemente, convirtiéndose en el principal cítrico del departamento. Esta producción se desarrolla bajo una lógica intensiva en insumos.

El sistema familiar diversificado

A pesar del predominio de la agricultura convencional, aún existen en la región productores/as familiares en cuyo modelo productivo prevalecen las tecnologías de procesos y la diversificación productiva en función del autoconsumo y la comercialización a escala local. Este modelo de agricultura familiar diversificada coexiste en la región con un número superior de sistemas productivos comerciales convencionales (igualmente de pequeña escala).

En los agroecosistemas familiares diversificados, la unidad doméstica está integrada a la unidad productiva (Balsa, 2011), conformando un núcleo social de gestión del agroecosistema (NSGA) (Petersen *et al*, 2017). En estos sistemas, las estrategias de las familias productoras combinan en sus objetivos la reproducción de las unidades productivas y la satisfacción de las necesidades de consumo, variando en función del momento del ciclo familiar y de la coyuntura económico-productiva por la que se esté atravesando (Balsa, 2011). Por ello, los objetivos de la unidad productiva y la toma de decisiones se rigen mayormente por elementos extraeconómicos. Asimismo, estos agroecosistemas son unidades de manejo económico-ecológico contextualizadas en los territorios, por lo que el manejo varía en función de los cambios externos (variaciones en los mercados, medio ambiente, contexto político-institucional) o internos en los agroecosistemas (cambios de los miembros, ciclos familiares, recursos disponibles, etc.) (Petersen *et al*, 2017).

En las economías agrícolas familiares aspectos como la producción mercantil y de autoconsumo, los tiempos de participación social (importantes para los vínculos sociales que mejoran la estructura técnico-económica del agroecosistema), el trabajo doméstico (principalmente realizado por las mujeres) y la participación de los jóvenes, son componentes esenciales de la producción de valor y la reproducción social (Petersen et al., 2017). Estos elementos están ausentes en la lógica de la economía neoclásica por lo que sería necesario incorporarlos en las evaluaciones de los agroecosistemas familiares.

La importancia de la diversificación productiva

En los agroecosistemas familiares diversificados frecuentemente se produce con bajo uso de insumos, en chacra a campo, en huerta a campo o bajo cubierta, en complemento con animales de granja, ganadería, apicultura, etc. (Cad *et al*, 2011). En general, el manejo de la agrobiodiversidad de estos sistemas es utilizado como una estrategia que garantiza la seguridad alimentaria de los productores/as, asiste a la comercialización local y funciona como estrategia de manejo frente a adversidades.

En este universo se encuentran tanto productores/as agroecológicos/as, que llevan a cabo estrategias de manejo de la biodiversidad de manera deliberada, como otros/as productores/as no agroecológicos/as o en transición, que producen así por costumbre o falta de recursos. En estos/as últimos/as, la configuración del agroecosistema está dada por el tipo de manejo biodiverso, lo que hace que tengan características muy similares a un sistema agroecológico. Por lo tanto, es posible que, con pequeños cambios en el manejo, los sistemas en transición logren una producción agroecológica. Este potencial para el manejo agroecológico y la sustentabilidad debe confirmarse localmente, por lo que es necesario analizar si estos sistemas reúnen características que los acercan a la sustentabilidad.

Los sistemas que tienen como destino productivo el autoconsumo y el comercio local, están integrados por muchos subsistemas de diferentes actividades productivas. La integración de los diferentes subsistemas es fundamental para potenciar los ciclos internos de regulación, por lo que cobran relevancia las interacciones y rotaciones entre ellos. Por ejemplo, la estrategia de manejo de la materia orgánica, relacionada a la incorporación de materia orgánica al suelo a través de estrategias manejo de los residuos de cultivo, la aplicación de abonos orgánicos, la utilización de cultivos de cobertura, el manejo de la vegetación espontánea, indica la posibilidad de una mejor calidad de suelo. Este aspecto evalúa la dimensión específica y estructural de la biodiversidad (favorece la complejidad de las cadenas tróficas de los descomponedores), colabora con los procesos de ciclado de nutrientes, ciclo del agua y regulación biótica, y se relaciona con los recursos suelo, agua y biodiversidad.

También es relevante en estos sistemas la biodiversidad a escala de parcela y todos los arreglos que tengan que ver con su manejo. En el caso de la chacra y la huerta la biodiversidad tiene que ver con los cultivos asociados, intercalados, escalonados en el tiempo, barreras de especies aromáticas. En el caso de un monte frutal cobran importancia aspectos relacionados con la presencia de cortinas rompevientos, las variedades de los frutales, el manejo en las canchas (si hay cultivos, vegetación espontanea o un abono verde), la cobertura del suelo, el uso de abonos orgánicos, etc.

Estas estrategias de manejo favorecen la agrobiodiversidad funcional y la disminución del uso de insumos, por lo que su estudio y visibilización es una fortaleza para los procesos locales de transición agroecológica.

Evaluación de la sustentabilidad de agroecosistemas familiares diversificados: uso de la metodología de indicadores

El estudio se desarrolló entre 2017 y 2018, en el departamento de Bella Vista, provincia de Corrientes, Argentina. Éste se encuentra a orillas del río Paraná, en una planicie sedimentaria ligeramente ondulada de lomadas arenosas que se alternan con un número de depresiones, conteniendo abundante cantidad de lagunas, esteros y cañadas (Acosta *et al*, 2009).

Dado que la evaluación de la sustentabilidad de los agroecosistemas requiere un abordaje sistémico, debe realizarse en los campos de los/las propios/as productores/as, utilizando para ello la metodología de estudios de caso (Moonen y Bàrberi, 2008). Por lo tanto, se tomó como unidad básica de trabajo a la unidad productiva, también denominada agroecosistema o núcleo social de gestión del agroecosistema.

Se analizaron cinco sistemas familiares diversificados de pequeña escala denominados agroecológicos (A) pertenecientes al Grupo Agroecológico Las Tres Colonias, Bella Vista, Corrientes, Argentina (Iermanó *et al*, 2020). Son agroecosistemas familiares de pequeña escala (entre 2 y 50 ha), en los que desarrollan variadas actividades agropecuarias y manufactura a escala familiar. Cada agroecosistema difiere en cuanto a dotación de recursos y actividades productivas predominantes, siendo la diversificación productiva el denominador común.

El grupo inició en 1998, se formalizó en el año 2006, inauguró la Feria Agroecológica en el año 2009 y creó el Sistema Participativo de Garantía de Producción Agroecológica (SPG) en el año 2011 (Pereda *et al*, 2015). El sistema es de carácter local y les permite comercializar productos denominados agroecológicos dentro del Municipio de Bella Vista. Apunta a asegurar la calidad de los productos ofrecidos, a través del seguimiento participativo de los sistemas productivos, promoviendo la participación directa de consumidores, pequeños/as productores/as y otros actores en el control de calidad.

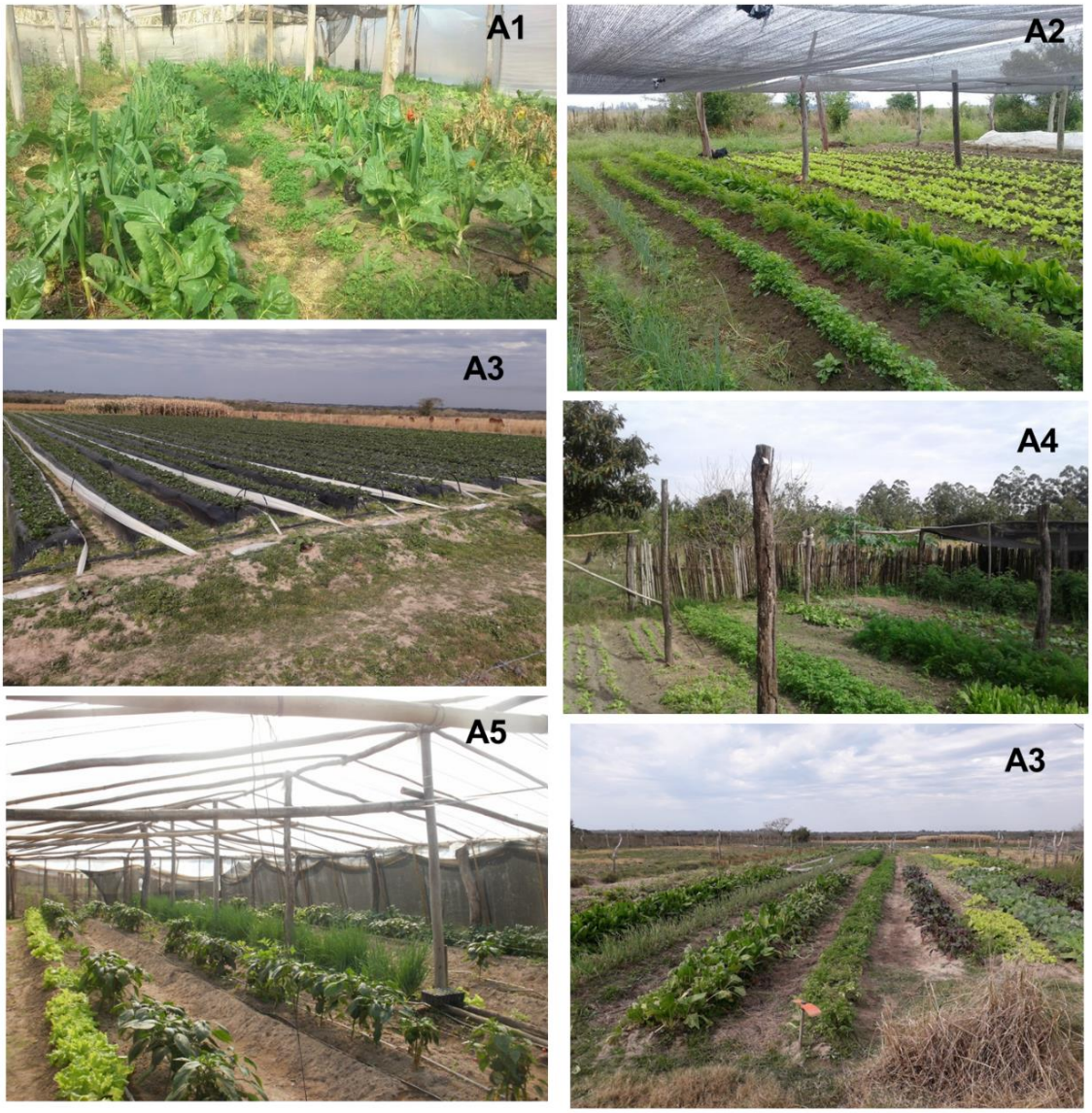
El SPG se sostiene en tres pilares (Pereda *et al,* 2015): a) La Familia (asume su compromiso de actuar bajo las normas de la producción agroecológicas acordadas por el grupo), b) El Grupo (mediante visitas cruzadas controlan y avalan la forma de producción de cada familia) y c) El Consejo de Garantía Participativa (CGP) (integrado por productores/as, instituciones y consumidores, es el encargado de regular el sistema garantizando la calidad agroecológica de los productos).

Los cinco sistemas productivos estudiados tienen menos de 10 ha y producción de huerta, chacra, animales de granja y ganadería vacuna sobre pastizal (hasta 20 cabezas), sólo tres tienen cítricos. En líneas generales, la superficie cultivada varía entre 1 y 4 ha, el resto corresponde a pastizal. Cada sistema tiene una actividad predominante en función del mercado: A1 (acelga y pollos parrilleros), A2 (verdura de hoja), A3 (frutilla), A4 (verdura y batata), A5 (cítricos y batata) (Figura 5.1), aunque también comercializan las otras producciones en menor escala. La ganadería funciona como una caja de ahorro y un ingreso fijo anual con la venta de algún ternero. Además, juega un rol importante para el consumo familiar de leche y queso (elaboración propia).

Construcción de los indicadores

Como primer paso de la construcción de indicadores se estableció el marco conceptual, definiendo a la agricultura sustentable como “aquella que permita mantener en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfagan las necesidades alimenticias, socioeconómicas y culturales de la población, dentro de los límites biofísicos que establece el correcto funcionamiento de los sistemas naturales (agroecosistemas) que lo soportan” (Sarandón et al., 2006). Se consideró que para el logro de una agricultura sustentable es necesario realizar un proceso de transición hacia sistemas de base agroecológica, entendiendo a la agroecología “como un nuevo enfoque, más amplio, que reemplaza la concepción puramente técnica por una que incorpora la relación entre la agricultura y el ambiente global y las dimensiones sociales, económicas, políticas y culturales” (Sarandón, 2010).

Figura 4.1: Sistemas agroecológicos familiares diversificados de pequeña escala (A), Bella Vista, Corrientes, Argentina.



Fotos: Carolina Almada, Claudia Tofanelli, María Mercedes Pereda, María José Iermanó.

Se buscó evaluar la sustentabilidad del modelo productivo llevado a cabo por las familias agricultoras de acuerdo con su contexto y características socioculturales. El objetivo principal de la evaluación fue generar información sobre los sistemas de producción agroecológicos de Bella Vista, para ser difundida entre técnicos, investigadores, funcionarios y otros actores interesados. La evaluación fue realizada por investigadores/as y técnicos/as, con la colaboración de las familias, pero no se realizó mediante un proceso participativo. Asimismo, los indicadores fueron pensados para posteriormente adaptarse a un formulario de autoevaluación que sea utilizado por las familias como parte del SPG con el que cuenta el grupo (Pereda *et al*, 2015).

Luego se definieron dos grandes dimensiones de análisis: socioeconómica y ecológico-productiva. Dentro de la dimensión socioeconómica se consideraron aspectos vinculados a la autonomía, el acceso a las necesidades básicas, la participación social, el autoconsumo, los circuitos de comercialización, la generación de ingresos, la valorización de la naturaleza. Dentro de la dimensión ecológico-productiva, se consideraron los aspectos del diseño y manejo del agroecosistema que influyen positivamente en la agrobiodiversidad funcional y los procesos ecológicos (Iermanó *et al,* 2018), tomando como base las dimensiones de la biodiversidad propuestas por Gliessman (2002) (genética, específica, vertical, horizontal, estructural y temporal). Al evaluar la biodiversidad funcional de un agroecosistema mediante el uso de indicadores, se evalúan simultáneamente los bienes comunes y los procesos ecológicos, ya que las estrategias de manejo que permiten la preservación de los bienes comunes están íntimamente relacionadas entre sí y con el manejo de la biodiversidad (Iermanó et al., 2018). Esto permite una visión más integradora y utilitaria de la evaluación de la dimensión ecológico-productiva de la sustentabilidad.

Se tomaron como base los indicadores y la estandarización utilizados por diversos autores para sistemas hortícolas o diversificados de pequeña escala (Sarandón *et al*, 2006; Acevedo Osorio, 2009; Abraham *et al*, 2014; Chango Amaguaña, 2014; Flores y Sarandón, 2015; Blandi *et al*, 2015; Deluchi *et al*, 2015). Se priorizaron aquellos indicadores que permitían la recolección de datos de manera sencilla, mediante entrevista y observación, sin la necesidad de realizar ensayos o análisis de laboratorio. Los indicadores seleccionados se adaptaron de acuerdo con las condiciones sitio-específicas, seleccionando los que se adaptaban a la situación estudiada, modificado las estandarizaciones y creando nuevos indicadores. Se definieron 21 indicadores socioeconómicos y 18 indicadores ecológico-productivos (Tablas 5.2 y 5.3). Los indicadores se estandarizaron en una escala de 0 a 4 (a mayor valor mayor sustentabilidad). Se consideró a todos los indicadores con el mismo peso relativo, por lo que la ponderación fue igual para todos.

Tabla 4.2: Indicadores socioeconómicos empleados en 5 sistemas agroecológicos familiares diversificados de pequeña escala, en Bella Vista, Corrientes, Argentina.

Indicadores	Estandarización
Seguridad y soberanía alimentaria	4: Puede acceder a la canasta básica alimentaria y a otros alimentos sin limitaciones. El 80% de los alimentos que consume durante todo el año son producidos en el establecimiento. Acceso al agua potable; 3: Puede acceder a la canasta básica alimentaria y a otros alimentos con limitaciones. El 60% de los alimentos que consume durante todo el año son producidos en el establecimiento. Acceso al agua potable; 2: Puede acceder a la canasta básica alimentaria. El 40% de los alimentos que consume durante todo el año son producidos en el establecimiento. Acceso al agua potable; 1: Puede acceder a la canasta básica alimentaria. El 20% de los alimentos que consume durante todo el año son producidos en el establecimiento. Acceso al agua potable; 0: No puede acceder a la canasta básica alimentaria. Menos del 20% de los alimentos que consume durante todo el año son producidos en el establecimiento. Sin acceso al agua potable.
Vivienda	4: Su vivienda es de material, tiene la habitación matrimonial separada de la de los hijos, y las habitaciones tienen menos de 3 individuos, con baño adentro, luz eléctrica y acceso al agua; 3: Vivienda de material, con baño adentro, luz eléctrica y acceso al agua; 2: Vivienda de material, con baño afuera, luz eléctrica y acceso al agua; 1: Casa de chapa, madera o plástico, con baño adentro, luz eléctrica y acceso al agua; 0: Casa de chapa, madera o plástico, sin servicios de luz y/o acceso al agua.
Salud	4: Centro sanitario con médicos permanentes e infraestructura adecuada y/o cobertura médica prepaga. Uso frecuente de plantas medicinales para la atención primaria de la salud familiar; 3: Centro sanitario con personal temporario medianamente equipado. Uso frecuente de plantas medicinales para la atención primaria de la salud familiar; 2: Centro sanitario mal equipado y personal temporario. Eventual uso de plantas medicinales para la atención primaria de la salud familiar; 1:

Indicadores	Estandarización
	Centro sanitario mal equipado y sin personal idóneo. Eventual uso de plantas medicinales para la atención primaria de la salud familiar; 0: Sin centro sanitario cercano. No utiliza plantas medicinales para la atención primaria de la salud familiar.
Educación	4: Ellos o sus hijos tienen acceso a educación superior y/ o cursos de capacitación; 3: Ellos o sus hijos tienen acceso a escuela secundaria (pública o privada); 2: Ellos o sus hijos tienen acceso a la escuela primaria y secundaria con restricciones; 1: Ellos o sus hijos tienen acceso a la escuela primaria; 0: Ellos o sus hijos no tienen acceso a la escuela primaria
Aceptabilidad del sistema productivo	4: Está satisfecho con su sistema productivo y lo considera una forma de vida que no cambiaría aunque tenga un bajo beneficio económico (dentro de ciertos niveles); 3: Está satisfecho con su sistema productivo pero estaría dispuesto a incorporar cambios en el mismo si disminuyera su beneficio económico; 2: Está satisfecho con su sistema productivo pero estaría dispuesto a cambiar de actividad si disminuyera su beneficio económico; 1: Está poco satisfecho con esta forma de vida y con la actividad que realiza, la hace únicamente porque percibe un alto beneficio económico o porque no sabe qué otra cosa puede hacer. Anhela vivir en la ciudad y ocuparse de otra actividad; 0: El productor está totalmente insatisfecho con la actividad que realiza y está decidido a cambiar de actividad. Está desilusionado con la vida que lleva y está buscando una oportunidad para dejar la producción.
Riesgo a la salud por uso de agroquímicos	4: No utiliza pesticidas y/o utiliza sólo productos biológicos o naturales de baja toxicidad en frecuencias adecuadas; 3: Productos exclusivamente de categorías poco tóxicas, en dosis y frecuencias adecuadas o menores a las recomendadas, eventualmente uso de productos biológicos o naturales en frecuencias adecuadas; 2: Productos de categorías poco tóxicas, en dosis o frecuencias superiores a las indicadas; 1: Productos en mayor proporción de las categorías más tóxicas, en dosis y frecuencias adecuadas; 0: Productos exclusivamente de las categorías más tóxicas, en dosis y frecuencias superiores a las indicadas.
Grado de integración social	4: Se relaciona habitualmente con sus vecinos/as y participa activamente de alguna asociación de productores/as, tiene acceso al asesoramiento técnico y a otras formas de información sobre la actividad (participación de charlas, jornadas informativas, etc.). Como resultado planifican y ejecutan acciones a nivel predial; 3: Se relaciona habitualmente con sus vecinos/as y participa activamente de alguna asociación de productores/as. Tiene acceso al asesoramiento técnico o a otras formas de información sobre la actividad (participación de charlas, jornadas informativas, etc.). Como resultado planifican y ejecutan acciones a nivel predial; 2: Se relaciona habitualmente con sus vecinos/as y participa activamente de alguna asociación de productores/as o tiene acceso al asesoramiento técnico o a otras formas de información sobre la actividad (participación de charlas, jornadas informativas, etc.). Eventualmente se planifican y ejecutan acciones a nivel predial; 1: Se relaciona con sus vecinos/as pero no pertenece a ningún tipo de asociación de productores/as o tiene acceso al asesoramiento técnico u otras formas de información sobre la actividad (participación de charlas, jornadas informativas, etc.); 0: Solo se relaciona con sus vecinos/as en circunstancias excepcionales. No tiene otro tipo de integración social.
Conocimientos locales ancestrales	4: Conoce y practica numerosos (más de 10) saberes y conocimientos locales ancestrales en aspectos productivos y/o medicinales y/o alimenticios; 3: Conoce y practica varios (hasta 10) saberes y conocimientos locales ancestrales en aspectos productivos y/o medicinales y/o alimenticios; 2: Conoce y practica algunos (hasta 7) saberes y conocimientos locales ancestrales en aspectos productivos y/o medicinales y/o alimenticios; 1: Conoce y practica muy pocos (hasta 3) saberes y conocimientos locales ancestrales en aspectos productivos y/o medicinales y/o alimenticios, o conoce algunos pero no los pone en práctica; 0: No tiene noción de los saberes y conocimientos locales ancestrales (productivos, medicinales, alimenticios).
Integración Familiar	4: Todos los miembros del grupo familiar participan de las actividades del sistema; 3: La mayoría del grupo familiar participa de las actividades del sistema; 2: Sólo la mitad del grupo familiar participa de las actividades del sistema; 1: Solo un integrante del grupo familiar está abocado a las actividades del sistema; 0: No hay participación de la familia en las actividades del sistema.
Relación con la naturaleza	4: El productor conoce cabalmente los impactos de la agricultura sobre el ambiente y escoge sus técnicas de producción con el objetivo de disminuir esos impactos; 3: El productor conoce algunos impactos de la agricultura sobre el medio ambiente y selecciona algunas prácticas que le permitan disminuir esos impactos (no uso de agroquímicos más prácticas conservacionistas); 2: El productor desconoce los impactos de la agricultura sobre el medio ambiente pero le gustaría aumentar su conocimiento en ese aspecto e incorporar prácticas más “benignas” con el ambiente; o no percibe las consecuencias que pueden ocasionar algunas prácticas pero utiliza prácticas de bajos insumos; 1: El productor conoce los impactos de la agricultura sobre el medio ambiente pero no toma en cuenta este conocimiento para manejar su sistema productivo; o no percibe las consecuencias que pueden ocasionar algunas prácticas y realiza una práctica agresiva al medio por causa de este desconocimiento; 0: El productor desconoce los impactos de la agricultura sobre el medio ambiente y realiza una práctica agresiva al medio por causa de este desconocimiento; o tiene la sensación que algunas prácticas pueden estar perjudicando al medio ambiente pero no está interesado en incorporar prácticas más “benignas” con el ambiente.
Ofrecimiento de alimentos variados	4: Gran diversidad ofrecida (más de 15 productos de origen animal y/o vegetal), asegurando el origen agroecológico de la producción a través de un sistema de certificación participativa; 3: Mucha diversidad ofrecida (de 10 a 15 productos de origen animal y/o vegetal), asegurando el origen agroecológico de la producción a través de un sistema de certificación participativa; 2: Moderada diversidad ofrecida (de 7 a 10), asegurando el origen agroecológico de la producción a través de un sistema de certificación participativa; 1: Poca diversidad ofrecida (de 4 a 6 productos de origen animal y/o vegetal), asegurando el origen agroecológico de la producción a través de un sistema de certificación participativa; o moderada diversidad ofrecida (de 7 a 10 productos de origen animal y/o vegetal) aunque no puede asegurar el origen agroecológico de la producción a través de un sistema

Indicadores	Estandarización
	de certificación participativa; 0: Mínima diversidad ofrecida (de 1 a 3 productos de origen animal y/o vegetal), independientemente de si cuenta con certificación agroecológica o no.
Tenencia de la tierra	4: El agricultor es dueño de la tierra; 3: Es dueño de una porción de la tierra y alquila otra; 2: Un pariente cercano o amigo es dueño de la tierra; 1: El agricultor alquila la totalidad de la tierra; 0: Tenencia de la tierra no formalizada.

Indicadores	Estandarización
Diversificación productiva	4: Realiza más de 5 actividades productivas diferentes (ganadería, animales de granja, huerta, chacra, frutales, etc.). Produce más de 10 cultivos diferentes por ciclo productivo; 3: Realiza 4-5 actividades productivas diferentes en el agroecosistema. Produce entre 8 y 10 cultivos diferentes por ciclo productivo; 2: Realiza 3 actividades productivas diferentes en el agroecosistema. Produce entre 5 y 7 cultivos diferentes por ciclo productivo; 1: Realiza 2 actividades productivas diferentes en el agroecosistema. Produce entre 2 y 4 cultivos diferentes por ciclo productivo; 0: Realiza solamente 1 actividad productiva en el agroecosistema. Produce menos de 2 cultivos diferentes por ciclo productivo.
Canales de comercialización	4: Comercializa sus productos en más de 4 canales; 3: Comercializa sus productos en 4 canales; 2: Comercializa sus productos en 3 canales; 1: Comercializa sus productos en 2 canales; 0: Comercializa sus productos en 1 solo canal.
Reducción de intermediarios	4: Comercializa el total de su mercadería sin intermediarios (100%); 3: Comercializa la mayor parte de su mercadería sin intermediarios (75%); 2: Comercializa parte de su mercadería sin intermediarios (50%); 1: Comercializa una pequeña parte de su mercadería sin intermediarios (25%); 0: Comercializa su mercadería exclusivamente con intermediarios.
Uso de insumos externos	4: Al menos el 75% de los insumos son obtenidos dentro del agroecosistema (menos del 25% de los insumos son externos); 3: Entre el 50 y el 75% de los insumos son obtenidos dentro del agroecosistema (25-50% de los insumos son externos); 2: Entre el 25 y el 49% de los insumos son obtenidos dentro del agroecosistema (51-75% de los insumos son externos); 1: Entre el 1 y el 24% de los insumos son obtenidos dentro del agroecosistema (76-99% de los insumos son externos); 0: Todos los insumos provienen de fuentes externas al agroecosistema.
Procedencia de insumos externos	4: La totalidad de los insumos externos utilizados provienen de sistemas vecinos y/o son productos de fabricación local y/o nacional; 3: Entre el 50 y el 75% de los insumos externos utilizados provienen de sistemas vecinos y/o son productos de fabricación local y/o nacional; 2: Entre el 25 y el 49% de los insumos externos utilizados provienen de sistemas vecinos y/o son productos de fabricación nacional; 1: Entre el 1 y el 24% de los insumos externos utilizados provienen de sistemas vecinos y/o son productos de fabricación local y/o nacional; 0: Todos los insumos externos utilizados son productos importados.
Acceso al financiamiento	4: Tiene acceso a financiamiento (financiación autogestionada, fondos rotatorios, créditos bancarios) pero no los necesita; 3: Tiene acceso a financiamiento y los utiliza 1 vez cada 4 o 5 años; 2: Tiene acceso a financiamiento y los utiliza 1 vez cada 2 o 3 años; 1: Tiene acceso a financiamiento y los utiliza 1 vez al año; 0: No tiene acceso a financiamiento.
Destino de la producción	4: Hasta el 80% de la producción del agroecosistema se destina a la venta, el resto se destina al autoconsumo; 3: Hasta el 60% de la producción del agroecosistema se destina a la venta, el resto se destina al autoconsumo; 2: Hasta el 40% de la producción del agroecosistema se destina a la venta, el resto se destina al autoconsumo; 1: Hasta el 20% de la producción del agroecosistema se destina a la venta, el resto se destina al autoconsumo; 0: La producción del agroecosistema se destina únicamente al autoconsumo.
Ingresos prediales	4: El resultado de la actividad (ingresos menos costos directos e indirectos) le permite obtener un ingreso más que suficiente para cubrir las necesidades básicas del productor y su familia y reponer el capital desgastado; 3: El resultado de la actividad le permite obtener un ingreso suficiente para cubrir sólo las necesidades básicas del productor y su familia y reponer el capital desgastado; 2: El resultado de la actividad le permite obtener un ingreso suficiente para cubrir las necesidades básicas del productor y su familia. No puede reponer el capital desgastado; 1: El resultado de la actividad le permite obtener un ingreso al necesario para cubrir las necesidades básicas del productor y su familia. No puede reponer el capital desgastado; 0: El resultado de la actividad no es suficiente para cubrir las necesidades básicas del productor y su familia. No puede cubrir los costos generados por la actividad productiva.
Ingresos extra prediales	4: No tiene y no necesita ingresos extra prediales; 3: No tiene ingresos extra prediales, aunque los necesitaría; o hasta un 30% de sus ingresos son extra prediales; 2: Entre un 31-50% de sus ingresos son extra prediales; 1: Entre un 51-70% de sus ingresos son extra prediales; 0: Más del 70% de sus ingresos son extra prediales.

Tabla 4.3: Indicadores ecológico-productivos empleados en 5 sistemas agroecológicos familiares diversificados de pequeña escala, en Bella Vista, Corrientes, Argentina.

Indicadores	Estandarización
Manejo de materia orgánica	4: Utiliza abono animal de diferentes orígenes (vacuno, aviar, ovino, etc.), compost, lombricompuesto, cultivos de cobertura y los residuos vegetales permanecen en el lote. Mantiene el suelo con cobertura viva o muerta; 3: Utiliza abono animal de un solo origen, compost, lombricompuesto o cultivos de cobertura. Los residuos vegetales permanecen en el lote. Mantiene el suelo con cobertura viva o muerta; 2: Utiliza abono animal de un solo origen y/o compost y/o lombricompuesto y/o cultivos de cobertura. Mantiene el suelo medianamente cubierto (cobertura viva o muerta); 1: Utiliza abono animal de un solo origen o compost o lombricompuesto o cultivos de cobertura. Suelo escasamente cubierto (cobertura viva o muerta); 0: No utiliza ninguna de las estrategias de manejo de la materia orgánica. Suelo descubierto o escasamente cubierto.

Indicadores	Estandarización
Prácticas de labranza	4: Realiza siembra directa y/o labranza reducida. El laboreo del suelo puede ser con asada, con implementos traccionados por animales o tractor, pero siempre incorporando materia orgánica y mezclando superficialmente. Se deja más del 50% de residuos en superficie. Preparación del suelo con tiempo para la descomposición del rastrojo (sin quema de rastrojo). Cuando se utilizan implementos, la labranza es reducida (hasta 2 pasadas anuales); 3: Realiza siembra directa y/o labranza reducida. El laboreo del suelo puede ser con asada, con implementos traccionados por animales o tractor, pero siempre incorporando materia orgánica y mezclando superficialmente. Se deja más del 30% de residuos en superficie. Preparación del suelo con tiempo para la descomposición del rastrojo (sin quema de rastrojo). Cuando se utilizan implementos, la labranza es reducida (hasta 2 pasadas anuales); 2: Realiza labranza reducida. El laboreo del suelo puede ser con asada, con implementos traccionados por animales o tractor, pero con poca incorporación de materia orgánica y mezclando en profundidad. Cuando se utilizan implementos, la labranza es reducida (más de 2 pasadas anuales). Se deja más del 20% de residuos en superficie; 1: Realiza labranza convencional. El laboreo del suelo puede ser con asada, con implementos traccionados por animales o tractor, sin incorporación de materia orgánica y mezclando en profundidad. Cuando se utilizan implementos, la labranza es convencional, con implementos que rebaten el pan de tierra (más de 3 pasadas anuales). Se deja más del 20% de residuos en superficie; 0: Realiza labranza convencional. El laboreo del suelo puede ser con asada, con implementos traccionados por animales o tractor, sin incorporación de materia orgánica y mezclando en profundidad. Cuando se utilizan implementos, la labranza es convencional, con implementos que rebaten el pan de tierra (más de 3 pasadas anuales). Se deja menos del 20% de residuos en superficie.
Cobertura del suelo	4: El suelo tiene entre un 81 y 100 % de cobertura, principalmente viva (cultivada o espontánea); 3: El suelo tiene entre un 61 y 80 % de cobertura, principalmente viva (cultivada o espontánea); 2: El suelo tiene entre un 41 y 60 % de cobertura viva (cultivada o espontánea) y/o muerta; 1: El suelo tiene entre un 21 y 40 % de cobertura, principalmente muerta; 0: El suelo tiene entre un 0 y 20 % de cobertura, principalmente muerta.
Tipo y criterio de fertilización	4: Los nutrientes ingresan al sistema directamente como abono orgánico o indirectamente como insumos para la alimentación animal. Fertiliza considerando lo que extrae el cultivo o producto animal. Uso frecuente de leguminosas para fijación de nitrógeno. Uso de cenizas, estiércoles, lombricompuesto, compost, purines, supermagro (fertilizante foliar de base orgánica); 3: Los nutrientes ingresan al sistema principalmente de manera orgánica (fertilizante orgánico o alimentación animal), también ingresan como fertilizante mineral. Fertiliza considerando solamente los déficits de suelo. Uso de leguminosas para fijación de nitrógeno. Uso de supermagro; 2: Los nutrientes ingresan al sistema principalmente como fertilizante mineral (80%). Fertiliza todos los cultivos por igual, según presupuesto. Eventual uso de leguminosas para fijación de nitrógeno; 1: Al sistema ingresan únicamente fertilizantes minerales una vez al año. Fertiliza los lotes por igual, una vez al año; 0: No realiza ningún aporte externo de nutrientes.
Diversidad cultivada	4: Más de 15 cultivos diferentes por ciclo productivo; 3: 11-14 cultivos diferentes por ciclo productivo; 2: 7-10 cultivos diferentes por ciclo productivo; 1: 3-6 cultivos diferentes por ciclo productivo; 0: Menos de 3 cultivos diferentes por ciclo productivo.
Integración entre	4: Sistema diversificado en función del mercadeo y el autoconsumo (huerta, chacra, frutales, aves, vacunos, ovinos, etc.). Existen interacciones entre todos los subsistemas que la integran; 3: Sistema diversificado, pero

Indicadores	Estandarización
actividades productivas	solo en función del mercadeo como prioridad y el autoconsumo como secundario (huerta, chacra, frutales, aves, vacunos, etc.). Existen interacciones entre todos los subsistemas que la integran; 2: Sistema medianamente diversificado en función del mercadeo (menos de 3 tipos de actividades productivas). Se producen interacciones entre todos los subsistemas que la integran; 1: Sistema medianamente diversificado en función del mercadeo (menos de 3 tipos de actividades productivas). Eventualmente se producen interacciones entre algunos de los subsistemas que la integran; 0: Sistema poco diversificado en función del mercadeo (menos de 2 tipos de actividades productivas). Los subsistemas no están interrelacionados.
Presencia de ambientes seminaturales	4: El área cultivada representa el 60% o menos de la superficie del campo. El resto (más del 40%) se encuentra en forma de ambientes seminaturales frecuentemente planificados por el agricultor (bordes, franjas, corredores) y pastizal natural destinado a la alimentación animal (potrero); 3: El área cultivada representa entre el 61 y 70% de la superficie del campo. El resto (30-39%) se encuentra en forma de ambientes seminaturales eventualmente planificados por el agricultor (bordes, franjas, corredores) y pastizal natural destinado a la alimentación animal (potrero); 2: El área cultivada representa entre el 71 y 80% de la superficie del campo. El resto (20-29%) se encuentra en forma de ambientes seminaturales eventualmente planificados o sin planificar o de pastizal natural destinado a la alimentación animal (potrero); 1: El área cultivada representa entre el 81 y 90% de la superficie del campo. El resto (10-19%) se encuentra en forma de ambientes seminaturales sin planificar o de pastizal natural destinado a la alimentación animal (potrero); 0: El área cultivada representa más del 91% de la superficie del campo. El resto (menos del 10%) se encuentra en forma de ambientes seminaturales sin planificar o de pastizal natural destinado a la alimentación animal (potrero).
Presencia de parches forestales	4: Presencia de 4 o más parches forestales, distribuidos equitativamente. Superficie relativa de parches forestales superior al 1 %. Presencia de cortinas rompeviento para protección del monte frutal y/o el ganado; 3: Presencia de 2 o 3 parches forestales, distribuidos equitativamente. Superficie relativa de parches forestales superior al 0,8 %. Presencia de cortinas rompeviento para protección del monte frutal y/o el ganado; 2: Presencia de 2 o 3 parches forestales, distribuidos equitativamente. Superficie relativa de parches forestales superior al 0,6 %; 1: Presencia de 1 o 2 parches forestales, distribuidos equitativamente. Superficie relativa de parches forestales superior al 0,4 %; 0: Ausencia de parches forestales en el establecimiento.
Rotación de cultivos	4: Se realizan rotaciones todos los años en el 80% de la superficie cultivada como mínimo. No hay repeticiones de las mismas especies o familias en la misma línea. Deja descansar la tierra cada 2-3 años; 3: Se realizan rotaciones hasta en el 80% de la superficie cultivada, procurando no repetir las mismas especies o familias en la misma línea. Deja descansar la tierra cada 2-3 años; 2: Se realizan rotaciones hasta en el 60% de la superficie cultivada, procurando no repetir las mismas especies en la misma línea. Deja descansar la tierra cada 5 años; 1: Se realizan rotaciones hasta en el 40% de la superficie cultivada, procurando no repetir las mismas especies. No deja descansar la tierra; 0: No se realizan rotaciones, o se realizan en una superficie menor al 20 % de la superficie cultivada. No deja descansar la tierra.
Asociaciones de cultivos	4: La superficie con policultivos representa más del 81% de la superficie cultivada. Cultiva en franjas alternas, líneas intercaladas, al azar. Siempre incluye aromáticas en las cabeceras o dentro de la parcela; 3: La superficie con policultivos representa entre 61 y 80 % de la superficie cultivada. Realiza dos de las opciones mencionadas. Frecuentemente incluye cabeceras con aromáticas; 2: La superficie con policultivos representa entre 41 y 60 % de la superficie cultivada. Realiza dos de las opciones mencionadas. Eventualmente incluye aromáticas en las cabeceras o dentro de la parcela; 1: La superficie con policultivos representa entre 21 y 40 % de la superficie cultivada. Realiza una de las opciones mencionadas. No incluye aromáticas en las cabeceras o dentro de la parcela; 0: La superficie con policultivos representa entre 0 y 20 % de la superficie cultivada. No incluye aromáticas en las cabeceras o dentro de la parcela.
Estrategia de manejo de malezas	4: Combina distintas estrategias de manejo de malezas (asociaciones de cultivos, cultivos de cobertura, abonos verdes, cobertura muerta, cortes mecánicos, laboreos, carpida manual, etc.), dejando como mínimo el 50% de cobertura. No utiliza herbicidas. Uso de labranza reducida; 3: Combina distintas estrategias de manejo de malezas (asociaciones de cultivos, cultivos de cobertura, abonos verdes, cobertura muerta, cortes mecánicos, laboreos, carpida manual, etc.), dejando entre 30-50% de cobertura. Uso de labranza reducida. No utiliza herbicidas (aunque admite alguna aplicación en casos excepcionales); 2: Combina solo algunas estrategias de manejo de malezas (asociaciones de cultivos, cultivos de cobertura, abonos verdes, cobertura muerta, cortes mecánicos, laboreos, carpida manual, etc.), dejando entre 10-30% de cobertura. Eventualmente usa herbicidas, aplica sólo cuando es necesario (monitoreo). Uso de labranza convencional o reducida; 1: Predomina el control de malezas con herbicidas. Secundariamente utiliza algunas estrategias de manejo de malezas (asociaciones de cultivos, cultivos de cobertura, abonos verdes, cobertura muerta, cortes mecánicos, laboreos, carpida manual, etc.), dejando menos del 10% de cobertura. Uso de labranza convencional; 0: Control exclusivamente con herbicidas. Suelo descubierto.
Estrategia de manejo de plagas	4: Se combinan numerosas estrategias alternativas (como mínimo 8 diferentes) procurando favorecer el control biológico por conservación: plantas repelentes, trampeo masivo, diseño del sistema (siembra en momentos apropiados, asociaciones de cultivos, ambientes seminaturales, borduras, etc.), monitoreo de plagas, abonos, entre otras. Aplicación de preparados caseros con efecto repelente y/o fertilizante foliar (máximo 1 aplicación

Indicadores	Estandarización
	mensual). Cuando es necesario se aplican insecticidas biológicos (caseros o no), de acuerdo con la presencia de organismos plaga (máximo 1 aplicación mensual). No se utilizan insecticidas de síntesis química; 3: Se combinan algunas estrategias alternativas (como mínimo 6 diferentes) procurando favorecer el control biológico por conservación: plantas repelentes, trampeo masivo, diseño del sistema (siembra en momentos apropiados, asociaciones de cultivos, ambientes seminaturales, borduras, etc.), monitoreo de plagas, entre otras. Aplicación de preparados caseros con efecto repelente y/o fertilizante foliar (máximo 4 aplicaciones mensuales). Aplicación de insecticidas biológicos (caseros o no) cuando es necesario, de acuerdo con la presencia de organismos plaga (máximo 2 aplicaciones mensuales). No se aplican insecticidas de síntesis química; 2: Utilizan solo algunas de las estrategias alternativas de control de plagas (como mínimo 4): plantas repelentes, trampeo masivo, diseño del sistema (siembra en momentos apropiados, asociaciones de cultivos, ambientes seminaturales, borduras, etc.), monitoreo de plagas, entre otras. Aplicación de preparados caseros con efecto repelente y/o fertilizante foliar (más de 4 aplicaciones mensuales). Aplican insecticidas biológicos (caseros o no) de manera preventiva (1 aplicación semanal). Eventualmente se aplican insecticidas de síntesis química cuando aparece algún insecto que creen puede causar daño considerable (como máximo 1 aplicación semestral); 1: Eventualmente utilizan algunas de las estrategias alternativas de control de plagas (como máximo 3): plantas repelentes o trampeo masivo o diseño del sistema (siembra en momentos apropiados, asociaciones de cultivos, ambientes seminaturales, borduras, etc.) o monitoreo de plagas, etc. No utilizan insecticidas biológicos (caseros o no) o lo hacen de manera preventiva. Aplican insecticidas de síntesis química (como mínimo 1-2 aplicaciones mensuales); 0: No utilizan estrategias alternativas de control de plagas. No utilizan insecticidas biológicos (caseros o no). Aplicación frecuente de insecticidas de síntesis química (más de 2 aplicaciones mensuales).
Estrategia de manejo de la bordura	4: No elimina la vegetación de la bordura. Muy esporádicamente realiza cortes de mantenimiento para evitar incrementar el banco de semillas de malezas problemáticas. No aplica insecticidas ni herbicidas; 3: No elimina la vegetación de la bordura. Eventualmente corta la vegetación de la bordura con desmalezadora o realiza un pastoreo de la misma. No aplica insecticidas ni herbicidas; 2: Frecuentemente corta la vegetación de la bordura con desmalezadora o realiza un pastoreo intensivo de la misma. En ocasiones aplica insecticidas biológicos. No aplica herbicidas; 1: Mantiene la bordura muy corta permanentemente o muy esporádicamente elimina la vegetación de la bordura con herbicida (al menos 1 vez al año). Aplica insecticidas químicos o biológicos; 0: No deja bordura o frecuentemente elimina la vegetación de la bordura con herbicida (por lo menos 4 veces al año). Aplica insecticidas preventivos.
Conservación de semillas	4: Utiliza un 80% de semillas propias y/o provenientes de intercambio en el ámbito local. El resto corresponde a semillas provenientes de programas oficiales. No utiliza semillas comerciales. No utiliza semillas transgénicas; 3: Utiliza un 60% de semillas propias y/o provenientes de intercambio en el ámbito local. El resto corresponde a semillas provenientes de programas oficiales. No utiliza semillas comerciales. No utiliza semillas transgénicas; 2: Utiliza un 40% de semillas propias y/o provenientes de intercambio en el ámbito local. El resto corresponde a semillas provenientes de programas oficiales. Eventualmente utiliza semillas comerciales. No utiliza semillas transgénicas; 1: Utiliza un 20% de semillas propias o provenientes de intercambio en el ámbito local. El resto corresponde a semillas provenientes de programas oficiales y/o semillas comerciales. Eventualmente utiliza semillas transgénicas; 0: Utiliza principalmente semillas comerciales. Eventualmente usa semillas provenientes de programas oficiales. No utiliza semillas propias o provenientes de intercambio en el ámbito local. Utiliza semillas transgénicas;
Paisaje circundante	4: El establecimiento se encuentra rodeado por sistemas productivos predominantemente ganadero-agrícolas: ganadería pastoril y sistemas agrícolas (monte frutal, huerta, chacra, etc.) de producción agroecológica; 3: El establecimiento se encuentra rodeado por sistemas productivos predominantemente agrícola-ganaderos (ganadería pastoril). Sistemas agrícolas (monte frutal, huerta, chacra, etc.) predominantes de producción agroecológica o convencionales de bajo uso de plaguicidas; 2: El establecimiento se encuentra rodeado por sistemas productivos predominantemente agrícola-ganaderos (ganadería pastoril). Sistemas agrícolas (monte frutal, huerta, chacra, etc.), de producción convencional con alto uso de plaguicidas; 1: El establecimiento se encuentra rodeado por sistemas productivos predominantemente agrícolas (monte frutal, huerta, chacra, etc.), de producción convencional con alto uso de plaguicidas; 0: El establecimiento se encuentra rodeado por sistemas productivos exclusivamente agrícolas (monte frutal, huerta, chacra, etc.), de producción convencional con alto uso de plaguicidas.
Tipo de alimentación animal	4: La alimentación de ganado vacuno y ovino es estrictamente de pastoreo; 3: La alimentación de ganado vacuno y ovino es: pastoreo 80%; suplementación 20% con granos o reservas propias (silaje, rollo); 2: La alimentación de ganado vacuno y ovino es: pastoreo 60%; suplementación 40% con granos o reservas propias (silaje, rollo) o comprados; 1: La alimentación de ganado vacuno y ovino es: pastoreo 40%; suplementación 60% con granos o reservas comprados o alimento balanceado; 0: La alimentación de ganado vacuno y ovino es: pastoreo 20%; suplementación 80% con granos o reservas comprados o alimento balanceado.
Tipo de pastoreo	4: Pastoreo rotativo, intensivo (tiempo de ocupación 1-2 días). Alta carga instantánea; 3: Pastoreo rotativo, rotacional (tiempo de ocupación 5-12 días). Carga instantánea mediana a alta; 2: Pastoreo rotativo, alternado (tiempo de ocupación 15 días – 1 mes). Carga instantánea mediana a baja; 1: Pastoreo rotativo, alternado

Indicadores	Estandarización
	(tiempo de ocupación 1-6 meses). Carga instantánea mediana a baja; 0: Pastoreo continuo (el animal permanece durante un período prolongado en el mismo potrero, mínimo 7 meses). Carga mediana a baja.
Tipo de crianza de animales de granja	4: La crianza de los animales de granja es semi-intensiva, con cultivo de fuentes de alimento. Hasta el 30% de los granos son comprados. Confinamiento con baja densidad de población. Espacio con vegetación para caminar libremente. No tienen acceso a fuentes de contaminación, tampoco a la huerta y chacra; 3: La crianza de los animales de granja es semi-intensiva, con cultivo de fuentes de alimento. Compra entre el 41 y 60% de los granos. Confinamiento con mediana densidad de población. Espacio con vegetación para caminar libremente. No tienen acceso a fuentes de contaminación, tampoco a la huerta y chacra;2: La crianza de los animales de granja es semi-intensiva, con escasa fuentes de alimento propio. Debe comprar hasta el 100% de los granos. Confinamiento con mediana densidad de población. No tienen acceso a fuentes de contaminación, tampoco a la huerta y chacra; 1: La crianza de los animales de granja es intensiva, con alguna fuente de alimento propio. Debe comprar hasta el 80% de los granos. Confinamiento con alta densidad de población. Eventualmente tienen acceso a fuentes de contaminación, a la huerta o chacra; 0: La crianza de los animales de granja es intensiva. Debe comprar hasta el 100% de los granos. Confinamiento con alta densidad de población. Eventualmente tienen acceso a fuentes de contaminación, a la huerta y chacra.

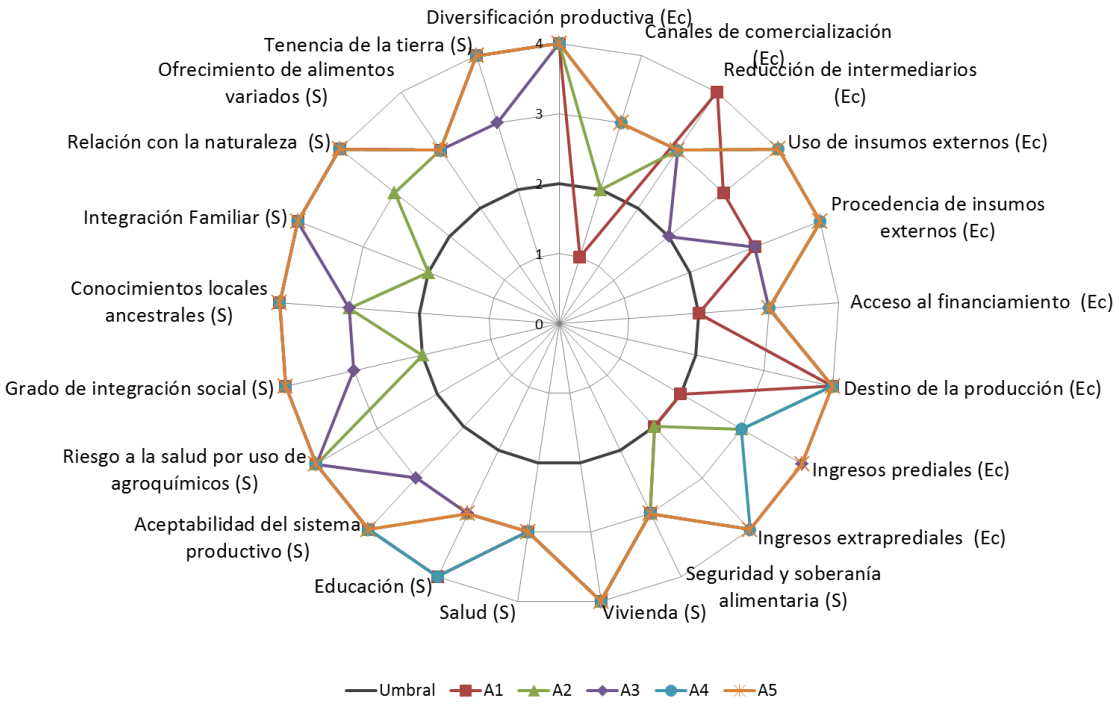
Aplicación de los indicadores

El primer paso para la aplicación de los indicadores consistió en realizar el relevamiento de la información. En este caso, se seleccionaron indicadores que permitieran realizar todo el relevamiento de datos mediante entrevistas semiestructuradas a los/las productores/as y a través de la observación del agroecosistema, haciendo la recorrida como parte de la entrevista (Ander-Egg, 1971; Gargoloff *et al*, 2011). Una vez realizadas las visitas y entrevistas, se procedió a procesar la información relevada, de manera de poder asignar valor a los indicadores. Posteriormente se construyeron gráficos de tela de araña, a partir de los cuales se realizó el análisis de los resultados. Se estableció un valor umbral de 2 (valor medio de la escala) por debajo del cual se considera que no se estaría cumpliendo con los requisitos de sustentabilidad (Blandi *et al*, 2015).

Resultados y análisis de indicadores socioeconómicos

Los resultados de los indicadores socioeconómicos para los cinco casos estudiados se pueden observar en la Figura 5.2.

Figura 4.2: Diagrama de tela de araña representando los indicadores de sustentabilidad sociales (S) y económicos (Ec) de cinco sistemas agroecológicos familiares diversificados (A) de pequeña escala, Bella Vista, Corrientes, Argentina.



Los casos tuvieron un patrón similar para los indicadores socioeconómicos. Para la mayoría de ellos se observaron valores altos de sustentabilidad. Ninguno tuvo valores por debajo del umbral crítico, sugiriendo que en esta dimensión no habría inconvenientes en relación con la sustentabilidad, por lo menos con las variables aquí evaluadas. Esto se explica en gran medida por la conciencia social y ambiental del grupo, así como el grado de participación, que definen un elevado valor para varios de los indicadores. Además, los/las productores/as tienen un mercado fijo, que es la feria de productos agroecológicos bajo el SPG local (Pereda et al., 2015), que les permite ubicar sus productos localmente, con precios justos y sin intermediarios. Las variables consideradas en términos económicos responden a un modo de vida austero o sencillo, por lo cual se podrían mejorar las escalas.

En los casos estudiados no se observaron problemas de tenencia de la tierra porque todos tienen una fracción que es propia. Sin embargo, debido a que la porción que se arrienda suele estar vinculada a la producción animal, existe cierta vulnerabilidad en el sistema pues, en caso de no poder continuar arrendando, se resentiría una actividad clave para la integración del sistema productivo (provisión de abono, ingreso fijo anual, ahorro en pie, fuente de productos lácteos para la familia).

En todos los casos hay una gran aceptabilidad del sistema productivo y una buena relación con la naturaleza. Los/las productores/as son conscientes de los impactos de la agricultura moderna sobre el ambiente, y procuran producir respetando a la naturaleza, por lo que se busca

realizar prácticas que disminuyan esos impactos. Esto deriva en un alto valor del indicador riesgo a la salud por el uso de agroquímicos, ya que en ninguno de los casos se hace uso de ellos. La elección de vida de producir alimentos sanos, que respete a las familias productoras y consumidoras, y la autonomía que ganaron con la propia comercialización de la producción, hace que estén satisfechos con su sistema productivo, y que decidan quedarse viviendo en el campo y produciendo de esta manera.

La integración con vecinos/as y otros/as productores/as con las mismas inquietudes permitió potenciar la necesidad de cambio de modelo productivo y de comercialización, y a partir de allí consolidar el sistema agroecológico. Gran parte de la motivación, que inicialmente fue bajar los costos, se fue convirtiendo en la necesidad de disminuir los impactos ambientales y el riesgo a la salud por el uso de agroquímicos, ofreciendo alimentos sanos a la propia familia y los consumidores. Desde ese momento, los/las productores/as participan activamente en actividades formativas vinculadas a la agroecología (charlas, capacitaciones, grupos de intercambio, talleres, etc.). Además, ponen en práctica muchos conocimientos adquiridos familiar o localmente. La integración con vecinos/as y otros/as productores/as potencia también la aplicación de los conocimientos locales, que se vinculan principalmente a las plantas medicinales, el consumo de la vegetación espontánea, asociado a las recetas familiares, las tareas de acuerdo con las fases de la luna, etc. El indicador de integración familiar da un buen valor, excepto en uno de los casos en el que solo participa un integrante de la familia.

De acuerdo con los valores obtenidos en los indicadores de seguridad y soberanía alimentaria, salud, vivienda y educación, se podría señalar que en todos los casos las necesidades básicas están cubiertas. Existe un gran porcentaje de alimentos consumidos por las familias que son de producción propia, lo que les permite acceder a alimentos saludables y variados, aunque los ingresos no sean tan elevados como para permitir el consumo de otros bienes sin limitaciones, lo cual es consecuencia del bajo ingreso. Los otros tres indicadores dieron valores elevados porque, a pesar de vivir en una zona rural, tienen fácil acceso a salud y educación. Las viviendas, a pesar de requerir refacciones y mejoras, son de material y tiene los servicios básicos. Aunque, de acuerdo con los estándares de la vida moderna, se podría definir como un modo de vida sencillo, los/las productores/as consideran que sus necesidades básicas están cubiertas.

Los indicadores económicos fueron más variables entre los casos. El indicador de diversificación productiva fue alto en todos los casos. Se destaca el bajo valor en los canales de comercialización porque muchas veces dependen únicamente de la feria para la comercialización. Este aspecto, que comúnmente se visualiza como una desventaja para la estabilidad económica (Flores y Sarandón, 2015; Blandi *et al*, 2015), no sería una limitante en este caso, ya que la feria local agroecológica tiene un marco normativo que le da estabilidad a largo plazo, permite eliminar los intermediarios y reducir considerablemente los gastos de transporte. Además, la feria se convirtió en un espacio de organización, participación e interacción para los integrantes del grupo.

Un aspecto central en los sistemas agroecológicos es reducir al máximo la dependencia de insumos externos al sistema, siempre teniendo en cuenta que es necesario un aporte de nutrición nutrientes al suelo equivalente a la extracción por parte de los cultivos. Si bien hay una dependencia de aportes externos, principalmente por el alimento para la producción animal, la totalidad de los insumos externos utilizados provienen de sistemas vecinos y/o son productos de fabricación local y/o nacional, por lo que tienen un alto grado de independencia de insumos importados, a diferencia de lo mencionado por otros autores para sistemas hortícolas (Blandi *et al*., 2015). Al no incorporar insumos importados, la influencia de la cotización del dólar es baja con respecto a las producciones de la agricultura convencional, lo que brinda una menor incertidumbre y se adecua más al tipo de ingreso que perciben. El sistema A3 es el único que está sujeto a un mercado de insumos más hostil porque lleva a cabo la producción de frutilla. A pesar de ello, la familia procura depender solamente de lo indispensable como los plantines.

La diversificación de actividades productivas favorece la permanencia de estos/as productores/as, al proveer estabilidad en los ingresos y disminuir el riesgo que implica la venta de un único producto. Brinda estabilidad económica porque permite autoabastecer a la familia (seguridad alimentaria) y porque permite tener más productos para comercializar (menor riesgo). En la medida en que se puedan autoabastecer de la mayor cantidad de productos de la canasta básica tienen menor necesidad de dinero para esos bienes y se aseguran una buena alimentación. Esto se asocia a su vez, al destino de la producción. Es de esperar que en un sistema familiar gran parte de la producción se destine al autoconsumo, de acuerdo con el tamaño del grupo familiar. Sin embargo, también es necesario comercializar porque mayor cantidad de producción permitiría tener ingresos prediales suficientes para satisfacer otras necesidades de la familia. Por lo tanto, es necesario lograr un equilibrio entre la producción destinada a la venta y la producción destinada al autoconsumo.

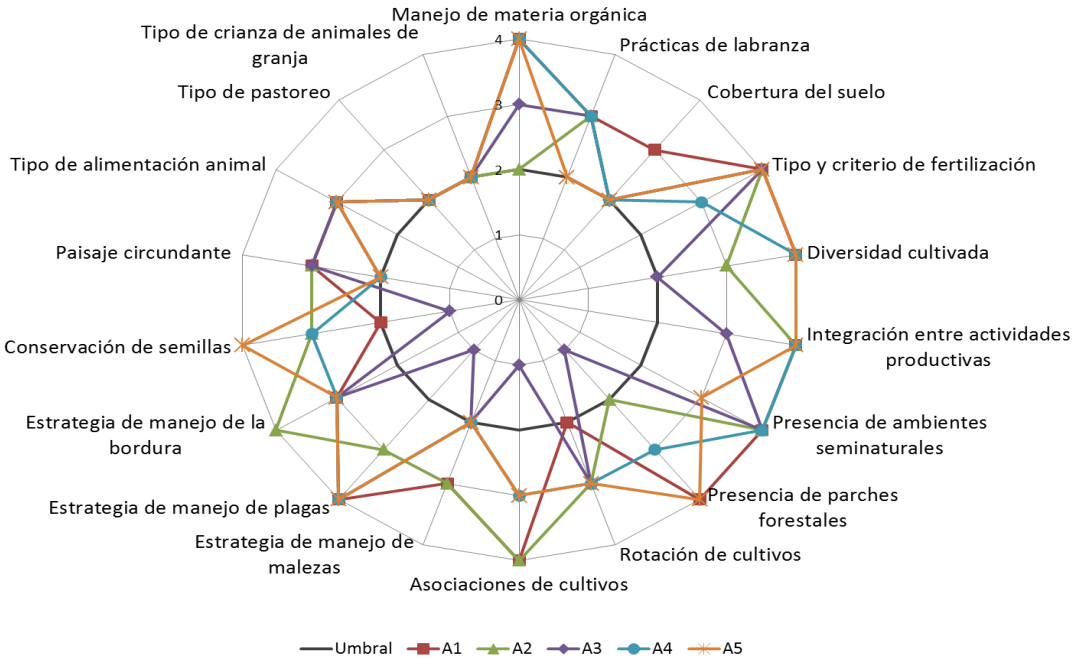
En cuanto a los ingresos, el indicador de ingresos prediales refiere a la posibilidad de cubrir las necesidades básicas, sin definir un estándar de vida de acuerdo con ciertas comodidades o a posibilidad de acumulación de capital. Los casos A3, A4 y A5 no tienen ingresos extraprediales y el ingreso predial les permite cubrir las necesidades básicas y el capital desgastado (mantenimiento del vehículo, reposición de coberturas, etc.). Manifiestan que no necesitan tener un ingreso extrapredial porque el sistema les permite mantenerse. En estos casos, la permanencia de los hijos en el grupo de trabajo familiar permite tener otros volúmenes productivos y alternativas de comercialización. Contrariamente, en A1 y A2 la mitad del ingreso familiar es extrapredial y, a su vez, la mano de obra familiar es considerablemente más baja. En estos casos el ingreso extrapredial complementa el ingreso total, aportando estabilidad mensual y cargas sociales. Sin embargo, impacta al limitar el tiempo de trabajo destinado a la explotación para mejorar el ingreso predial. Por otra parte, si bien en términos ideales lo deseable es que el ingreso predial sea suficiente para cubrir las necesidades de la familia y del sistema productivo sin necesidad de tener otro trabajo, en este tipo de sistemas de pequeña escala y escases de recursos, el ingreso extra predial permite que el sistema siga funcionando y las personas sigan viviendo o permaneciendo en el medio rural (Pino, 2013).

Resultados y análisis de indicadores ecológico-productivos

Los resultados de los indicadores ecológico-productivos para los cinco casos estudiados se pueden observar en la Figura 5.3.

A través de los indicadores ecológico-productivos fue posible identificar estrategias de manejo útiles para el diseño de agroecosistemas sustentables y aspectos a mejorar. Los resultados de los indicadores fueron más variables entre sistemas. Los indicadores que alcanzaron mejores valores de sustentabilidad fueron manejo de la materia orgánica, tipo y criterio de fertilización, diversidad cultivada, asociaciones de cultivos, presencia de ambientes seminaturales, presencia de parches forestales, estrategia de manejo de la bordura y de plagas, rotaciones. El manejo de la materia orgánica fue muy bueno en todos los sistemas, excepto el A2 que alcanzó el valor umbral. Este es un punto fuerte, ya que se integran casi todos los subsistemas a través de este aspecto. El compostaje y lombricario cumplen una función central, la cama de pollo (aserrín mezclado con las deyecciones) es compostada previamente y luego se lleva al lombricario. En ocasiones se utiliza, al igual que la bosta de vaca, directamente como abono en la preparación del suelo. En los agroecosistemas A2 y A3 se utilizan menos estrategias de manejo de la materia orgánica, con ausencia de lombricario, por lo que los valores fueron menores.

Figura 4.3: Diagrama de tela de araña representando los indicadores de sustentabilidad ecológico-productivos de cinco sistemas agroecológicos familiares diversificados (A) de pequeña escala, Bella Vista, Corrientes, Argentina.



La materia orgánica es indispensable para un sistema agroecológico, ya que influye en la mayoría de las propiedades del suelo, ayuda a la retención de agua, la estructura, la biodiversidad edáfica, la descomposición, la fertilidad, etc. (Magdoff, 1999; Gliessman, 2002). Por su parte, el manejo de la fertilización (tipo y criterio) fue adecuado, ya que la fertilización es completamente orgánica en los 5 casos y proviene del reciclado del propio agroecosistema. Los ingresos de alimento para las aves y aserrín para la cama incorporan indirectamente nutrientes al sistema, por lo que pueden considerarse como aspectos positivos (Abbona, 2017). El criterio es mantener el suelo con materia orgánica y la planta bien nutrida, para evitar o prevenir los ataques de adversidades y mejorar la calidad del suelo. El supermagro (abono foliar orgánico enriquecido con microelementos) se usa frecuentemente con esta finalidad.

La integración entre sistemas productivos y las asociaciones de cultivos son aspectos fundamentales en el manejo agroecológico de este tipo de agroecosistemas, lo cual se vio reflejado en los valores de los indicadores, excepto en A3 que tuvo un valor debajo del umbral. Los aspectos críticos del sistema A3 se deben a la baja diversidad cultivada, asociación de cultivos y conservación de semillas propias, lo que impacta negativamente sobre las estrategias de manejo de plagas. Eso se debe fundamentalmente a que tiene una gran superficie de frutilla sin asociar con otro cultivo, a pesar de las reiteradas recomendaciones de prácticas que podrían mejorar este aspecto sin resentir el aspecto económico.

La presencia de ambientes seminaturales dejados intencionalmente por los/las productores/as también es favorable, ya que son conscientes de que aportan beneficios. Todos los agroecosistemas tienen borduras y parches de vegetación espontanea. La presencia de estos ambientes incorpora en el sistema el factor de temporalidad, posibilitando la existencia de hábitats más estables, favoreciendo la presencia de enemigos naturales (Paleologos *et al*, 2008; Altieri y Nicholls, 2010). El componente forestal, adquiere mayor importancia como estrategia de diversificación en los sistemas A1, A4 y A5, mientras que en A2 y A3 su presencia fue escasa a nula. En el manejo de plagas observó un buen valor en todos los sistemas porque no usan insecticidas y se aplican varias estrategias alternativas de control, excepto A3.

La cobertura del suelo viva o muerta, es importante para protegerlo de la erosión, disminuir las pérdidas de materia orgánica, favorecer la retención de agua, la vida del suelo y la acumulación de materia orgánica (Magdoff, 1999), especialmente en suelos sueltos y con climas tropicales, como los de esta. En este sentido, la cobertura del suelo y el tipo de labranza son aspectos que se podrían mejorar en todos los sistemas, principalmente con materia muerta en el entresurco y dejando residuos en superficie durante el barbecho. Esto se relaciona con el manejo de malezas, porque si bien se combinan distintas estrategias, la carpido manual es la principal y la cobertura muerta la menos utilizada.

Entre los puntos más débiles se encuentran el tipo de crianza de animales de granja y el tipo de pastoreo. Esto tiene que ver con la compra de maíz para las aves, la falta de un pastoreo rotativo que cuide el recurso forrajero y la necesidad de suplementar en invierno por falta de forraje ya sea por falta de planificación para generar reservas o por escasa superficie para la cantidad de animales. La conservación de semillas es variable, aunque solo dos sistemas tuvieron muy bajo valor. En general conservan las semillas de los cultivos de la chacra, mientras que en los de la huerta tienen más dependencia de la entrega de semillas del Prohuerta o la compra de semillas comerciales, aunque hay un porcentaje de conservación. Al igual que lo mencionado por Bonicatto *et al* (2015), hay una tendencia a conservar las que para ellos son de mayor importancia, ya sea por criterios afectivos, de autoconsumo o medicinales.

Indicadores para el seguimiento de la transición agroecológica

Cada vez son más los/las productores/as interesados/as en orientarse a la agroecología y comercializar de manera diferenciada, por lo que la necesidad de evaluar los procesos de transición de los agroecosistemas se incrementó rápidamente. Esta demanda requiere de herramientas sencillas y fácilmente aplicables, que permitan acompañar los procesos, pero agilizando la tarea. Los indicadores pueden ser una buena herramienta para ello, utilizándose, por ejemplo, como autodiagnóstico de un SPG, autoevaluación del avance en la transición, ficha de inicio para un grupo en transición, etc. Siguiendo la metodología de indicadores de sustentabilidad, es posible construir un conjunto de indicadores que se adecúen al contexto y los agroecosistemas en los que se van a aplicar.

En ese sentido, los indicadores seleccionados para la evaluación realizada en Bella Vista fueron adecuados para identificar fortalezas y debilidades, permitiendo identificar las estrategias favorables para promover la transición agroecológica de otros agroecosistemas locales con manejo convencional. Por ejemplo, a través de los indicadores ecológico-productivos se confirmó el aporte a la sustentabilidad de las estrategias de manejo empleadas en la región, principalmente la diversificación, integración de actividades productivas, el manejo de la materia orgánica y el diseño del sistema. La aplicación de estos indicadores, que fueron pensados para visibilizar sistemas agroecológicos, puede servir también para acompañar procesos de transición.

Por ello, se propone adaptar estos indicadores a un formulario de autodiagnóstico que sea utilizado como herramienta para el SPG. Como primer paso, sería necesario agregar indicadores de aspectos que inicialmente no fueron considerados como el trabajo doméstico y de cuidados, la participación de mujeres y jóvenes, el intercambio por reciprocidad, el acceso a programas gubernamentales, entre otros. Una vez que se completen los indicadores, se deberían simplificar las escalas de la estandarización para facilitar su comprensión y permitir una lectura rápida. La propuesta sería utilizar una escala de tres o cinco niveles, asociando los colores de un semáforo con los valores de la escala (rojo: 0, naranja: 1, amarillo: 2, amarillo verdoso: 3, verde: 4). Posteriormente, se debería realizar un proceso de consulta individual y en instancia de taller, involucrando a técnicos/as, productores/as e integrantes del Consejo de Garantía Participativa, para validar los indicadores, los niveles de las escalas y sus contenidos. Esta validación permitiría la construcción del formulario de autodiagnóstico que se podrá utilizar a los fines del proceso de Sistema de Garantía Participativa que otorga el sello de sistema agroecológico.

Dificultades encontradas y aspectos a mejorar

Entre las dificultades encontradas a la hora de la construcción de los indicadores, el aspecto principal resultó la ausencia de información localmente adaptada para construir las escalas de la estandarización. La ausencia de parámetros de referencia en aspectos de manejo agroecológico condiciona las escalas y el rigor de la evaluación.

Como aspectos a mejorar, se han detectado varios puntos importantes para los agroecosistemas familiares y la agroecología que no fueron considerados en esta evaluación y que deberían incorporarse en futuras instancias. Entre ellos se encuentran la importancia de las relaciones de reciprocidad, la permanencia de los jóvenes, el rol de las mujeres, la visibilización del trabajo doméstico y de cuidados, la importancia del aporte de programas gubernamentales a través de subsidios para equipamientos e infraestructura, asistencia técnica, etc., el rol clave de las ONGs y técnicos/as gubernamentales para el acompañamiento a los/las productores/as, entre otros.

Referencias

Abbona EA (2017). Flujos de nutrientes en la agricultura y la alimentación para un ecosistema alimentario sostenible en la provincia de Buenos Aires. Tesis doctoral. La Plata: Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 263 pp.

Abraham L, L Alturria, A Fonzar, A Ceresa y E Arnés (2014). Propuesta de indicadores de sustentabilidad para la producción de vid en Mendoza, Argentina. Rev.FCA UNCUYO 46(1):161-180.

Acevedo Osorio A (2009). ¿Cómo evaluar el nivel de sostenibilidad de un programa agroecológico? Tesis de Maestría. Colombia. 72p.

Acosta F, L Gimenez, C Richieri, M Calvi, y M Rabaglio (2009). Zonas Agroeconómicas Homogéneas. Corrientes. CABA: Ed. INTA. 95p.

Altieri M y C Nicholls (2010). Diseños agroecológicos para incrementar la biodiversidad de entomofauna benéfica en agroecosistemas. Medellín: SOCLA, 2010, 83 pp.

Ander-Egg E (1971). Introducción a las técnicas de investigación social. Humanitas. 2da. Ed. 335 pp.

Balsa J (2011). Notas para la caracterización de la agricultura familiar. En: VII Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales, Buenos Aires, 1- 4 de noviembre de 2011.

Blandi ML, SJ Sarandón, CC Flores e I Veiga (2015). Evaluación de la sustentabilidad de la incorporación del cultivo bajo cubierta en la horticultura platense. Revista de la Facultad de Agronomía de La Plata. Rev. Fac. Agron.114 (2): 251-264.

Bonicatto MM, ME Marasas, SJ Sarandon y ML Pochettino (2015). Seed Conservation by Family Farmers in the Rural–Urban Fringe Area of La Plata Region, Argentina: The Dynamics of an Ancient Practice, Agroecology and Sustainable Food Systems, 39:6, 625-646.

Cad M, M Lipori, D Chifarelli, M Pino y D Ramilo (coord.) (2011). Atlas: población y agricultura familiar región NEA. Buenos Aires: Ediciones INTA. 48p.

Chango Amaguaña EF (2014). Evaluación del avance agroecológico mediante indicadores de sustentabilidad en las fincas de la unión de organizaciones productoras agroecológicas y comercialización asociativa PACAT. Tesis de Maestría. Ecuador. 187p.

CNA (2002). Censo Nacional Agropecuario 2002. Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina. Disponible en https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-8-87

CNA (2018). Censo Nacional Agropecuario 2018. Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina. Disponible en https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-8-87

Deluchi SG, CC Flores y SJ Sarandón (2015). Análisis de la sustentabilidad del uso del recurso hídrico bajo tres estilos de producción hortícola en el Cinturón Hortícola Platense. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata (2015). Vol 114 (2): 287-294.

Flores CC y SJ Sarandón (2015). Evaluación de la sustentabilidad de un proceso de transición agroecológica en sistemas de producción hortícolas familiares del Partido de La Plata, Buenos Aires, Argentina. Rev. Fac. Agron. La Plata (2015). Vol 114 (1): 52-66.

Gargoloff NA, SJ Sarandón y C Albaladejo (2011). La entrevista paisajística: un método para situar las prácticas y saberes de los agricultores. Cadernos de Agroecología 6 (2), 5p.

Gliessman SR (2002). Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible. Turrialba, Costa Rica: CATIE. 359 p.

Iermanó MJ, NA Gargoloff, SJ Sarandón y C Almada (2018). Análisis de la biodiversidad funcional: un instrumento para abordar la dimensión ecológico-productiva de la sustentabilidad. Revista Cadernos de Agroecología, v. 13 n. 1. 7pp. Anais do VI Congresso Latinoamericano de Agroecologia; X Congresso Brasileiro de Agroecologia; V Seminário de Agroecologia do Distrito Federal e Entorno; 12 a 15 de setembro de 2017, Brasília/DF.

Iermanó MJ, MM Pereda, F Fleita y C Almada (2020). Agroecología y desarrollo rural: Análisis de la trayectoria del Grupo Agroecológico Las Tres Colonias (1998-2019). EUTOPÍA, Revista de Desarrollo Económico Territorial, 18. Recuperado de https://doi.org/10.17141/eutopia.18.2020.4591

INTA (2005). Programa Nacional de Investigación y Desarrollo tecnológico para la pequeña agricultura familiar. Documento Base. Abril de 2005.

Magdoff F (1999). Calidad y Manejo del Suelo. En: Altieri M (1999). Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Editorial Nordan–Comunidad. Capítulo 16: 291-304.

Manzanal M (2000). "Los Programas de Desarrollo Rural en la Argentina (en el contexto del ajuste macroeconómico neoliberal)". EURE, Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales XXVI(78): 77-101. http://www.pert-uba.com.ar/archivos/publicaciones/1205-5864-1-SM.pdf

Moonen AC y P Bárberi (2008). Functional biodiversity: An agroecosystem approach. Agriculture, Ecosystems and Environment, v. 127, n. 1-2, p. 7-21.

Palau H, M Lechardoy y F Neyra (2010). Plan de competitividad conglomerado hortícola de Santa Lucía y Bella Vista, provincia de Corrientes. Programa Norte Grande. 52p.

Paleologos MF, CC Flores, SJ Sarandon, SA Stupino y Bonicatto, MM. (2008). Abundancia y diversidad de la entomofauna asociada a ambientes seminaturales en fincas horticolas de La Plata, Buenos Aires, Argentina. Revista Brasileira de agroecología. 3(1):28-40.

Pereda MM, A Driutti y M Parodi (2015). Los SPG como promotores de la agroecología y soberanía alimentaria: la experiencia de Bella Vista, Corrientes, Argentina. Memorias del V Congreso Latinoamericano de Agroecologia (SOCLA). La Plata. 5p. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/54403

Petersen, P; S Marçal da Silveira, G Bianconi Fernandes y S Gomes de Almeida (2017). Método de Análise Econômico-Ecológica de Agroecossistemas. Rio de Janeiro, AS-PTA. 246 p.

Pino M (2013). Estrategias productivas y de obtención de ingresos de agricultores familiares del sudoeste Correntino. En: Ramilo, D. y G. Prividera. La agricultura familiar en la Argentina: diferentes abordajes para su estudio. Buenos Aires: Ediciones INTA. 213-240.

Sarandón SJ, MS Zuluaga, R Cieza, C Gómez, L Janjetic, L y E Negrete (2006). Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. Rev. Agroecología 1:19-28.

Sarandón SJ (2010). La Agroecología: Su rol en el logro de una agricultura sustentable. Material Didáctico del Curso de Agroecología, FCAyF, UNLP. Capítulo 2. 16 pp.

Sarandón SJ y CC Flores (2014). La insustentabilidad del modelo agrícola actual. En: S.J. Sarandón y C.C. Flores (eds.) Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables (Capítulo 1: 13-41). La Plata: Edulp. Recuperado de SEDICI http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/37280

Sili M (2005). La Argentina rural: de la crisis de la modernización agraria a la construcción de un nuevo paradigma de desarrollo de los territorios rurales. Buenos Aires: Ediciones INTA. 108p.

Slutzky D (2011). Estructura social agraria y agroindustrial del nordeste de la Argentina: desde la incorporación a la economía nacional al actual subdesarrollo concentrador y excluyente. Buenos Aires: Instituto Argentino para el Desarrollo Económico (IADE). 447p.

Valenzuela C (2006). Transformaciones agrarias y desarrollo regional en el nordeste argentino. Una visión geográfica del siglo XX. Buenos Aires: La Colmena. 2006. 186p.

CAPÍTULO 5
Indicadores para analizar sistemas caprinos en la provincia de Catamarca

Ornella Eugenia Castro

Presentación de la problemática

Los caprinos están presentes en todo el territorio argentino, ocupando áreas en regiones de condiciones ambientales extremas y, por ello, fortalecen el arraigo de los productores que contribuyen cotidianamente a la soberanía nacional.

El noroeste argentino concentra el 25 % del total de las existencias caprinas del país, con 1,17 millones de cabezas. Según datos del Censo 2018 (INDEC, 2021) en la provincia de Catamarca existen 163.463 cabezas de ganado caprino. Este ganado ocupa el segundo lugar de importancia a nivel provincial, luego del ganado bovino. Por las condiciones ambientales, la capacidad de adaptación del animal al ambiente, y la estructura agraria predominante en la región, la producción caprina podría constituirse en el principal rubro ganadero de la provincia.

En Catamarca la producción se lleva a cabo predominantemente "a campo" en lo que se denomina sistema extensivo; sistema que llevan adelante la mayor cantidad de pequeños productores que poseen cabras y no son propietarios de la tierra. Por lo general, estos sistemas cuentan con un predio de alrededor 1,5 has en promedio, donde está asentado el núcleo habitacional y los corrales; y tienen, además, acceso a un campo comunero de 30 a 35 has aproximadamente. El producto final es la producción de cabritos lechales[3].

La producción caprina, como toda actividad humana, genera distintos impactos al ecosistema donde se desarrolla. Dependiendo del manejo que se realice, estos pueden ser positivos o negativos (Reinoso Franchino, 2014). Estos impactos, cualquiera sea su sentido, ocasionan modificaciones en el agroecosistema, que afectan directamente la sustentabilidad de este.

En Catamarca, dada la condición extensiva, la producción caprina depende para su alimentación del material vegetal suministrado por la fitomasa disponible en los distintos ambientes fitogeográficos de tipo árido y semiárido, en donde se generan inevitablemente competencias por su consumo con otras especies de herbívoros. A pesar de que el principal

[3] Categoría de animales caprinos, que no excede los 60 días de vida, con peso de faena entre 8 y 12 kg de peso vivo, y un rendimiento promedio de carcasa del 48-52% (Dayenoff et al., 2017; González et al. 2009).

recurso forrajero para sostener la producción de cabras es el ambiente natural, muchas veces no se considera su limitante ambiental o “capacidad de carga”.

El pastoreo, manejado de acuerdo con una determinada carga y magnitud, resulta suficiente para mantener valores adecuados de una proporción mayor de biomasa viva y una mejor calidad de la hierba para su aprovechamiento por el ganado del estrato herbáceo (Riedel, 2007. La valoración de los sistemas ganaderos asentados sobre agroecosistemas pastorales de montaña ha trascendido la simple función de producción ganadera basada en pastos naturales para alcanzar criterios múltiples de valoración con alcances ambientales y sociales. En estos términos y en función de la evidencia científica, se reconoce el destacado papel de estos ambientes en la regulación de los flujos físicos y químicos del ecosistema, la mitigación de la polución y la conservación de la biodiversidad (Gibon, 2005; Hadjigeorgiou *et al*, 2005).

La elevada diversidad de forrajeras nativas presentes en las comunidades pedemontanas relevadas del Chaco Árido refleja la aptitud de estos ecosistemas para el desarrollo de una actividad caprina sostenible (Quiroga y Esnarriaga, 2014).

El éxito productivo de los sistemas cabriteros ocurre en el marco de sistemas agroecológicos y sociales complejos (Nogués, *et al*, 2011). En un contexto de avance del capitalismo se provocan transformaciones en los territorios, como la modificación en el uso de la tierra; esta transformación genera tensiones, provocando una modificación del contexto rural con la aparición de nuevos espacios y actores en la comunidad. Estos procesos que atraviesan la configuración del territorio en estudio provocan presión sobre el monte natural que afecta a la actividad caprina, lo que incide directamente sobre las áreas tradicionales de pastoreo (Castro y Castro, 2022).

Ante esto surgen diversas articulaciones de prácticas productivas y reproductivas que posibilitan el desarrollo de las estrategias de vida de las unidades domésticas rurales. Se identificaron una combinación de prácticas de movilidad flexibles que articulan lo rural y lo urbano, donde prima la diversificación, se conciben fuertes grados de artesanalidad y de informalidad, intensos lazos sociales y una utilización de bienes comunes, así como una capitalización de los ingresos públicos -eventuales y permanentes- como elementos para garantizar la persistencia (Comerci, 2022).

Por lo tanto, analizar este tipo de sistema productivo, nos permitiría conocer qué nivel de sustentabilidad presenta el sistema extensivo de producción, visualizar los aspectos críticos del mismo e identificar tendencias de mayor relevancia e incidencia sobre la sustentabilidad del territorio.

El conocimiento y las valoraciones de estrategias territoriales y prácticas, asociadas a los campesinos resultarán de importancia en este trabajo para poder establecer los aspectos de la dimensión socio cultural que conforman la sustentabilidad, y que les permite manejar estos sistemas complejos.

Desarrollo metodológico

Se analizaron dos sistemas de producción caprina ubicados en las localidades de La Bajada y Santa Cruz, departamento Paclín y Valle Viejo, respectivamente, en la provincia de Catamarca.

Para el estudio se utilizó la PROMES (ver capítulo 1) para la construcción de un conjunto de indicadores adecuados que permiten evaluar el impacto que diferentes prácticas de manejo tienen sobre la sustentabilidad del sistema en estudio.

Se estableció como marco conceptual a la agroecología, que brinda un enfoque sistémico y holístico para comprender el funcionamiento de los sistemas. La agroecología pretende la consecución del manejo ecológico de los bienes comunes para, mediante acciones locales endógenas, de naturaleza socioeconómica, construir sistemas agroalimentarios locales, y generar procesos de transformación y sustentabilidad social entre productores y consumidores (Sevilla Guzmán, 2013).

Se consideró al desarrollo sustentable como el proceso mediante el cual se cubrirían de manera permanente las necesidades materiales y espirituales de todos los habitantes del planeta sin deterioro de las condiciones socio ambientales que les dan sustento; la base es el mantenimiento de la producción biológica potencial, en particular la calidad de la tierra, el agua, y la diversidad genética (Masera *et al*, 1999; citado por Nahed-Toral *et* al, 2011).

Se aplicó el concepto de sustentabilidad fuerte (ver capítulo 1), porque se considera al capital natural como proveedor de algunas funciones económicas y ambientales, que no pueden ser sustituidas por capital hecho por el hombre.

El objetivo de evaluación fue determinar los puntos débiles o riesgos a la sustentabilidad del sistema extensivo de producción caprina que los productores realizan en ambientes áridos. El análisis se realizó a nivel de predio. Las dimensiones de análisis que se emplearon fueron ambientales, económicas y sociales; acordes al concepto de sustentabilidad adoptado.

La evaluación se realizó de un solo tipo sistema, de manera transversal (estática), analizando dos casos de este. La escala de análisis fue el ámbito de las fincas en el nivel espacial y, a nivel temporal, un periodo productivo.

Para el desarrollo de los indicadores se tuvieron en cuenta la información disponible y las experiencias en el tema desarrollados por diversos autores para el tratamiento de la sustentabilidad en sistemas ganaderos a nivel de finca. La totalidad de los indicadores seleccionados fueron de presión y estado (ver capítulo 1); no se consideraron indicadores de respuesta por el corto tiempo en el que se desarrolló el estudio.

Otro aspecto considerado en la elección de los indicadores fue su practicidad, facilidad de recolección y medición, y robustez; es decir la capacidad de integrar varios datos pertinentes (ver capítulo 1). Para la interpretación se transformó los valores a escalas de 0 a 4, siendo 4 el valor que representa lo más sustentable.

Para definir el valor óptimo de cada indicador (valor 4 de la escala) se tuvieron en cuenta los valores máximos y mínimos registrados en los sistemas de producción caprina de la región bajo similares criterios de producción.

En la Tabla 5.1 se presentan las categorías de análisis y el conjunto de indicadores propuesto para cada una de las dimensiones de análisis.

Tabla 5.1: Categorías de análisis e indicadores de sustentabilidad para la evaluación de sistemas de producción caprina en la provincia de Catamarca.

Dimensión de análisis	Categoría de análisis	Indicadores
Económica	Eficiencia productiva	Receptividad ganadera; % mortalidad; Producción kg carne/año; Peso medio del cabrito vendido como carne; % parición; Índice de prolificidad; % destete; Tipo o forma de manejo reproductivo o de servicio; Tipo o fuentes de alimentación haciendo referencia a qué % de pastoreo y cuanto de forraje cultivado y cuanto de concentrado; Energía metabolizable aportada por el pastoreo sobre pastizal natural; Tipo de pastoreo
	Eficiencia económica	Nivel de ingresos provenientes de la actividad caprina; Relación insumo/producto; Costo de producción kg de carne de cabrito ($/kg); Ingresos carne ($/cabrito faenado); Margen Neto del sistema de producción ($/cabra)
	Eficiencia energética	Balance energético
Ambiental	Biodiversidad	Riqueza de especies (IM).
	Conservación de los bienes comunes	Grado de erosión de los suelos; Grado de compactación/pisoteo del suelo; Condición del pastizal natural; Medidas de conservación de suelos incorporadas; Grado de cobertura de los suelos; Calidad de agua; Acceso al agua; Manejo de residuos
	Flexibilidad ante perturbaciones del sistema	Planificación en base a registros; Grado de innovación tecnológica; Nivel de diversificación de la producción; Distribución del ingreso entre actividades productivas; Pertenencia a grupos de trabajo o redes locales; Nivel de dependencia de aportes externos
	Autogestión	Proporción de la fuerza de trabajo familiar en relación con la fuerza total de trabajo en el sistema; Autoabastecimiento de genética ganadera y semillas forrajeras; Elaboración propia de raciones de alimentos balanceados; Uso del conocimiento local; Participación en actividades de capacitación; Cantidad de familiares que viven o no en el predio y participan de las actividades productivas; Proporción de integrantes de la unidad doméstica involucrados en la toma de decisiones
Social	Participación de la familia en el sistema	Grado de integración de la nueva generación en la empresa; Brecha de género en el tiempo total de trabajo; Brecha de género en el tiempo total de gestión
	Canales de comercialización	Compras en grupo; Presencia y acceso al mercado
	Calidad de vida	Acceso a servicios públicos; Posibilidades de educación formal y no formal; Autosuficiencia alimentaria de la familia; Grado de satisfacción personal
		Riesgos para la salud en las actividades productivas (riesgos físicos, químicos, biológicos y psicosociales.

Para la medición de los indicadores se emplearon diversas técnicas de análisis y se consultaron variadas fuentes de información: revisión y análisis bibliográfico, mediciones directas a través de relevamientos de datos a campo, elaboración de matriz de coeficientes técnicos,

encuestas a productores y entrevistas abiertas a informantes claves y expertos en temáticas vinculadas al sistema de producción.

Para la ponderación de los indicadores (ver capítulo 1) se consideró la propuesta metodológica de (Altieri y Nicholls, 2002) y (Delgado, *et al*, 2007); donde el valor asignado a cada indicador se sumó y se dividió entre el número total de indicadores evaluados y se obtuvo el promedio para cada criterio de análisis (es decir que se ponderaron todos los indicadores por igual.

Se empleó un valor de referencia o valor umbral que se determinó como un valor medio entre el valor máximo y mínimo de la escala. Los indicadore que se encuentran por debajo de dicho valor medio son consideramos puntos críticos para la sustentabilidad, mientras que aquellos valores que superen el valor de referencia están dentro del rango de prácticas sustentables.

Se construyó un índice agregado mediante promedios simples para cada una de las unidades lo que facilitó la comparación entre ambos agroecosistemas.

Sistemas relevados

Los sistemas caprinos analizados pertenecen al ambiente fitogeográfico del Chaco Árido, el cual se extiende por el Valle de Catamarca y por los piedemontes de las Sierras que lo enmarcan. Es el sector más sérico dentro de la Provincia Fitogeográfica Chaqueña. La vegetación clímax de este distrito corresponde a un bosque abierto de *Aspidosperma quebracho - blanco* con un estrato arbustivo continuo y un estrato herbáceo, dado por gramíneas anuales y perennes y por dicotiledóneas herbáceas.

El promedio de precipitación anual oscila entre los 300 y 360 mm, las lluvias se concentran en el verano, cayendo el 50 % de las mismas de diciembre a febrero. El tipo fisonómico de vegetación corresponde a un bosque bajo (entre 5 y 8 m), abierto (cobertura del estrato arbóreo entre 25 y 40 %), con un estrato arbustivo cuya cobertura general de follaje puede ascender hasta el 70 %; este estrato se caracteriza por el predominio de especies inermes, de hojas permanentes de pequeño tamaño o bien áfilas o tempranamente caducas.

Para facilitar el análisis se denominó a cada sistema de estudio como agroecosistema A y B. Se los considera agroecosistemas, porque realizan prácticas agrícolas y prácticas de manejo pecuarias, que repercuten en el área natural; por lo tanto, modifican el funcionamiento propio del ecosistema natural, a través de acciones antrópicas.

Agroecosistema A

Está ubicado en la localidad de La Bajada, departamento Paclín. Se dedican a la cría y venta de cabritos y además venden un excedente de producción de huevos (Fig. 5.1). Consiste en un

sistema familiar con una leve tendencia a una organización empresarial, ya que además de la mano de obra propia cuenta con mano de obra asalariada. La familia es el principal motor de la unidad productiva, ya que todos tienen participación en las decisiones y en la realización de las tareas. Son cuatro integrantes, el matrimonio y dos hijos mayores que continúan en la actividad. No viven en el sitio de producción, su vivienda particular está ubicada a 16 km del establecimiento, tienen una afluencia diaria y continua al mismo. Cuentan con ingresos extra prediales a través de sueldos de jubilación y pensión, en el caso del matrimonio y trabajo en relación de dependencia de uno de los hijos mayores.

Fig. 5.1: Sistema de producción caprina en la localidad de La Bajada, departamento Paclín.

A) **B)**



A) Corral de encierre. B). Pastoreo en pastizal natural.

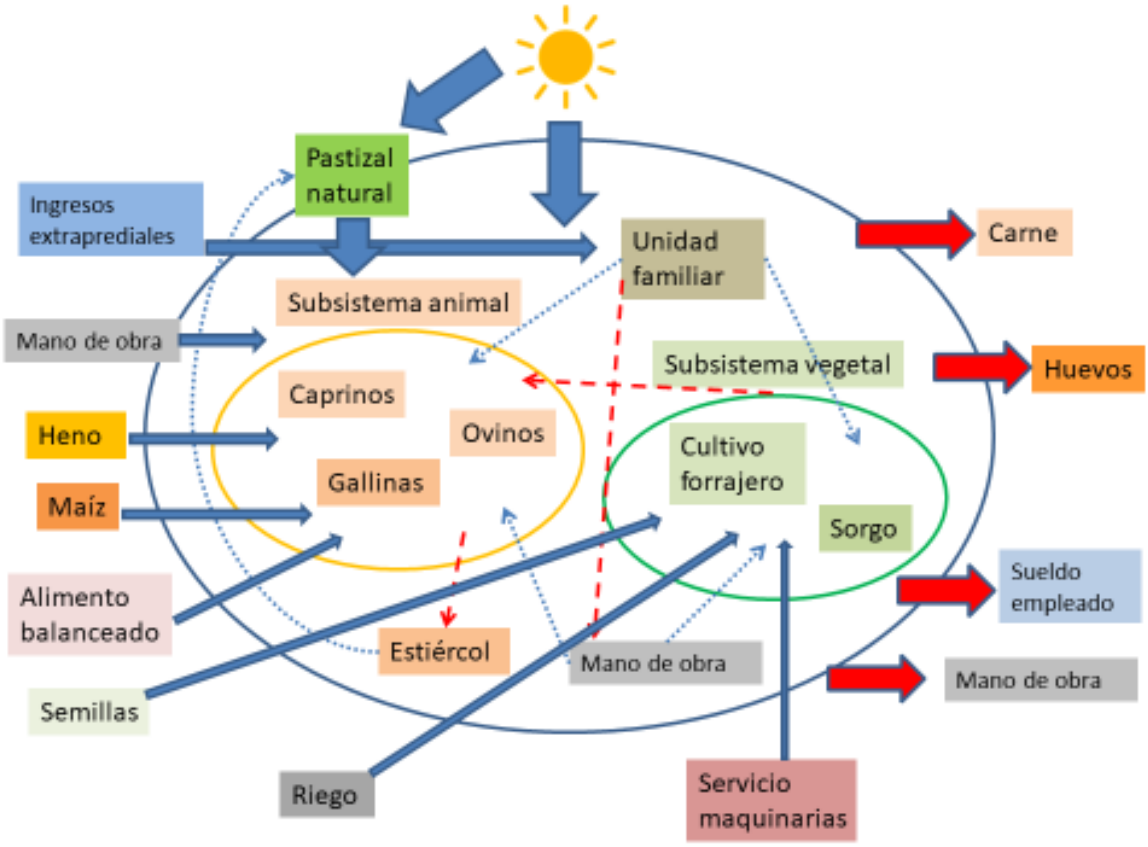
El sistema posee una superficie total de 38,5 has, de las cuales 3,5 son propias y las 35 has restantes son campo comunero, al cual tienen permiso de acceso y uso. En la superficie propia desarrollan cultivo de forrajes, principalmente sorgo, para actividades de suplementación. Las tareas de labranza las realizan contratando mano de obra tercerizada. No producen su propia semilla y cuentan con servicio de riego, a través de acequias y canales, abonando un canon al estado provincial.

Las instalaciones con que cuentan son corrales de encierre nocturno y una manga para maniobras de manejo, realizadas con materiales resistentes de madera y material de construcción (cemento). En determinadas épocas del año introducen al sistema como refuerzo de alimentación y, en otras épocas, como principal alimento, heno de alfalfa, alimento balanceado y grano de maíz.

La principal producción es la cría de caprinos cuyo destino final es la venta de cabrito lechal, producen gallinas, para la obtención y venta de huevos; también crían ovinos, con el fin de autoconsumo.

En la Fig. 5.2 se observa el funcionamiento del agroecosistema A. Se consideró como límite del sistema de estudio el perímetro del establecimiento; a través del gráfico se puede visualizar de manera esquemática los ingresos y egresos del sistema, y las interacciones entre los componentes.

Fig. 5.2: Esquema del sistema de relaciones de ingreso y salida del agroecosistema A de producción caprina en la provincia de Catamarca.



Las líneas azules representan los ingresos externos al sistema; las líneas rojas indican las salidas del sistema al entorno; las líneas azules y rojas discontinúas revelan ingresos y egresos entre subsistemas, respectivamente.

Agroecosistema B

Está ubicado en la localidad de Santa Cruz, departamento Valle Viejo; consta de una unidad de producción caprina para carne (Fig. 5.3). Consiste en un sistema familiar neto. Son cinco integrantes, el matrimonio y tres hijos mayores que continúan en la actividad. Viven en el predio. Sus ingresos se dividen en partes iguales entre aquellos provenientes de la actividad caprina por venta de cabritos lechales, y los ingresos extra prediales, por jubilación, en el caso de uno de los integrantes del matrimonio y trabajo en relación de dependencia de dos de los hijos mayores.

El sistema tiene una superficie total de 105 has, de las cuales 5 son propias y las 100 has restantes son campo comunero, al cual tienen permiso de acceso y uso escrito, ya que pertenecen a un familiar. En la superficie propia desarrollan cultivo de forrajes, perennes (alfalfa) y verdeos (cebada o avena), para actividades de suplementación. Las tareas de labranza las realizan con arado de mancera y animal mular de tiro, es decir con tracción animal. No producen su propia semilla y cuentan con servicio de riego, a través de acequias y canales, abonando un canon al estado provincial.

Fig. 5.3: Imágenes del sistema de producción caprina en la localidad de Santa Cruz, departamento Valle Viejo

A) B)

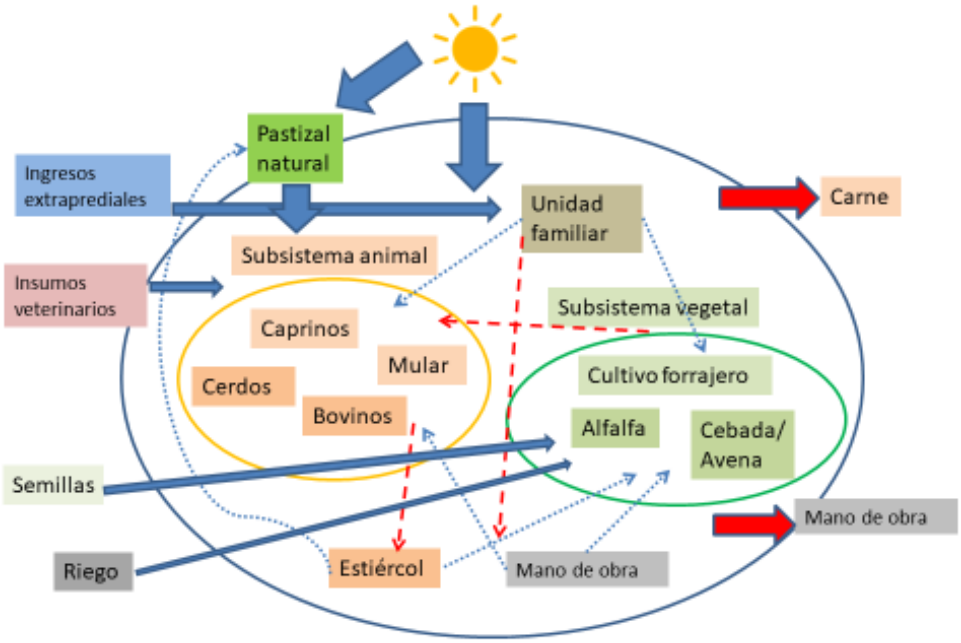


A) Área de pastoreo en. B). Corrales.

Las instalaciones con que cuentan son corrales de encierre nocturno, realizadas en materiales propios de la zona (corrales rústicos, en muy buenas condiciones). La principal producción es la cría de caprinos cuyo destino final es la venta de cabrito lechal; también crían bovinos y cerdos, con el fin de autoconsumo.

En la Fig. 5.4, se aprecian las relaciones e interacciones, salidas y egresos, del agroecosistema B. Para este caso, también se consideró como límite del sistema, el perímetro del establecimiento propio. Para ambos agroecosistemas, se consideró como otro componente destacado, al pastizal natural, que es lo que constituye el denominado campo comunero.

Fig. 5.4: Esquema del sistema de relaciones de ingreso y salida del agroecosistema B de producción caprina en la provincia de Catamarca.



Las líneas azules representan los ingresos externos al sistema; las líneas rojas indican las salidas del sistema al entorno; las líneas azules y rojas discontinúas revelan ingresos y egresos entre subsistemas, respectivamente.

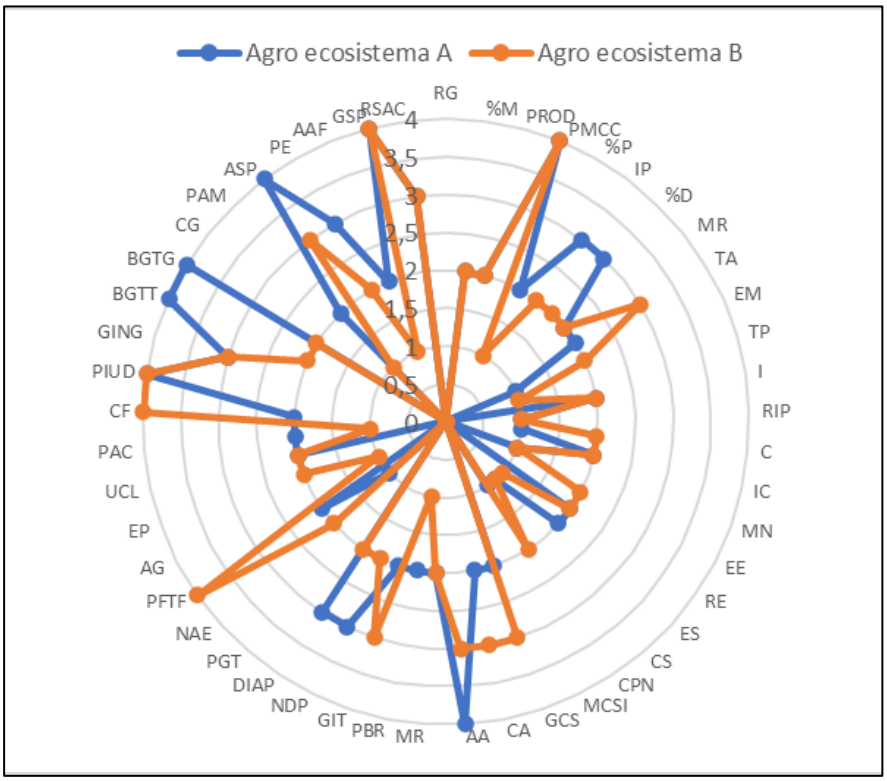
Resultados

Los valores de sustentabilidad general fueron similares entre los agroecosistemas A y B (1,96 y 1,98) y cercanos al valor umbral, pero se observaron diferencias entre los valores de los indicadores de ambos sistemas (Fig. 5.5).

En cuanto a las categorías y criterios de análisis ambos agroecosistemas presentaron valores inferiores o coincidentes con el de referencia en la eficiencia productiva, económica y energética, canales de comercialización y flexibilidad ante perturbaciones del sistema (Figura 5.6), determinando los aspectos más problemáticos que afectan la sustentabilidad de estos tipos de sistemas.

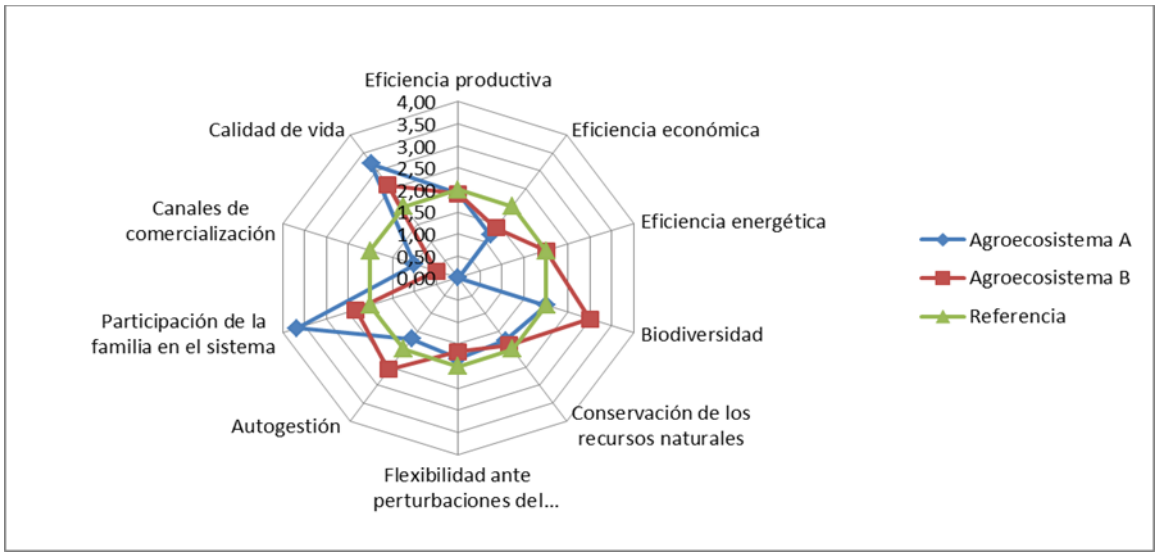
Como fortalezas, se destacan la calidad de vida y la participación de la familia en el sistema, para el caso del agroecosistema A; mientras que el agroecosistema B la autogestión y la biodiversidad se detectaron como aspectos fuertes para la sustentabilidad. El agroecosistema A presentó una marcada debilidad en lo referente a la eficiencia energética y el agroecosistema B, exhibe un comportamiento similar en lo que concierne a canales de comercialización.

Fig. 5.5: Valores de los indicadores en dos agroecosistemas de producción caprina en la provincia de Catamarca para el periodo productivo 2017-2018.



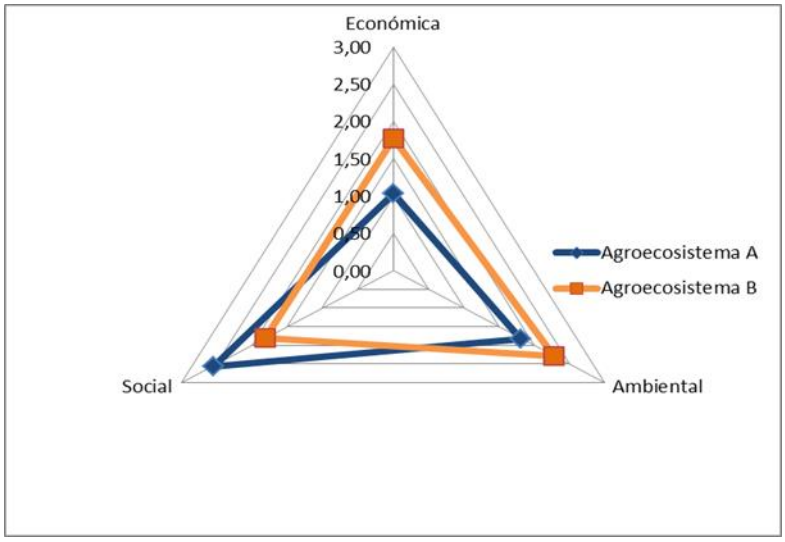
RG: Receptividad ganadera; %M: % mortalidad PROD: Producción kg carne/año; PMCC: Peso medio del cabrito vendido como carne ; %P:% parición; IP: Índice de prolificidad; %D: % destete; MR: Tipo o forma de manejo reproductivo o de servicio; TA: Tipo o fuentes de alimentación (haciendo referencia a qué % de pastoreo y cuanto de forraje cultivado y cuanto de concentrado); EM: Energía metabolizable aportada por el pastoreo sobre pastizal natural; TP: Tipo de pastoreo; I: Nivel de ingresos provenientes de la actividad caprina; RIP: Relación insumo/producto; C: Costo de producción kg de carne de cabrito ($/kg); IC: Ingresos carne ($/cabrito faenado) ; MN: Margen Neto del sistema de producción ($/cabra); EE: Eficiencia energética; RE: Riqueza de especies; ES: Grado de erosión de los suelos; CS: Grado de compactación/pisoteo del suelo; CPN: Condición del pastizal natural ; MCSI: Medidas de conservación de suelos incorporadas; GCS: Grado de cobertura de los suelos; CA: Calidad de agua; AA: Acceso al agua; MR: Manejo de residuos; PBR: Planificación en base a registros; GIT: Grado de innovación tecnológica; NDP: Nivel de diversificación de la producción; DIAP: Distribución del ingreso entre actividades productivas; PGT: Pertenencia a grupos de trabajo o redes locales; NAE: Nivel de dependencia de aportes externos; PFTF: Proporción de la fuerza de trabajo familiar en relación a la fuerza total de trabajo en el sistema; AG: Autoabastecimiento de genética ganadera y semillas forrajeras; EP: Elaboración propia de raciones de alimentos balanceados ; UCL: Uso del conocimiento local; PAC: Participación en actividades de capacitación; CF: Cantidad de familiares que viven o no en el predio y participan de las actividades productivas; PIUD: Proporción de integrantes de la unidad doméstica involucrados en la toma de decisiones; GING: Grado de integración de la nueva generación en la empresa; BGTT: Brecha de género en el tiempo total de trabajo; BGTG: Brecha de género en el tiempo total de gestión – BGTG; CG: Compras en grupo; PAM: Presencia y acceso al mercado; ASP: Acceso a servicios públicos; PE: Posibilidades de educación formal y no formal; AAF: Autosuficiencia alimentaria de la familia; GSP: Grado de satisfacción personal y RSAC: Riesgos para la salud en las actividades productivas.

Fig. 5.6: Categorías de análisis en dos sistemas de producción caprina en ambientes áridos en la provincia de Catamarca.



En la Fig. 5.7 se aprecia que en el agroecosistema A la dimensión social se encontró muy cercana al mayor valor de sustentabilidad mientras que el agroecosistema B registra registra valores más elevados en las dimensiones ambiental y económica.

Fig. 5.7: Valores promedio de las dimensiones social, ambiental y económica de dos sistemas de producción caprina en ambientes áridos en la provincia de Catamarca.



Reflexiones acerca de los resultados obtenidos

El empleo de indicadores permitió realizar un análisis simple e integral de las ventajas y limitaciones de cada sistema evaluado. Se observó que ambos sistemas de producción de caprinos no lograron alcanzar en todas las categorías de análisis el mayor nivel de sustentabilidad estimado para este tipo sistema de producción. El agroecosistema B aparece como más sustentable que el umbral en cinco de las diez categorías analizadas, mientras que el agroecosistema A supera al umbral en sólo tres criterios.

La dimensión ambiental es la más crítica en ambos agroecosistemas. Las principales categorías que contribuyen a esto son la conservación de los bienes comunes, la flexibilidad ante perturbaciones del sistema y la autogestión; encontrándose los puntos sensibles en los siguientes indicadores: grado de compactación/pisoteo del suelo, condición del pastizal natural, medidas de conservación de suelos incorporadas, pertenencia a grupos de trabajo o redes locales, nivel de dependencia de aportes externos, y, autoabastecimiento de genética ganadera y semillas forrajeras.

El primer indicador da indicios de la degradación física que sufren los suelos por la acción del tránsito de los animales, generando cambios en la estructura interna del suelo, modificando el ordenamiento espacial de sus sólidos y poros. El efecto del tránsito de animales está relacionado con la presión ejercida sobre el suelo la cual está en función de la masa del animal, el tamaño de su pezuña y la energía cinética. Las presiones ejercidas por rumiantes menores (ovinos-caprinos), cuando están parados, promedian los 66 kPa (Medina, 2016). Hay que tener en cuenta que estas presiones aumentan durante el pastoreo, pues al caminar los animales sólo apoyan dos o tres de sus pezuñas y, en ambos sistemas, los caprinos recorren en su periodo de alimentación entre 8 a 10 horas por día. Para complementar este indicador sería necesario efectuar la medición de la densidad aparente de suelo, dado que es una medida más precisa de compactación.

El indicador de condición del pastizal natural está en función de la producción anual de forrajimasa de dicho pastizal. El agroecosistema B presenta una producción promedio de 600 kg MS/ha/año, y el agroecosistema A de 400 kg MS/ha/año. Estos valores están clasificados por (Díaz, 2007) dentro de una condición de pastizal pobre a regular. De acuerdo con estudios realizados por expertos (Anderson, 1980 citado por Díaz, 2007) la potencialidad de producción de esta área fitogeográfica puede alcanzar los 1200 kg MS/ha/año; siempre y cuando sea un periodo de régimen pluviométrico normal, es decir sin sequías, obteniendo en promedio 450 mm de precipitación anual, y que se efectúen prácticas adecuadas de manejo. De acuerdo con la fisonomía del paisaje y la composición florística presente, el pastizal del agroecosistema A es de menor calidad que el presente en el agroecosistema B. En lo que respecta a la realización de prácticas de conservación de suelos (por ejemplo: abonos verdes, cultivos protectores) ninguno de los productores manifiesta realizar algunas de ellas, ni en la parcela de cultivo situada en la unidad familiar ni en el área de pastizal.

La capacidad de autogestión es otro punto crítico debido a que, en ninguno de los casos, los integrantes del sistema productivo están nucleados en organizaciones (formales o civiles) o grupos de trabajo y, como consecuencia, su grado de participación es nulo. Esta es una característica propia de los sistemas extensivos de la región, donde predomina el trabajo individual y los productores son muy reacios a entablar estrategias de cooperación.

Otro indicador que demuestra un punto débil en el Agroecosistema A es el nivel de dependencia de aportes externos, registrándose peores valores en el agroecosistema A, donde la dependencia de insumos ingresados desde fuera del sistema, principalmente suplementos alimenticios, como alimento balanceado, y heno de alfalfa es muy alta. En el caso del agroecosistema B, este indicador presenta valores mayores al umbral dado que no se efectúan de manera sistemática suplementaciones estratégicas a los animales según el requerimiento de sus necesidades fisiológicas, sino que lo hacen en épocas muy puntuales empleando aportes forrajeros del pastizal natural.

Al analizar al indicador autoabastecimiento de genética ganadera y semillas forrajeras, se aprecia que son puntos débiles en ambos agroecosistemas dado que no realizan prácticas de autoproducción de semillas para sus cultivos, principalmente forrajeros. En lo referido a la genética animal, el agroecosistema A importa sus sementales desde fuera del sistema, mientras que el agroecosistema B, si bien no registra los valores de sustentabilidad deseada, tiene el hábito de seleccionar sus crías según sus propios criterios para futuros reproductores lo cual se considera una práctica que aporta la sustentabilidad. Esta práctica no debería ser continúa sino cíclica ya que si se perpetúa la misma línea genética en la majada habrá en cierto periodo de tiempo problemas de consanguineidad (Álvarez Calvo, 2015) lo cual va en detrimento del bienestar animal y por supuesto de la eficiencia productiva.

En lo referente a la dimensión económica, los criterios más problemáticos son la eficiencia económica y la eficiencia productiva; registrándose los puntos más críticos, para ambos agroecosistemas, en los indicadores de receptividad ganadera, energía metabolizable aportada por el pastoreo y tipo de pastoreo.

En ninguno de los dos casos asignan la superficie (ha) necesaria para sustentar una unidad ganadera (equivalente cabra-EC), sin producir deterioro a la vegetación y los recursos del lugar a través del tiempo. Es decir, en ambos casos hay una carga animal superior a la que el sistema puede soportar; lo que con el paso de tiempo ocasiona procesos de degradación, por sobrepastoreo. Cuando la actividad se desarrolla sin control, ni planificación, el resultado es un impacto negativo sobre el ambiente, hay pérdida de cobertura vegetal, erosión y compactación del suelo, modificación de la composición vegetal, degradación, empobrecimiento del ecosistema y cambios en los ciclos biogeoquímicos por lo tanto la producción y el desarrollo se ven afectados (Reinoso Franchino, 2014). La degradación es ocasionada por la carga ganadera no adecuada y el desmanejo del sistema de pastoreo, programado y comandado por el productor o los gestores de la unidad familiar. No es el animal en sí mismo, ya sea por su hábito de pastoreo o por su carga energética al caminar, el que causa el daño. El sobrepastoreo y la degradación ocurren, e inclusive la desertificación, debido a que el ser humano permite que la intensidad de

carga sobrepase los límites de la capacidad de carga de la vegetación existente (Luginbuhl y Castagni, 2007). En concordancia, (Bedotti, 2013), sostiene que, una población de cabras a la que se le permite consumir la vegetación en espacios abiertos y sin control puede ser extremadamente peligrosa, y que el efecto deletéreo es una cuestión de presión de pastoreo durante años, décadas o centurias y no debido a los hábitos de pastoreo de una única especie.

De acuerdo con el indicador energía metabolizable aportada por el pastoreo, se debe tener en consideración que la composición del pastizal varía en ambos sitios de estudio. El caso A es de menor calidad o riqueza florística que el caso B, por lo tanto, los aportes desde el punto de vista energéticos, en el primer caso no alcanzan al valor de referencia de sustentabilidad, produciendo 119,36 y 69,1 Mcal/ha/día, lo que se valora como poco sustentable. En la segunda unidad de análisis, alcanza el umbral de sustentabilidad, produciendo o brindando 150,77 y 119,36 Mcal/ha/día, lo que se considera aceptable o dentro de los parámetros de sustentabilidad. Cabe mencionar que para el cálculo de este indicador se consideraron los requerimientos medios de mantenimiento para una cabra adulta en lactación, por día, dado que es una de las etapas de mayor exigencia nutricional dentro del sistema alimenticio, tomando como valor de máxima sustentabilidad el aporte energético de 226,15 y 150,77 Mcal/ha/día (Calsamiglia, *et al*, 2009).

El manejo del pastoreo que llevan a cabo ambos productores es considerado crítico para la sustentabilidad para ambos agroecosistemas ya que es continuo, es decir perpetuo en el tiempo, sin descansos en las áreas de pastoreo. La única diferencia es que en el caso B hay un pastor que acompaña la majada durante el periodo de alimentación, lo cual permite regular en función de la observación y perspicacia de este la oferta forrajera según la disponibilidad. En el caso A la majada sale al pastoreo solo con los perros cabreros, que acompañan y protegen a la misma del ataque de predadores. Esta práctica está muy arraigada en este tipo sistemas y reportado por Nogués *et al* (1995): “el pastoreo extensivo es sin acompañamiento de un pastor, constan de perros cabreros para realizar esta tarea”.

En los aspectos sociales se visualizan indicadores muy positivos en cuanto a los niveles de sustentabilidad, para ambos agroecosistemas. Se observa un gran sentido de pertenencia e interés por desarrollar la actividad caprina, tales como la participación de la familia, el uso conocimiento local, el acceso a servicios públicos, posibilidades de educación formal y no formal, y, grado de satisfacción personal. Esto pone en relieve la importancia y el valor a la tradición familiar heredada, cuestión que también reporta Delgado *et al*, (2007, p. 50) para productores caprinos en comunidades rurales.

Otros indicadores pertenecientes a la dimensión social, que denotan sustentabilidad son: proporción de la fuerza de trabajo familiar en relación a la fuerza total de trabajo en el sistema, lo cual permite visualizar que la mano de obra familiar es el principal fuerza de trabajo en ambos sistemas; y, proporción de integrantes de la unidad doméstica involucrados en la toma de decisiones, siendo este un aspecto positivo para la sustentabilidad dado que el resultado para ambos casos es que más del 75% de los integrantes de la unidad doméstica participan de la toma de decisiones del sistema.

El grado de integración de nuevas generaciones a la empresa nos indica la posibilidad de relevo generacional, lo cual es una cuestión positiva en los dos agroecosistemas, ya que se evidencia una herencia de trabajo tres generaciones y varios miembros de la familia involucrados. Como indicadores negativos en esta dimensión para las dos unidades productivas, se encuentran falta de compras en grupo y de presencia y acceso al mercado, que se corresponden con el criterio de canales de comercialización; y autosuficiencia alimentaria de la familia, que se enmarca en el criterio de calidad de vida. En ambos casos no se tiene la práctica de organizarse para adquirir insumos de manera grupal con productores cercanos o conocidos; y tampoco se efectúan practicas alternativas de venta, como en ferias o a través de circuitos cortos. Tampoco están integrados a organizaciones de venta por lo tanto su grado de dependencia con intermediarios es relevante. Esta cuestión ha sido estudiada y relevada por diversos autores, que describen a los sistemas de producción de caprina extensiva como informales (Nogués *et al* 1998; Dayenoff *et al*, 2017), donde las principales ventas se realizan a pie de finca, sin control de faena; y otra parte se comercializa por medio de intermediarios.

La calidad de vida de las familias, analizada a través del porcentaje de alimento familiar producido en el propio sistema; mostró que en el caso B no se llegan a cubrir las necesidades básicas de alimentación equilibrada para la familia, debiendo adquirir productos fuera del sistema. El caso A, se halla en el umbral de sustentabilidad: tiene diversificación de producción animal para autoconsumo, lo que genera una variedad de alimentos, pero faltan fuentes de vitaminas y minerales, brindados por los vegetales, los cuales no están presentes en ninguno de los sistemas de producción.

La distribución del ingreso según los diversos rubros productivos propios de la finca (recursos prediales) y aquellos ingresos desde otra vía, jubilación, pensión, asalariado (recursos extra prediales), muestran en ambos casos valores de sustentabilidad superiores al valor de referencia. Esto confirma que este tipo de sistemas de producción caprina son de subsistencia, si solo consideramos los ingresos propios de la actividad, pero perduran en el tiempo por el sostenimiento que les imprime el aporte extra predial. Esto es coincidente con lo expresado por Paz, *et al* (2002), quienes reconocen que la producción caprina se completa con otras estrategias de reproducción que generan ingresos de otras fuentes.

Los casos analizados se encuadran en unidades familiares, en el sistema B perteneciente a la agricultura familiar, dado que en la unidad no se emplea trabajo asalariado; la familia constituye la fuente de mano de obra; y tienen una racionalidad propia, donde se integra la unidad productiva con la unidad doméstica. Además, prevalece la conservación del patrimonio familiar, y la existencia de un proyecto de vida en el medio rural, tal cual lo señalan Balsa y López Castro, (2011). En el sistema A se aprecia la inclusión de mano de obra asalariada, es decir que esta unidad productiva tuvo un proceso de transformación tendiente hacia modos de organización empresarial (López Castro, 2013). La inclusión de mano de obra asalariada se dio, en este caso, a partir de la disminución de la cantidad de trabajadores familiares disponibles, ya que se produjo el desvinculamiento temporal de uno de sus hijos, por cambio de residencia para cumplir con responsabilidades educacionales.

Ambos casos, reflejan las estrategias desarrolladas para mantener la unidad productiva y familiar, si bien en uno de los análisis se aprecia un fenómeno social de migraciones estacionales (Giarracca, *et al*, 2001) generadas alrededor de una actividad productiva; las trayectorias delineadas, mantienen el rasgo distintivo de basar la organización del trabajo y la gestión en torno a un equipo de trabajo familiar (con o sin incorporación de trabajo asalariado) y mantener la racionalidad de integrar la unidad productiva y doméstica y la conservación del patrimonio simbólico (López Castro, 2013).

Se aprecia en el estudio realizado la variedad de prácticas socio productivas que configuran el conjunto de las estrategias de reproducción social (Comerci, 2022), en un territorio en permanente transformación, por ser una interfaz urbana rural, pero, a pesar de las tensiones, es de destacar la presencia y permanencia de unidades caprinas familiares, constituyéndose en productores de alimentos locales y manteniendo al resguardo áreas de amortiguamiento ambiental (Castro y Castro, 2022).

Consideraciones finales

Los resultados del presente estudio permitieron, a través de la metodología de construcción de indicadores, evaluar la sustentabilidad del sistema extensivo de producción caprina en ambientes áridos de la provincia de Catamarca; corroborando la utilidad de dicha metodología para este tipo de análisis.

El uso de la PROMES nos permitió identificar las tendencias negativas de mayor relevancia sobre la sustentabilidad del territorio. Al analizar los sistemas de manera integral se pueden mejorar y eficientizar con prácticas de manejo agroecológicas.

Los dos sistemas de producción caprina analizados resultaron de media a baja sustentabilidad. El modelo B es más sustentable que el A en algunos criterios, dado que resultó con un comportamiento tendiente a la sustentabilidad en un 50% de los indicadores empleados, mientras que el A alcanzó cercanía a la sustentabilidad en un 30%; sin embargo, para que exista sustentabilidad deben cumplir con la totalidad de los criterios de análisis.

La dimensión más crítica en ambos agroecosistemas es la ambiental, y está relacionada principalmente con el grado de compactación del suelo, la condición del pastizal natural, y la conservación de suelos, cuestiones que son consecuencias del tipo de sistema que realizan, extensivo. Esto también se correlaciona con aspectos problemáticos de otras dimensiones, como el tipo de pastoreo.

Un aspecto importante, es que estos sistemas tienen un uso bajo de insumos externos y no emplean productos de síntesis química en los subsistemas agrícola y ganadero, salvo productos veterinarios de manera preventiva; lo cual constituye una fortaleza desde el punto de vista de los procesos de transición agroecológica.

Otra cuestión destacada son las estrategias de reproducción social que los productores desarrollan en base a este tipo de producción, donde no prima el beneficio económico de la actividad, sino la pertenencia al territorio, la tradición productiva y la unidad familiar. Además,

cuentan con ingresos diversificados, principalmente extra prediales. Estos aspectos constituyen en parte, las bases de la perdurabilidad de la actividad de estos sistemas de producción caprina en ambientes áridos.

Ambos sistemas están contenidos en un entramado social con una cultura ancestral, que está arraigada al territorio y desarrolla esta actividad de manera empírica; además dadas sus particularidades ofrecen productos de calidad, lo cual aún no está valorado ni es reconocido por todos los actores de la cadena de comercialización ni en los diversos ámbitos de consumo.

Conocidas las interrelaciones de los procesos productivos y ambientales, que ocurren en estos casos se debería plantear estrategias de mejora en el manejo, que permitan desarrollar tecnologías de producción de alimentos limpias y tendientes a una producción agroecológica de productos caprinos.

Tanto la carne como la leche son productos naturales con propiedades funcionales; producidos en un entorno social y ambiental, que les permitiría ser considerados como productos agroecológicos, lo cual podría aportar a consumidores que buscan y eligen alimentos producidos en entornos ecológicos. Estos aspectos además favorecerían un ingreso económico justo y sustentable a familias campesinas, que forman parte de un tejido social que mantiene el arraigo en zonas rurales, consolidando uno de los pilares de la soberanía alimentaria.

Referencias

Altieri M., y C Nicholls (2002). Un método agroecológico rápido para evaluación de la sostenibilidad de cafetales. Manejo integrado de plagas y agroecología, 17-24.

Álvarez Calvo JL (2015). Mejoramiento genético de las cabras. Manual del caprinocultor. Cuba: ACPA.

Balsa J, y N López Castro (2011). La agricultura familiar “moderna”. Caracterización y complejidad de sus formas concretas en la región pampeana. IESAC, 45-75.

Bedotti D (2013). El hombre, la cabra y el medio ambiente. Actas del VI Congreso Nacional y III del MERCOSUR de Pastizales Naturales. Santa Rosa, La Pampa. 95-99.

Calsamiglia S, A Bach, C De Blas, C Fernández y P García Rebollar (2009). Necesidades nutricionales para rumiantes de leche. Normas FEDNA. Madrid, España: Ediciones Peninsular S.L.

Castro OE y AB Castro (2022). Bienes comunes, tensiones y transformaciones que convergen a sistemas de producción caprina. Segundo Encuentro Nacional y Congreso Científico “Periurbanos hacia el consenso 2022”.

Comerci ME (2022). Fronteras productivas, apropiación de bienes comunes y estrategias domésticas familiares en el centro de Argentina. Revista Notas Históricas y Geográficas. (28) 380-381.

Davenoff P y J Macario (2017). Impacto del uso de tecnología apropiada en la productividad e ingresos económicos de un establecimiento caprino en zona árida. Revista Argentina de Producción Animal, (37), 55-60.

Delgado A, W Armas, R D'Aubeterre y Araque A (2007). Evaluación de la sostenibilidad de un sistema de producción caprino, utilizando indicadores. Gaceta de Ciencias Veterinarias, 45-52.

Díaz R (2007). Utilización de Pastizales Naturales. Córdoba, Argentina: Editorial Brujas.

Giarracca N, S Aparicio y C Gras (2001). Multiocupación y pluriactividad en el agro argentino: el caso de los cañeros tucumanos. Desarrollo Económico, 305-320.

Gibon A (2005). Managing grassland for production, the environment, and the landscape. Challenges at the farm and the landscape level. Livestock Production Science 96: 11-31.

González MF, J Quinteros Dupraz, VG Herrera, A Recarte y OE Castro (2009). Rendimiento y característica de la canal de cabritos nubian x boer x boer faenados a los 120 días de edad. Memorias del VI Congreso ALEPRyCS Querétaro, México.

Hadjigeorgiou I, K Osoro; JP De Almeida y G Molle (2005). Southern European grazing lands: Production, environmental and landscape management aspects. Livestock Production Science 96: 51-59.

INDEC (2021). Censo Nacional Agropecuario. Buenos Aires: INDEC.

López Castro N (2013). La producción familiar en el SO bonaerense de las últimas décadas: claves productivas de su persistencia Puán y Adolfo Alsina, 1988-2012. Huellas, 187-213.

Luginbuhl L y P Castagni (2007). Utilización de caprinos para el control de vegetación indeseable. Archivo Latinoamericano de Producción Animal, 294-309.

Medina C (2016). Efectos de la compactación de suelos por el pisoteo. Revista Colombiana Ciencia Animal, 88-93.

Nahed-Toral J, JR Aguilar-Jiménez, JC Calderón-Pérez, B Sánchez-Muñoz B, J Cámara Córdoba J y JM Ruiz Rodríguez (2011). Evaluación de la sustentabilidad de la ganadería bovina en la Cuenca Transfronteriza Grijalva. Proyecto-FORDECYT: Gestión y estrategias de manejo sustentable para el desarrollo regional en la Cuenca Hidrográfica Transfronteriza Grijalva - Sub-proyecto gestión de sistemas ganaderos sustentables en la Cuenca Transfronteriza Grijalva.

Nogués EM; J Carrizo y O Gallo (1995). Determinación de los índices productivos en una majada caprina en condiciones tradicionales de explotación. Revista de Ciencia y Técnica – Universidad Nacional de Catamarca – I (1).12-19.

Nogués EM, PA Sotomayor, MM Curotto A Quiroga y MC Andres (1998). Desempeño productivo de una majada caprina bajo manejo extensivo en Las Peñas, dpto. La Paz, Catamarca, Catamarca. Revista de Ciencia y Técnica. Universidad Nacional de Catamarca. V (6). ISSN 0328-431X.

Nogués E, O Castro y M Puricelli (2011). Aspectos de manejo alimentario y nutricional que deben considerarse sobre la producción caprina de carne en ambientes áridos y semiáridos. Revista de Divulgación Técnica Agrícola y Agroindustrial, 01-12.

Paz RG, R Alvarez, H Lipshitz, C Degano, P Usandivaras, L Cataño, S Lamadrid y J Togo (2002). Sistemas de producción campesinos caprinos en Santiago del Estero. Proyección y desafíos para el desarrollo del sector. Santiago del Estero, Argentina: Ed. Fundapaz.

Quiroga A y D Esnarriaga (2014). Diversidad de forrajeras nativas consumidas por el ganado caprino en el área pedemontana del Chaco Árido, Catamarca. Biología en Agronomía. Universidad Nacional de Catamarca Secretaría de Ciencia y Tecnología -Editorial Científica Universitaria ISSN: 1853-5216 4 (1):121-147.

Reinoso Franchino G (2014). Revisión bibliográfica sobre los impactos ambientales de la actividad ganadera caprina en ambientes áridos y semiáridos, con énfasis en los procesos del suelo. Revista Biología en Agronomía, 114-126.

Riedel JLF (2007). Bases para la gestión sostenible del Parque de la Sierra y Cañones de Guara: interacciones entre la ganadería y la dinámica de la vegetación. Tesis Doctoral Universidad de Zaragoza, España. Cap. 2:23-26.

Sevilla Guzmán E (2013). El despliegue de la Sociología Agraria hacia la Agroecología. Cuaderno Interdisciplinar de Desarrollo Sostenible. ISSN 1889-0660: 85-109.

CAPÍTULO 6
Evaluación participativa de chacras ganadero-pastoriles en valles del Chubut

Estefanía Oyharçabal y Santiago J. Sarandón

Investigar en y desde las agroecologías

Las enormes consecuencias negativas socioambientales del modelo agroindustrial vigente plantean dudas acerca de la utilidad del modelo de investigación especializada, compartimentalizada, analítica para abordar problemas complejos. Claramente el paradigma simplificador, productivista cortoplacista que difícilmente reconoce otros saberes más allá de los científicos, presenta severas deficiencias para abordar la complejidad y reconocer los plurivalores de otros modelos de agricultura sustentable. Es necesario entonces encontrar otras formas de investigar (Sarandón, 2019). En este sentido, encontramos en las agroecologías una propuesta posible.

La investigación en y desde la agroecología, como una expresión científica y transdisciplinaria de este nuevo paradigma, permite "validar y generar conocimientos para evaluar, diseñar y manejar agroecosistemas sustentables" (Paleologos *et al*,2017). Analizar la sustentabilidad de los modelos agropecuarios implica un cambio de paradigma que permita abordar la complejidad de los sistemas en estudio sin desatender su contexto. Es necesario orientar el diseño y el manejo de estos para que sean productivos, cuidadosos con el entorno natural (objetivos productivos y ambientales), y satisfagan las necesidades y deseos de las personas agricultoras y consumidoras (objetivos económicos, sociales y culturales), que considere a quién va dirigida la actividad y quién la lleva a cabo (Altieri, 1983; Altieri, 2002; Sarandón y Flores, 2014).

En este capítulo, basado en un trabajo de tesina "*Construcción participativa de indicadores para evaluar la sustentabilidad en dos chacras ganaderas con diferentes sistemas de pastoreo del Valle Inferior del Río Chubut"* (Oyharçabal *et al,* 2020), pretendemos analizar la utilidad, los alcances y limitaciones de la co-construcción de un conjunto de indicadores para evaluar la sustentabilidad ecológica, económica y sociocultural de chacras ganadero-pastoriles del Valle Inferior Rio Chubut (VIRCh), ubicado en el Este de la Patagonia, sur de Argentina. Para ello utilizamos, como base, la PROMES para la construcción de los indicadores.

A continuación, contextualizamos el caso de estudio, describimos el proceso de construcción y resultados parciales alcanzados, con énfasis en la utilización del instrumento guía para construir los indicadores que, dada su versatilidad, nos permitió abordar ciertas dificultades. Fue

un trabajo conjunto entre personas vinculadas a las chacras y a la comunidad científico-técnica durante el cual construimos una herramienta multicriterio de fácil implementación, que permite caracterizar y ejercer un autodiagnóstico sobre el manejo de los sistemas de producción ganadera pastoril del Valle. Un total de 17 indicadores, y 53 sub-indicadores (tablas 6.1, 6.2 y 6.3) nos permiten detectar fácilmente la tendencia hacia la sustentabilidad a través de la identificación de puntos críticos de cada agroecosistema, de acuerdo con lo que determinamos como sus principales atributos económicos, ecológicos y socioculturales. La información generada a través de este instrumento sirve como punto de partida para, *a posteriori,* (re)diseñar y (re)planificar el manejo de la chacra. Así mismo, puede utilizarse con periodicidad para detectar posibles cambios en el tiempo y también para comparar entre chacras ganaderas pastoriles, de manera tal que promueva el intercambio de saberes, el fortalecimiento y permanencia de los sistemas agropecuarios pastoril-ganaderos con fuerte potencial agroecológico e incluso motivar una transición agroecológica.

Tabla 6.1. Indicadores (1 a 7) y sub-indicadores propuestos para evaluar la dimensión ecológica (ECL) de la sustentabilidad.

Θ	Indicador	Subindicador [peso] *
Dimensión ecológica (ECL)	**1. Biodiversidad productiva, cultivo y crianza (BP)**	a. Integración de rubros productivos [1] b. Diversidad de especies vegetales en cultivos forrajeros [1] c. Diversidad de animales en sistemas de crianza [1]
	2. Biodiversidad asociada y auxiliar, vegetal (BA)	a. Porcentaje de perímetros (externos e internos) con cercos vivos [2] b. Diversidad de familias botánicas en cercos vivos [2] c. Manejo de ambientes seminaturales o corredores biológicos [1] d. Diversidad de especies vegetales en ambientes seminaturales (macizos, cercos vivos, etc.) [1] e. Diversidad de yuyos [2]
	3. Diseño y Manejo del Suelo (DyMS)	a. Rotación de cultivos [2] b. Sistemas de labranza [1] c. Sistema de pastoreo [2] d. Fertilizaciones [2] e. Prácticas para aumentar contenido de materia orgánica [2]
	4. Diseño y Manejo de Cultivos (DyMC)	a. Complejidad del sistema _diseño mixto, agricultura y ganadería_ [1] b. Composición de recursos forrajeros [1] c. Manejo de recursos forrajeros [1] d. Utilización de insumos biológicos en cultivos [1] e. Manejo de yuyos [1]
	5. Diseño y Manejo del Agua (DyMA)	a. Sistema y estructuras de riego [1] b. Manejo del agua en el suelo [2]
	6.Manejo de los animales (MA)	a. Manejo del ganado [1] b. Alimentación [1] c. Planificación forrajera [1] d. Utilización de insumos biológicos veterinarios [1] e. Bienestar animal [1] f. Manejo sanitario [1]
	7. Tratamiento de Residuos (TR)	a. Tratamiento de residuos inorgánicos [1] b. Tratamiento de residuos orgánicos [1]

**Las variables y su escala para definir el estado no se detallan en esta publicación .*

El valor entre corchetes en cada subindicador [1, 2 ó 3] indica el peso asignado en la ponderación.

Tabla 6.2. Indicadores (8 a 13) y sub-indicadores propuestos para evaluar la dimensión económica (ECN) de la sustentabilidad.

Dimensión económica (ECN)	**8. Infraestructura (Inf)**	a. Nivel de dependencia de maquinaria y herramientas [1] b. Estado de instalaciones agropecuarias [1]
	9. Autoabastecimiento y Autoconsumo de Insumos (AyAI)	a. Procedencia del material de cultivo [1] b. Autoabastecimiento de alimento para el ganado [3] c. Autoabastecimiento de insumos necesarios para la producción [2]
	10. Autoabastecimiento y Autoconsumo de Productos (AyAP)	a. Diversidad de productos y rubros productivos [2] b. Porcentaje de autoconsumo de alimentos [1]
	11. Comercialización (Com)	a. Participación en circuitos de comercialización [3] b. Planificación de la comercialización [2] c. Forma de construcción de precios [1]
	12. Mano de Obra (Mob)	a. Forma de asignación salarial [1] b. Tipo de mano de obra [1]
	13. Ingresos e Inversiones (InIn)	a. Nivel de dependencia de ingresos externos [1] b. Capacidad de inversión [1]

**Las variables y su escala para definir el estado no se detallan en esta publicación .*

El valor entre corchetes en cada subindicador [1, 2 ó 3] indica el peso asignado en la ponderación.

Tabla 6.3. Indicadores (14 a 17) y sub-indicadores propuestos para evaluar la dimensión sociocultural (SC) de la sustentabilidad.

Dimensión sociocultural (SC)	**14. Organización Interna (OrgInt)**	a. Participación familiar , sentido de pertenencia a la chacra [1] b. Grado de participación de los trabajadores en la toma de decisiones [1] c. Planificación de actividades [1]
	15. Vinculación externa (VinExt)	a. Grado de vinculación con otros agricultores, agrupaciones, etc. [1] b. Grado de vinculación con instituciones y organismos de ciencia y técnica [1]
	16. Costumbres y tradiciones (CosT)	a. Poder de transmisión de las costumbres y tradiciones [1] b. Capacidad de innovación tecnológica [1] c. Capacitación y actualización [1]
	17. Buen Vivir (BV)	a. Nivel de satisfacción de necesidades y deseos de los participantes [1] b. Estado de motivación y bienestar de los participantes [1] c. Grado de conocimiento y cuidado ecológico [1]

**Las variables y su escala para definir el estado no se detallan en esta publicación .*

El valor entre corchetes en cada subindicador [1, 2 ó 3] indica el peso asignado en la ponderación.

El pastoreo racional intensivo, una opción superadora de manejo

En la Patagonia argentina más del 90% del área corresponde a pastizales con una oferta forrajera que ronda los 0,1 – 0,5 t materia seca ha-1 año-1 determinada principalmente por las condiciones ambientales. Predomina un clima del tipo BSk según la clasificación de Koppen-Geiger (Peel *et al,* 2007), árido templado-frío con escasas precipitaciones. Aproximadamente un 1% de ésta misma región es de Grandes Valles y Valles Irrigados con alto potencial productivo debido a la disponibilidad de agua (de 600 a 1800 mm anuales) por precipitaciones y/o riego (Miñón *et al*,2015) en donde se concentran las actividades agropecuarias más intensivas. En estos ambientes los cultivos forrajeros y la actividad ganadera ovina y bovina tienen gran importancia. El Valle Inferior del Río Chubut (VIRCh - NE de la provincia homónima) es un valle irrigado de 49000 ha potencialmente productivas; en la actualidad hay aproximadamente 25000

ha con riego y el 75% está destinado a la producción forrajera mayormente con pasturas perennes que producen de 5 a 9 t materia seca ha-1 año-1. No obstante, en estudios recientes de producción forrajera en pasturas mixtas leguminosa-gramínea de lotus:festuca (Lotus tenuis y Festuca arundinacea), se registraron cosechas con valores absolutos de hasta 16 t ha-1 año-1, con permanencia óptima de la proporción de las plantas leguminosas, 40 a 60 % del canopeo (Oyharçabal *et al*, 2022), lo que afirma una indudable fuente de materia prima e importante aporte de alimento de alta calidad para la actividad ganadera.

La sustentabilidad de los sistemas agropecuarios del VIRCh está en riesgo, debido al avance de sistemas ganaderos netamente a corral y la disminución de los sistemas pastoriles, con la consecuente inestabilidad de gran parte de las producciones agropecuarias y/o concentración de la actividad en pocas manos. Durante los últimos años observamos una temprana degradación de las pasturas con merma en los rendimientos (< 5 t materia seca ha^{-1} $año^{-1}$) de la mano de una creciente incorporación de sistemas altamente dependientes de la suplementación y encierres permanentes a corral para la terminación de los animales (PROSAP, 2007; INTA, 2013 y 2015a). Esto ocasiona dos graves problemas: a) una alta demanda de insumos extra-regionales (i.e. grano, alimento balanceado) que incrementa los costos de producción con rentabilidad variable y b) la concentración de estiércoles (gran cantidad de nutrientes) en pequeñas áreas con alto riesgo de contaminación (Bolton *et al,* 2004; Pinos Rodríguez *et al,* 2012; INTA, 2015b).

A pesar de este avance, basado en una lógica productivista y reduccionista (sólo rendimiento y rentabilidad) aún perduran ciertas prácticas que permiten optimizar los sistemas ganaderos pastoriles, basadas en el manejo de pasturas con pastoreo rotativo intensivo (Vanoni 1989; Sabino y Vanoni, 2006; Ferreira Romero, 2007; Pinheiro Machado, 2011) complementado con la confección de reservas forrajeras para el periodo invernal, durante el cual las tasas de crecimiento de las pasturas son mínimas a nulas.

Los sistemas pastoriles ganaderos brindan atributos socio-ecológicos (Frankow-Lindberg *et al* 2009; Lüscher *et al* 2014; Paleologos *et al* 2017), que desaparecerían si la producción de carne se hiciese totalmente a corral. Entre ellos podemos citar elevada producción primaria y secundaria, incremento de la materia orgánica en los suelos y consecuente secuestro de carbono, incremento de la biodiversidad de los agroecosistemas con incremento de la actividad biológica que interviene en diferentes procesos naturales fundamentales para la vida, como el ciclaje de nutrientes, la nutrición vegetal y la regulación biótica; necesarios, además, para evitar el uso de agroquímicos sintéticos (fertilizantes y plaguicidas) y lograr mayor resiliencia de los sistemas ante cambios ambientales (climático, socio-económico). La escasa información disponible sobre la actividad ganadera pastoril (ovina y/o bovina) en chacras del VIRCh que practican el pastoreo racional intensivo (PRI), muestra resultados promisorios, entre 500 a 800 kg carne ha-1 año-1 con pasturas mixtas que alcanzan las 13 t ha^{-1} $año^{-1}$ de materia seca (INTA, 2015a; com. personal 2022). En contraste, la producción de carne con terminación a corral alcanza 250 kg carne ha-1 año-1 y se estima que el 40% se logra con insumos externos (INTA, 2015a).

El PRI es una propuesta agroecológica posible en los sistemas agropecuarios del VIRCh. Conocido también como pastoreo racional Voisin (PRV - Pinheiro Machado, 2011), propone el aumento de la productividad de las pasturas y su valor biológico, que conduce al aumento de la velocidad de ganancia de peso de los animales (Pinheiro Machado 2011; Ferreira Romero, 2007). Es un sistema de pastoreo fundamentado en el incremento de los procesos biológicos (de vida vegetal y animal) que regeneran la vida del suelo en armonía con los requerimientos de los pastos y los animales, y de la intervención humana para el manejo de estos sistemas agropecuarios (Pinheiro Machado y Pinheiro Machado Filho, 2016) con el objetivo de que sean sustentables. El PRI es posible si, i) promueve la biocenosis del suelo; ii) administra altas cargas instantáneas con estrictos periodos de tiempos de permanencia y descanso (dependiendo del lugar, clima y época del año); iii) decide el tamaño de potreros de pastoreo en función a los recursos; y iv) acciona con prácticas para el bienestar de los animales, i.e. buen trato, acceso al agua, protecciones (Pinheiro Machado, 2011).

Alcances y limitaciones en la construcción participativa de la herramienta

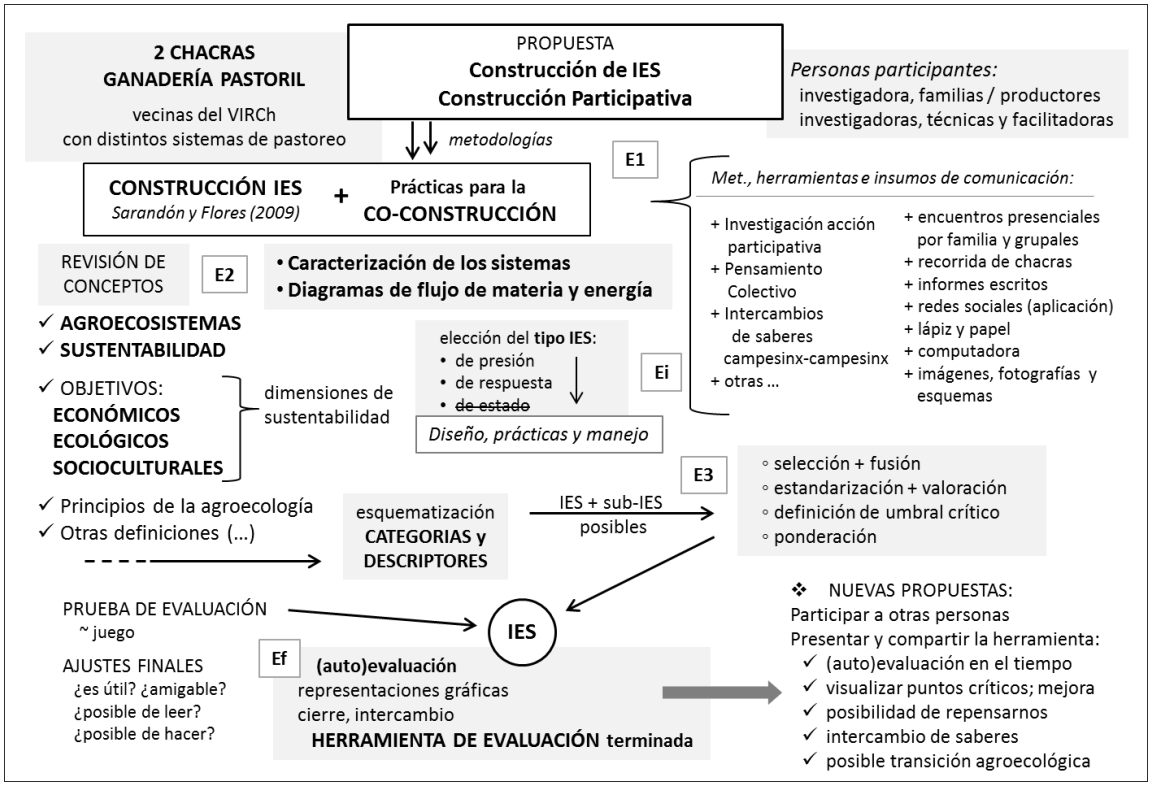
Este trabajo de construcción colectiva, lo realizamos en dos chacras que contrastan principalmente el sistema de pastoreo, una realiza pastoreo racional intensivo (PRI - como práctica agroecológica) en la chacra “Los Salitrales” (LS), y la otra, el pastoreo convencional generalizado en el Valle (sin PRI) en la chacra “Bod Iwan” (BI). Como expresan Pinheiro Machado y Pinheiro Machado Filho (2016), las personas de la tierra, quienes practican la agricultura, son protagonistas del proceso, quienes perciben hechos y casos que a veces escapan a la observación de quienes investigan.

Cada situación agropecuaria posee una solución que no siempre se desenvuelve de la misma manera; esto sugiere que se pueden aplicar los principios de la agroecología, siempre, a partir de las distintas realidades y especificidades locales donde se pondrá en práctica, y, por tanto, se las debe conocer y comprender (Pinheiro Machado y Pinheiro Machado Filho, 2016; Morales, 2021). En este sentido, “la metodología de la extensión clásica tiene grandes limitaciones para generar procesos que requieren observación, modificación de las circunstancias locales y entendimiento profundo del sistema” (Morales, 2021). La participación de las comunidades interesadas en la construcción y/o validación de los indicadores es, por lo tanto, fundamental para involucrar a las personas interesadas y aprovechar el conocimiento local situado. En esta experiencia la construcción fue a partir de elementos de la ciencia agropecuaria combinados al desarrollo, difusión y práctica de técnicas propias de las distintas personas participantes. De esta manera, se evidenció la lógica de conocer y trasmitir conocimientos locales; que se generan a través de la continua observación y experimentación a lo largo del tiempo (Holt Giménez, 2008; Altieri y Toledo 2011; León Sicard, 2012). Como mencionamos anteriormente, el objetivo es que esta herramienta de diagnóstico permita la planificación y el seguimiento de las actividades prediales, según objetivos buscados. Por ello es de gran importancia que las principales

personas usuarias se involucren en la construcción para identificar los objetivos de cada indicador o grupos de indicadores, pudiendo sugerir y decidir cambios, según las necesidades y capacidades tanto económicas como técnicas de cada una (Henao *et al*, 2016; Morales, 2021).

La experiencia se valió de dos propuestas conjuntas (Figura 6.1), por un lado, la construcción de los indicadores y de la herramienta de evaluación en sí misma, sobre la cual nos explayaremos con mayor detalle más adelante; y, por otro, la práctica de la construcción participativa, que se fue dando sin una metodología en particular, sino que fuimos tomando algunos conceptos y actividades de otras experiencias que nos facilitaron el avance (una mixtura de metodologías y herramientas e insumos para la comunicación e investigación). La propuesta fue planteada en el primer encuentro y aceptada por las familias / productoras inmediatamente. Esto ocurrió tanto con la posibilidad de realizar una autoevaluación y continuarla en el tiempo, como con la posibilidad de (re)pensarnos desde el enfoque agroecológico. En el ejercicio de esta construcción, donde fueron necesarios varios encuentros (presenciales y virtuales), percibimos ciertas dificultades y oportunidades que mencionamos a continuación, que fueron importantes y permitieron el (re)planteo de la propuesta en diferentes momentos, y concretarla.

Figura 6.1. Proceso de co-construcción de la herramienta para la (auto)evaluación de sustentabilidad en dos chacras ganadero-pastoriles del VIRCh con distintos sistemas de pastoreo.



Referencias: IES: indicadores de evaluación de sustentabilidad. E1, E2 y E3 refiere a encuentros presenciales, Ei a varios encuentros intermedios virtuales, y Ef al encuentro presencial final.

Las **dificultades** percibidas fueron: (i) realizar los encuentros presenciales, las distancias (chacras – ciudad) y distintos aspectos de nuestras cotidianeidades dificultaron sostener un ritmo frecuente de encuentros. (ii) las subjetividades, casi constantes, para unificar criterios al momento de evaluarnos. La diversidad de miradas, de interés sobre el sistema en estudio y nuestras capacidades y realidades definen de distintas maneras la importancia y funcionalidad de los distintos componentes evaluados. Aunque para la detección de puntos críticos (diagnóstico, objetivo de la herramienta) esta última dificultad es menos importante.

Las **oportunidades** percibidas fueron: (i) el trabajo con familias / productoras y personas facilitadoras, investigadoras, cercanas, con intereses similares, que se conocen con anterioridad y practican intercambios (herramientas, maquinaria, resolución conjunta de problemáticas, saberes, otros) motivó la interacción en esta co-construcción. (ii) el interés de las familias / productoras en la (auto)evaluación con enfoque agroecológico, poder realizarlo en el tiempo, y la posibilidad de pensar una posible transición agroecológica. (iii) el interés por compartir con personas pares que practican la ganadería pastoril. (iv) el uso de herramientas virtuales para avanzar con el objetivo propuesto (redes sociales y correo electrónico, y su accesibilidad). (v) el espacio para hablar y escucharnos, plantear inquietudes, fortalecer y enriquecer el intercambio. La posibilidad del ejercicio colectivo de (re)pensarnos y (re)plantearnos nuevas propuestas y miradas para la construcción de la herramienta lograda.

En algunos de los métodos de evaluación de sustentabilidad propuestos (Masera *et al*, 2000; Altieri y Nicholls, 2002; Astier *et al*, 2008; Sarandón y Flores, 2009) se reconoce la utilidad que posee la construcción de este tipo de herramientas, que permite comprender e identificar los riesgos a la sustentabilidad en cada situación, lo que visibiliza las razones por las cuales la actividad funciona o no e indica la tendencia que esta posee (Altieri y Nicholls, 2002; Sarandón *et al,* 2006).

La PROMES propone la construcción de los indicadores para evaluar la sustentabilidad a partir de un entramado de información. El primer paso en esta construcción de la herramienta es la recopilación de información particular a cada agroecosistema para su caracterización, de manera que integre diversos componentes y elementos sobre los que se elige trabajar. A diferencia de otras metodologías, es el ejercicio de la evaluación en sí mismo lo que permite detectar los puntos críticos de los sistemas para poder decidir y accionar sobre ellos. Es decir, se construye la herramienta para realizar una evaluación o un diagnóstico, a través de cuyos resultados detectamos los puntos críticos y observamos la tendencia que tiene la sustentabilidad en cada caso. Al profundizar sobre las particularidades de cada agroecosistema, habilita la construcción de una herramienta amplia respecto a si se basara en las debilidades o puntos críticos, pudiendo estos variar en el tiempo según las decisiones y acciones que se tomen, detectables con la misma herramienta.

Por otra parte, la subjetividad detectada en el proceso de construcción de los indicadores y de evaluación, otorgó mayor importancia a la identificación de los puntos críticos que a la evaluación de la sustentabilidad en sí misma. Además, fortaleció el intercambio de saberes entre

las personas participantes y el diálogo para unificar criterios que determinan a la herramienta de uso común. En este sentido, algunos elementos utilizados de la metodología investigación-acción participativa en el proceso de construcción, permitieron: a) evidenciar el conocimiento local, b) propiciar la generación de espacios de diálogo e intercambio de saberes entre las personas. En síntesis, se logró un trabajo grupal, la obtención de la herramienta y la posibilidad de ejercer la (auto)evaluación.

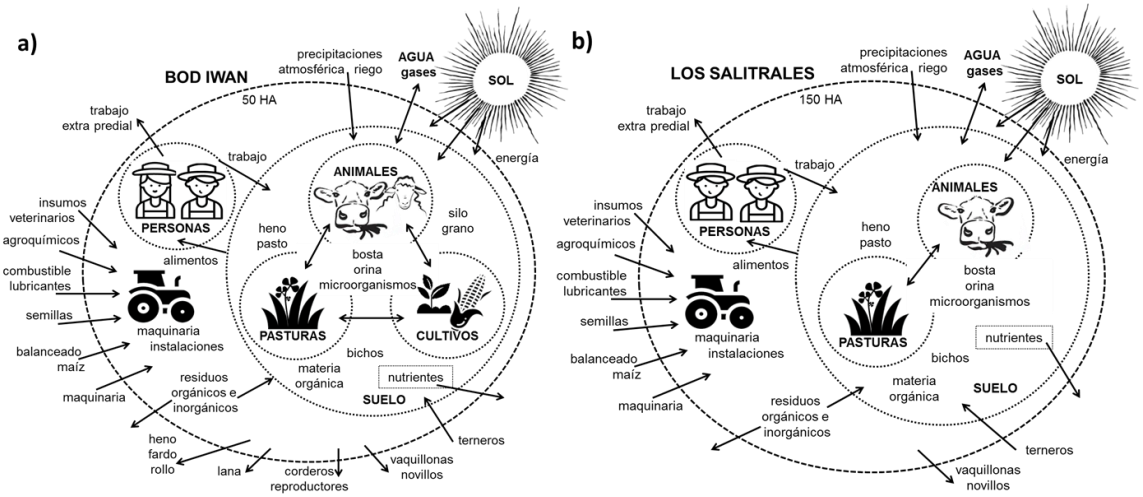
Construcción de indicadores para evaluar la sustentabilidad

La valoración multifuncional de los sistemas agropecuarios (que supera el análisis único del resultado económico) es necesaria para darnos cuenta de la complejidad que los caracteriza (Altieri, 1983; Sarandón y Flores, 2014; Pinheiro Machado y Pinheiro Machado Filho, 2016). En este sentido, el uso de instrumentos de evaluación complejos para conocer las ventajas y limitaciones de los distintos sistemas a mediano y largo plazo (Sarandón *et al*, 2006) responde a la creciente necesidad de identificar y analizar los diferentes modelos de uso de la tierra, muchas veces en conflicto y excluyentes. Las diferencias existentes entre tipo de actividades, objetivos, características socioeconómicas y culturales, etc. de los distintos agroecosistemas hacen que no sea posible generalizar. Por tanto, no existe un conjunto de indicadores universales para evaluarlos (Altieri y Nicholls, 2002; Sarandón y Flores, 2009).

En todo proceso de construcción, contar con instrumentos que ordenen la información recopilada y generada es necesario para lograr avances sobre la propuesta. La metodología elegida como guía durante esta experiencia, nos permitió abordar la información, desarmar conceptos que ayudarían a identificarnos y definir elementos que caracterizan a los sistemas pudiendo integrarlos, con un fuerte enfoque agroecológico del estudio. Esto permitió avanzar ordenadamente a lo largo del trabajo para poder concretarlo.

El proceso inició con la caracterización (ecológica, económica y sociocultural) de las chacras ganadero-pastoriles donde llevamos adelante el trabajo; elaboramos junto a las personas participantes, diagramas de flujo de materia y energía para cada chacra (Figura 6.2), que nos permitieron visualizar de manera rápida los componentes más importantes internos y externos a cada lugar y las interacciones posibles.

Figura 6.2: Caracterización por diagramas de flujo de materia y energía de las chacras ganadero-pastoriles a) Bod Iwan y b) Los Salitrales, en el Valle Inferior del Río Chubut, Patagonia Argentina.



Posteriormente establecimos los objetivos de sustentabilidad en sus tres dimensiones y a partir de la revisión de conceptos que nos dieron el marco teórico, construimos los indicadores de presión y respuesta (de manejo) que fueron planteados, seleccionados y validados entre las personas involucradas (Figura 6.1). Establecimos una escala para valorar la sustentabilidad (4 valor óptimo, 0 valor menor, y 2,5 el umbral), y concluimos la herramienta en sí. Luego evaluamos las chacras y detectamos tendencias a nivel de sistema y puntos críticos que comprometen a cada agroecosistema, en una revisión constante que nos permitió lograr el objetivo del trabajo.

Para comenzar a recopilar y ordenar la información sobre la cual construimos la herramienta, nos posicionamos en nuestro gran objetivo de sustentabilidad (objetivo fuerte de la sustentabilidad), propuesto por Sarandón *et al,* (2006) de agricultura sustentable y consideramos que un sistema de producción agropecuaria es sustentable cuando "permite mantener en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfagan las necesidades socioeconómicas y culturales de la población, dentro de los límites biofísicos que establece el correcto funcionamiento de los sistemas naturales (agroecosistemas) que lo soportan". Este primer gran objetivo fue desandado para construir los indicadores y revisar los objetivos de cada aspecto de la sustentabilidad, ecológica, económica y sociocultural, de la mano de los diez principios de la agroecología (propuestos por el grupo de Vásquez Moreno, 2016 y LVC, 2015); como disparadores para la búsqueda y revisión de distintos elementos y conceptos que nos permitieron aproximarnos a las complejidades de cada chacra.

Entendemos por agroecosistema sustentable a aquel que cumple con un conjunto de requisitos agroecológicos, independientemente de las diferencias de manejo, nivel económico, posición en el paisaje, etc. (Altieri y Nicholls, 2002; Sarandón *et al,* 2006). De acuerdo con la definición de agricultura sustentable adoptada, consideramos que la satisfacción de las necesidades de las personas –objetivos económicos y sociales-, no puede ser lograda a expensas del entorno natural –objetivos ecológicos- ni de la integración social, es decir de personas vinculadas directamente o no a la actividad (Altieri, 1983; Altieri, 2002; Sarandón *et al*

2006; Sarandón y Flores 2014). Dada esta complejidad se establece que, independientemente de los elementos naturales disponibles, del tipo de manejo que se realice, del nivel económico, etc., necesariamente deben cumplirse los siguientes requisitos u objetivos (Altieri y Nicholls 2002; Sarandón, 2002; Sarandón *et al* 2006).

*» **Objetivo ecológico (ECL):** el sistema agropecuario será ecológicamente sustentable, si conserva o mejora la base de los recursos intra y extraprediales. Considera el cuidado de los recursos intraprediales, si promueve procesos biológicos y el impacto ambiental externo que podría generar*.

Planteamos que el objetivo ecológico (ECL) de la sustentabilidad se alcanza cuando se realiza un manejo, acorde con los principios de la agroecología, que promueve: el aumento del reciclaje de biomasa, el manejo y mejora de la materia orgánica del suelo y la actividad biológica, el fortalecimiento del sistema inmunológico y la promoción de la regulación natural de la biodiversidad, la minimización de pérdidas de materia y energía, la regeneración de los elementos naturales agropecuarios, la diversificación de las especies a nivel de finca y paisaje, el aumento de las interacciones biológicas y las sinergias entre los componentes de la biodiversidad del agroecosistema, y una mayor resiliencia. Determinamos tres categorías de análisis y siete indicadores (Tabla 6.1):

1) **Distribución e integración de componentes de la biodiversidad productiva y asociada o auxiliar:** entre los recursos intra y extraprediales consideramos los componentes de la biodiversidad vegetal y animal y, a su vez, lo natural/espontáneo y lo cultivado/criado, y su distribución e integración en el sistema.

2) **Manejo de los elementos naturales:** suelo, cultivos, agua y animales (diseño y prácticas agropecuarias): consideramos los elementos intra y extraprediales para llevar adelante la actividad agropecuaria: el suelo, los cultivos, el agua y los animales, y de qué manera el diseño y las prácticas de manejo impactan en la dimensión ecológica de la sustentabilidad. Consideramos también si el modelo que se practica considera la conservación y cuidado de los recursos vegetales (especies cultivadas y espontáneas), suelo, agua y animales y si promueve su regeneración y los procesos biológicos claves para su funcionamiento.

3) **Residuos:** consideramos que el tratamiento de los residuos, tanto orgánicos como inorgánicos, repercuten en la dimensión ecológica. Se consideró si pueden evitar o reducir el impacto sobre los bienes comunes, impulsar la promoción de procesos biológicos y conservar los propios recursos, con mínimo o nulo impacto socio-ecológico externo.

*» **Objetivo económico (ECN)**: el sistema agropecuario será económicamente sustentable, si es suficientemente productivo, si es estable y proporciona un margen de ganancia tal que posibilita*

la inversión y el desarrollo del buen vivir[4] de todas las personas involucradas, capaz de satisfacer sus necesidades.

Planteamos que la dimensión ECN de la sustentabilidad se alcanza cuando se realiza un manejo del sistema agropecuario acorde con los principios de la agroecología que contribuyen a minimizar pérdidas de materia y energía, la regeneración de los recursos y con alta biodiversidad, de manera que impacte en las ganancias y la estabilidad económica del sistema, la articulación del sistema productivo con otras personas o mediante organizaciones de manera de establecer sinergias en servicios, insumos, tecnologías, otros, promoviendo el autoabastecimiento y aumentando la capacidad de resiliencia ante cambios ambientales (sociales, económicos, climáticos, etc.). También se consideró la contribución a la seguridad y soberanía alimentaria local / regional. De esta manera determinamos tres categorías de análisis para evaluar la dimensión ECN, que finalmente reunió seis indicadores (Tabla 6.2):

1) **Infraestructura**: consideramos a la maquinaria, las herramientas y las instalaciones, como componentes que, según el nivel de dependencia y el estado en que se encuentren, afectarán la dimensión económica de la sustentabilidad otorgando mayor estabilidad y eficiencia productiva, margen de ganancias que posibilite la inversión y el buen vivir.

2) **Autoabastecimiento y autoconsumo**: consideramos los niveles de autoabastecimiento y autoconsumo óptimos para distintos insumos y productos, su origen y diversidad, de manera que brinden estabilidad al sistema productivo, permitan un margen de ganancia suficiente para la inversión y posibilite aproximarse al buen vivir, considerando, además, en el autoconsumo la seguridad en la alimentación (se conoce lo que se consume y cómo se produce). Esto también afecta la resiliencia del sistema de comercialización y afecta el mercado local y regional, brinda seguridad y soberanía alimentaria.

3) **Administración**: consideramos dentro de esta categoría a los niveles óptimos para la autogestión y autoorganización, sobre la comercialización, la mano de obra y los ingresos económicos, teniendo en cuenta las ganancias, la posibilidad de inversiones y el buen vivir. De manera que brinde estabilidad y bienestar económico, aportando al desarrollo local de la actividad agropecuaria, fortaleciendo la soberanía alimentaria y tecnológica.

*» **Objetivo sociocultural (SC):** el sistema agropecuario será socioculturalmente sustentable, si promueve el bienestar de todas las personas vinculadas, si satisface sus necesidades y deseos, si defiende la identidad, sus quehaceres y permite la incorporación de tecnologías en armonía con los saberes culturales, que posibilite la construcción del saber local. Considera aspectos de cuidado y conocimiento ecológico, el grado de integración social y la promoción de la construcción colectiva del conocimiento, el respeto a las formas de percepción de las distintas situaciones y formas de abordar problemas y soluciones.*

4 Buen vivir, analizado por Coraggio (2011a y 2011b) y desde la Economía Social y Solidaria, "el Buen Vivir plantea la conjugación de distintas prácticas de autogestión, autoproducción y autogobierno; la realización del ser humano de manera colectiva con una vida armónica y respetuosa con el entorno socioambiental, incluye asumir y disfrutar de conductas que son solidarias con las condiciones de buena vida de la otredad […]".

Planteamos que la dimensión SC de la sustentabilidad se alcanza cuando se realiza un manejo del sistema agropecuario, acorde con los principios de la agroecología, valorando la integración y articulación social para el intercambio de saberes y la construcción colectiva del saber local en armonía con el saber tradicional, que satisfaga las necesidades y deseos posibilitando el buen vivir, fortalezca el autoabastecimiento y la capacidad de resiliencia ante cambios ambientales (sociales, económicos, etc.). Que, además, tenga en cuenta aspectos de cuidado y conocimiento ecológico de las personas involucradas, que fortalezca a las sociedades y comunidades locales, basándose en el respeto de las formas de percepción de las distintas situaciones y forma de abordar problemas y soluciones, que contribuya, además, a la soberanía alimentaria. Determinamos tres categorías de análisis para evaluar la dimensión SC, que reunió cuatro indicadores (Tabla 6.3):

1) **Organización**: consideramos la integración y participación de las personas involucradas.

2) **Costumbres y tradiciones**: consideramos el poder de transmisión de los saberes, la capacidad de innovación y la capacitación.

3) **Buen vivir:** de acuerdo con el concepto del "buen vivir" en conexión con la tierra, que asegure la alimentación e ingresos económicos adecuados para quienes trabajan la tierra. En este indicador consideramos tres aspectos en relación a la felicidad individual y satisfacción con la vida y el ambiente, que incluye la satisfacción de necesidades y deseos, el estado de motivación y bienestar y el grado de conocimiento y aspectos de cuidado ecológico. Se considera la integración armónica de las necesidades y los deseos humanos de tal manera que posibilite un desarrollo sano, autodependiente y participativo de las personas, capaz de crear los fundamentos para un orden en el que se pueda conciliar el crecimiento económico, la solidaridad social, el crecimiento de las personas y el cuidado del ambiente.

A partir de esta base conceptual construimos un conjunto de indicadores (Tabla 6.1, 6.2 y 6.3) que nos permiten conocer si los procesos que buscamos tienen lugar o no y de qué manera en los sistemas evaluados (Sarandón y Flores, 2009) y así identificar aspectos críticos que afectan el logro de la sustentabilidad de cada uno (Sarandón y Flores, 2014).

Decidimos enfocarnos en dos tipos de indicadores: "indicadores de presión" e "indicadores de respuesta (ver capítulo 1). Como en la práctica estos aspectos están fuertemente integrados, decidimos vincularlos como "indicadores de manejo". Como mencionamos anteriormente, la herramienta final (Oyharçabal *et al,* 2020) de acceso libre y gratuito, está compuesta por 17 indicadores (definidos por 53 subindicadores), y contempla la dimensión ecológica (ECL) indicadores del 1 al 7, la económica (ECN) del 8 al 13 y la sociocultural (SC) del 14 al 17.

Resultados de la primera evaluación de las chacras ganadero-pastoriles

Los principales resultados de esta experiencia son: a) una herramienta para la evaluación de sustentabilidad (conjunto de indicadores) en chacras ganadero pastoriles del VIRCh; b) la

autoevaluación de sustentabilidad del modelo productivo que cada familia / productor llevó adelante en las chacras ganaderas “Bod Iwan” y “Los Salitrales” con diferentes manejos del pastoreo (Oyharçabal *et al,* 2020); y c) el trabajo participativo: el intercambio de saberes, la diversidad de miradas, opinión, decisión y el consenso en el proceso de construcción de la herramienta de evaluación.

La evaluación a través de los indicadores mostró una tendencia favorable a la sustentabilidad en ambos modelos de manejo (Figura 6.3).

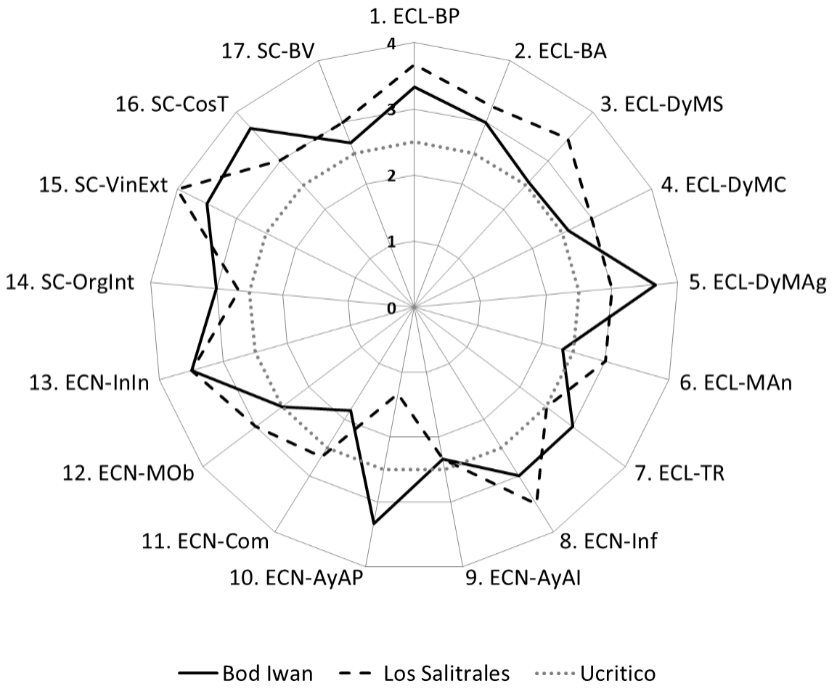
En la figura 6.3, se puede observar que los puntos críticos más relevantes en ambas chacras se relacionan con el aspecto económico y particularmente con la autonomía en cuanto a los insumos utilizados para la producción.

La tendencia favorable observada en ambas chacras (en general se observan valores por encima del umbral crítico 2,5 en ambos sistemas, Figura 6.3) confirma que los sistemas ganaderos pastoriles en el VIRCh presentan un alto nivel de sustentabilidad. El uso de indicadores permitió también detectar diferencias entre ambos modelos.

La diferencia más notoria es en el aspecto ecológico de la sustentabilidad. La chacra Los Salitrales está levemente más cercana al nivel óptimo (valor 4, Figura 6.3) que Bod Iwan. Esto podría relacionarse con la práctica del PRI y los atributos que brinda al suelo, las pasturas y cultivos y los animales. Aunque ambas chacras en mayor o menor medida utilizan agroquímicos de síntesis (herbicidas, fertilizantes), la chacra Los Salitrales posee menor dependencia de estos, con mayor beneficio de los procesos naturales que promueve el PRI. Esto mejora la sustentabilidad ecológica del sistema que practica PRI respecto al sistema que no lo practica. La práctica del PRI como una herramienta de manejo agroecológico posibilitaría alcanzar mayor nivel de sustentabilidad.

En la dimensión económica alcanzan similares niveles. Se destaca Bod Iwan en el autoabastecimiento y autoconsumo de alimentos, ya que poseen mayor diversidad en la producción, logrando una mayor autonomía. En este mismo aspecto detectamos un punto crítico en común sobre el autoabastecimiento y autoconsumo de insumos vinculados a la producción. A pesar de que ambas chacras se autoabastecen con más del 75% del alimento para el ganado (subindicador que alcanza el nivel óptimo de la sustentabilidad), son altamente dependientes del resto de los insumos necesarios para la producción. Entre los cuales los materiales para cultivo/siembra y los fertilizantes son externos (mayoritariamente extrarregionalas). Sobre la fertilización, en Bod Iwan muy rara vez se utiliza el estiércol de los animales en las pasturas, mientras que en Los Salitrales es una práctica de fertilización más común (sin contar el bosteo durante el pastoreo).

Figura 6.3: Representación gráfica de los resultados de la primera evaluación de sustentabilidad en las chacras Bod Iwan y Los Salitrales (septiembre 2019).



Escala de valoración de los indicadores: 4 el óptimo, 2,5 el umbral crítico y 0 el menor. ECL: ecológicos: BP: biodiversidad productiva; BA: biodiversidad auxiliar; DyMS: diseño y manejo del suelo; DyMC: diseño y manejo de cultivos; DyMAg: diseño y manejo del agua; MAn: manejo de animales; TR: tratamiento de residuos. ECN: económicos: Inf: infraestructura; AyAI: autoabastecimiento y autoconsumo de insumos; AyAP: autoabastecimiento y autoconsumo de productos; Com: comercialización; MOb: Mano de obra. InIn: ingresos e inversiones. SC: socioculturales: OrgInt: organización interna; VinExt: vinculación externa; CosT: costumbres y tradiciones; BV: Buen vivir.

En la dimensión sociocultural ambas chacras presentan en general similares niveles de sustentabilidad. Las pequeñas diferencias observadas podrían deberse al carácter más empresarial de Los Salitrales respecto a Bod Iwan, de impronta familiar. En Bod Iwan se destaca positivamente la transmisión de costumbres y tradiciones, y, además, se refuerza por la capacidad de innovación tecnológica y la capacitación y actualización de las personas participantes, que en Los Salitrales es levemente menor. Por otra parte, mencionamos el subindicador referido al grado de conocimiento y aspectos de cuidado ecológico que afecta el indicador del buen vivir (muy cercano en ambas chacras), relacionado directamente a la capacidad de decidir sobre el diseño y el manejo del agroecosistema (técnicas y prácticas agropecuarias) asociado a la búsqueda de optimizar las funciones ecológicas que contribuyen a los aspectos económicos y de bienestar social.

Reafirmamos la importancia del PRI como sistema de manejo en la ganadería del VIRCh, promotor de la biodiversidad, la biocenosis y las interacciones sinérgicas que aseguran la

ocurrencia de las regulaciones bióticas y la salud del sistema, otorgando beneficios socio ecológicos. En Los Salitrales la práctica del PRI se destaca no solo por el beneficio sobre los animales (como principal interés productivo/económico) sino por los atributos que este sistema de pastoreo brinda a la chacra desde un enfoque sistémico, con un manejo integrador. En Bod Iwan parecieran ser menos los aspectos ecológicos que se tienen en cuenta al momento de decidir sobre el manejo agropecuario.

Alcances y limitaciones del uso de indicadores de manejo para un abordaje agroecológico

La herramienta de evaluación de sustentabilidad que co-construimos y utilizamos resultó ser útil para un diagnóstico multicriterio de agroecosistemas con distintos objetivos. A su vez, facilita la búsqueda de soluciones/alternativas desde distintos dimensiones o áreas críticas para mejorar el estado y funcionamiento del sistema.

La autoevaluación dio lugar al autoconocimiento. El repensar los sistemas, sus componentes y funciones con mayor integridad (con enfoque sistémico) permitió visualizar estrategias de acción diferentes y/o fortalecer las prácticas actuales; dada las propuestas simultáneas al ejercicio de la evaluación. Por otro lado, permitió repensarnos como personas partícipes del sistema e identificar nuestros roles (tomadoras de decisiones, consumidoras, productoras, autogestoras, asesoras, investigadoras, diversas) lo que fortaleció los lazos de confianza entre las personas involucradas y los intercambios de conocimientos. Además, motivó el compartir la herramienta con otras personas cercanas a la actividad ganadera pastoril del VIRCh y la región. La revaloración de este tipo de sistemas (con múltiples beneficios) es fundamental para favorecer su permanencia, además de servir como potenciales faros agroecológicos en el VIRCh.

Nos permitió confirmar que, en esta región, el PRI, como práctica agroecológica, posibilita alcanzar buenos niveles de sustentabilidad en los sistemas ganaderos. Aunque lo observamos puntualmente en la dimensión ecológica, posee un alcance global sobre todo el sistema. Pudimos demostrar que el PRI es una propuesta posible para los sistemas ganaderos pastoriles del VIRCh. Permite un funcionamiento integrado de los componentes ecológicos/productivos (suelo, planta, animal, otros), e incluye necesariamente el componente sociocultural y político, como un instrumento que permite repensar los sistemas ganaderos actuales y plantear posibles mejoras (manejo como un todo). Favorece y promueve la integración entre el campo, la técnica y la investigación y la generación de políticas públicas promotoras de agroecosistemas para la sustentabilidad ecológica, económica y sociocultural.

Así mismo, la comparación de modelos permitió reconocer en la otredad, posibles soluciones al riesgo detectado en las autoevaluaciones o visualizar los mismos problemas y posibilitar una resolución conjunta; lo que no implica que todos los agroecosistemas tengan que ser iguales. Por el contrario, rescata las diferencias existentes entre personas involucradas, sus objetivos, sus características culturales y económicas, su paisaje, el tipo de actividades, otras, que hacen

posible su existencia, su coaccionar y formas de resolver problemáticas o mismo, avanzar en acciones concretas, permitiendo el diálogo e intercambio (coexistencias).

Finalmente, inferimos que la integración que permite la ganadería pastoril (como sistema mixto animal-vegetal) es una oportunidad para favorecer la biodiversidad (productiva y asociada/funcional) que permite aumentar las interacciones complejas y sinergismos, y optimiza las funciones y procesos de los agroecosistemas. Fortalece los procesos naturales como la regulación biótica de organismos potencialmente perjudiciales, el reciclado de nutrientes, la captura de carbono, el almacenaje de agua en el suelo, la producción y acumulación de biomasa, el aumento de resiliencia y la acción buffer ante impactos ambientales lo que permite al agroecosistema solventar su propio funcionamiento.

Es en los sistemas agropecuarios, agroalimentarios, donde se encuentran los espacios de generación y fortalecimiento de los vínculos entre las personas y entre ellas y los espacios que habitamos. En este sentido, proponemos desde las agroecologías, la práctica de (auto)diagnósticos que permiten identificar fortalezas y debilidades, posibilitando la posterior planificación predial con enfoque sistémico, y aproximarnos a los objetivos de sustentabilidad. Comprender las funciones que los componentes del sistema tienen en la sustentabilidad depende de nuestras capacidades (y realidades). Esto hace inevitable cierto grado de subjetividad; esta subjetividad fortalece el ejercicio de evaluaciones comparativas, al brindar mayor importancia a la detección de los puntos débiles o riesgos de la sustentabilidad de un sistema que a exigir respuestas categóricas y valores absolutos (Sarandón, 2002).

La complejidad que abarca la sustentabilidad de los sistemas agroalimentarios / agropecuarios desde las agroecologías, revisada en este capítulo, y por cierto en este libro, es bien diferente respecto de aquella simplicidad aparente que propone el modelo del agronegocio, (centrado en la renta con mínima a nula consideración en aspectos socio-ecológicos). Este modelo busca resultados económicos favorables para un sector reducido de la sociedad que concentra la actividad productiva y la tenencia de la tierra (y consecuente homogeneización ecológica, biológica y sociocultural). Se sostiene por una estructura integrada verticalmente, con una separación muy grande entre los sectores estandarizados de consumo y de producción, y aparenta ser eficiente y altamente rentable porque invisibiliza las consecuencias negativas, devastadoras de la salud socioambiental, que son cubiertas por las personas afectadas y las víctimas, principalmente las mujeres y la Tierra (Lafferriere 2015; Korol 2016; Bezerra 2021; Catacora Vargas 2021).

Está ampliamente evidenciado que estamos en emergencia socioecológica económica y política, y que tan extrema gravedad es consecuencia directa del modelo hegemónico de producción de sustancias comestibles (no de alimentos) inserto y originado por un sistema patriarcal, colonial, extractivista, contaminante, simplista y minoritario; con lógicas impuestas para expandir el agronegocio y sus herramientas de control: transgénicos, agroquímicos, monocultivos (Korol, 2016). En este contexto mundial actual de crisis sindémica, donde confluyen la desnutrición, la obesidad y el cambio climático (Swinburn *et al,* 2019) que nos afecta a la humanidad toda, la sustentabilidad de los sistemas alimentarios en relación con los poderes

políticos y económicos es fundamental. Para ello su abordaje no puede hacerse en forma aislada, sino que es necesario y urgente que sea multidisciplinario e integrador (Swinburn *et al,* 2019; Bezerra, 2021).

Es preciso entonces, profundizar los conceptos, desarmarlos y rearmarlos cada vez, de modo que permita abarcarlos y practicarlos con el mayor respeto hacia las diversas sociedades. El abordaje metodológico de la PROMES que utilizamos en la construcción de indicadores desde el "manejo de los sistemas de chacra", nos interpeló fuertemente en el sentido individual-colectivo de nuestras prácticas comunes y cotidianas, en nuestros diversos roles y en contextos de constante conflicto de intereses científico-institucional, sociopolítico, cultural y económico.

Evidenció nuestras limitaciones, y favoreció la revisión y el ordenamiento inicial de los conceptos propuestos, para dar lugar a la construcción de la herramienta de evaluación en sí misma. Permitió, además, integrar los diversos componentes de manera tal que nos interpeló en la construcción de nuestra propia sustentabilidad, la que habitamos (y/o deshabitamos) diariamente. Es ahí donde, durante la construcción participativa de esta herramienta, dimensionamos que la práctica de sentipensarnos tomó cierto protagonismo, permitiéndonos (re)pensarnos y (re)crearnos en cada encuentro, en el intento y en la búsqueda de otras formas de vincularnos, más amorosas y respetuosas desde y en donde estamos, y con quienes estamos.

Sarandón y Flores (2014) exponen que la agroecología es ese enfoque más amplio, con una mirada sistémica y multidisciplinaria que incorpora la relación entre la agricultura, el ambiente y las dimensiones sociales, económicas, políticas, éticas y culturales, para generar, validar y aplicar conocimientos y estrategias adecuadas para diseñar, manejar y evaluar agroecosistemas sustentables. Las agroecologías proponen la trasformación de los sistemas agropecuarios en sistemas biodiversos, generadores de abundante diversidad y cantidad de alimentos saludables, que contribuyen a la conservación y restauración de aguas, suelos, montes, bosques, al tiempo de mejorar la capacidad de adaptación al cambio climático; ya que es la biodiversidad, a través de los agroecosistemas y de los paisajes, que genera sistemas biológicamente complejos, como sinónimo de restablecimiento de las funciones ecológicas y por tanto brinda estabilidad ecológica, económica y sociocultural (Catacora Vargas, 2020). Proponemos el camino de la agroecología para transitar un cambio de paradigma socio-político, que posibilite la producción de alimentos sanos en ambientes saludables, que sea económicamente viable, socialmente justo y culturalmente aceptable.

Referencias

Altieri, MA (1983). Agroecología. Bases científicas de la agricultura alternativa. C.I.A.L. CETAL Ediciones. 184p. Berkeley, California.

Altieri, MA y CI Nicholls (2002). "Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales". En: Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (64)17-24. Costa Rica.

Altieri, MA (2002). Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. En Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable. Sarandón SJ (Editor), Ediciones Científicas Americanas, La Plata. 2: 49-56.

Altieri, MA y VM Toledo (2011). The agroecological revolution of Latin America: rescuing nature, securing food sovereignity and empowering peasants (en español traducción de Pablo Alarcón-Chaires revisada por los autores). The Journal of Peasant Studies 3(38) 587–612.

Astier, M; Masera, O y Y Galván-Miyoshi, (2008). Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multifuncional. SEAE, CIGA, ECOSUR, CIEco, UNAM, GIRA, Mundiprensa, Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable, 200p. España.

Bezerra, I (mayo 2021). Alimentación y buen comer | Escuela Alsakuy Agroecológica. Sesión 3 - Intercambios desde el Sur - Nuevos paradigmas para una transformación desde las Agroecologías. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=bVUaLPaIWzA

Bolton, A, Studdert, G y H Echeverría (2004). Utilización de estiércol de animales en confinamiento como fuente de recursos de la agricultura. Revista Argentina de Producción Animal 24(1–2) 53–73.

Catacora Vargas, GM (2020). Agroecología para la resiliencia antes las crisis emergentes. Ciclo de reflexiones en los tiempos de pandemia. Sociedad Científica Latino Americana de Agroecología (SOCLA). Recuperado de https://soclaglobal.com/posts/5

Catacora Vargas, GM (2021). Sistemas Agroalimentarios para enfrentar las Desigualdades | Escuela Alsakuy Agroecológica. Sesión 1 - Intercambios desde el Sur - Nuevos paradigmas para una transformación desde las Agroecologías. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=6a0dYMKcpj8yt=21s

Coraggio, J.L. (2011a). “Principios, instituciones y prácticas de la economía social y solidaria”, en Coraggio, Economía Social y Solidaria. El trabajo antes que el capital, Acosta y Martínez Editores, Abya Yala, Quito, 2011. Recuperado de http://www.coraggioeconomia.org.htm

Coraggio, J.L. (2011b). “Economía Social y Solidaria. El trabajo antes que el capital, Acosta y Martínez Editores, Abya Yala, Quito. Recuperado de http://www.coraggioeconomia.org.htm

Ferreira Romero, N (2007). Pastoreo racional. Alimente sus pastos con sus animales. 2° Ed. Buenos Aires: Orientación Gráfica Editora. 89p. Argentina.

Frankow-Lindberg, B, Brophy, C, Collins, RP y J Connolly (2009). Biodiversity effects on yield and unsown species invasion in a temperate forage ecosystem. Annals of Botany, 103(6), 913–921. https://doi.org/10.1093/aob/mcp008

Henao Salazar, A, Altieri, MA y CI Nicholls (2016). Herramienta didáctica para la planificación de fincas resilientes. SOCLA. REDAGRES. 61p. Medellín, Colombia.

Holt Gimenez, E (2008). “La economía política de campesino a campesino” Capítulo 5 En: Campesino a campesino: voces de Latinoamérica, movimiento campesino para la agricultura sustentable. 195-234. Managua: SIMAS.

INTA EEA Chubut. (2013). Proyectos Regionales con Enfoque Territorial: Apoyo al desarrollo territorial del Área Geográfica valles irrigados Inferior del Río Chubut y Sarmiento (PATSU1291102). INTA Centro Regional Patagonia Sur. EEA Chubut.

INTA EEA Chubut. (2015a.) La ganadería en el Valle Inferior del Río Chubut. Características, visión y potenciales acciones para la producción primaria y el agregado de valor. Informe técnico INTA EEA Chubut. Trelew.

INTA EEA Chubut. (2015b.) Situación Actual y Perspectiva de la Ganadería en Patagonia Sur. Informe EEA Chubut.

Korol, C (2016). Somos tierra, semilla, rebeldía: Mujeres, tierra y territorios en América Latina. Co-editores: GRAIN, Acción por la Biodiversidad y América Libre. 180p

Lafferriere, L (2015). Una mirada sobre las consecuencias del actual modelo productivo. AGRO. Junta Abya Yala por los Pueblos Libres. 9p

León Sicard, TE (2014). Perspectiva ambiental de la agroecología. La ciencia de los agroecosistemas. IDEA | Instituto de Estudios Ambientales, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. 418p.

Lüscher, A, Mueller-Harvey, I, Soussana, JF, Rees, RM y JL Peyraud,. (2014). Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe: A review. Grass and Forage Science, 69(2), 206–228. https://doi.org/10.1111/gfs.12124

LVC (2015). Agroecología Campesina por la soberanía alimentaria y la madre tierra. Experiencias de la Vía Campesina. Cuaderno N7. 76p. La Vía Campesina, Movimiento Campesino Internacional. Secretariado Internacional: Stand No 197ª, Smuts Road Prospect. Harare Zimbabwe. Recuperado de https://viacampesina.org

Masera, O, Astier, M y López-Ridaura, S (2000). Sustainability and natural resource management: MESMIS evaluation framework. Mundiprensa, GIRA, UNAM, Ciudad de México.

Miñón, DP, Álvarez, JM, Gallego, JJ, Garcilazo, MG, Barbarossa, RA y JC García Vinent. (2015). Recursos forrajeros para intensificar la producción de carnes en los valles regados patagónicos. INTA IDEVI Viedma.

Morales, H (2021). Crítica a la extensión y nuevos abordajes agroecológicos | Escuela Alsakuy Agroecológica. Sesión 2: Curso: Intercambios desde el Sur - Nuevos paradigmas para una transformación desde las Agroecologías. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=Iofz1pToiKI

Oyharçabal, E, Sarandón, SJ, Bain, I, Portela, J. Willams, W, González, F, Irianni, R y M Hernández. 2020. “Construcción participativa de indicadores para evaluar la sustentabilidad en dos chacras ganaderas con diferentes sistemas de pastoreo del VIRCh”. Valle Inferior del Río Chubut, Provincia de Chubut. Tesina de posgrado. Escuela de Posgrado Universidad Nacional de La Matanza. CABA. Acceso libre: https://bit.ly/3t7tyAp

Oyharçabal, E, Covacevich, F, Bain, I, Acuña, CS y GD Berone (2022.) Productividad y microbiota rizosférica asociada a una pastura mixta fertilizada con estiércol seco. XXVIII CACS. Suelos saludables, sustento de la sociedad y el ambiente. Trabajo expandido en sección Biología de Suelos y Agroecología. Actas Tomo 4, 156-161pp. Coord. Castiglioni, Fernández y Vangeli. Buenos Aires. ISBN: 978-987-48396-7-1. Recuperado de https://congreso2022.suelos.org.ar/wp-content/uploads/2022/11/TOMO4-XVIIICACS2022.pdf

Paleologos, MF, Iermanó, MJ, Blandi, ML, y SJ Sarandón (2017). Las relaciones ecológicas: un aspecto central en el rediseño de agroecosistemas sustentables, a partir de la Agroecología. Redes - Santa Cruz do Sul: Universidade de Santa Cruz do Sul 2(22) 201.

Peel, MC, Finlayson, BL y TA McMahon (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. Hydrology and Earth System Sciences, 11(5), 1633–1644. https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007

Pinheiro Machado, LC (2011). Pastoreo Racional Voisin. Tecnología agroecológica para el tercer milenio. Ed Hemisferio Sur. ISBN 10: 950504576x / ISBN 13: 978950504557661

Pinheiro Machado, LC y Pinheiro Machado Filho, LC (2016). La Dialéctica de la Agroecología. Contribución para un mundo con alimentos sin veneno. 1ª Ed. Buenos Aires. Hemisferio Sur SA, 280p. Argentina.

Pinos Rodríguez, JM, García López, JC, Peña Avelino, LY, Rendón Huerta, JA, González González, C. y F Tristán Patiño (2012). Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de América. Agrociencia, 46(4) 359–370. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

PROSAP/SAGPyA-IICA. (2007). Programa de Servicios Agrícolas Provinciales. Estudio de Factibilidad “Modernización del Sistema de Riego y Drenaje del Valle Inferior del Río Chubut”. Documento de Trabajo 3: Caracterización Agropecuaria del VIRCH.

Sabino, HA y E Vanoni (2006) Arno Klocker y el pastoreo racional. Ed. Orientación Gráfica. ISBN: 9879860384

Sarandón, SJ (2002). El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. Cap. XX en Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable (Ed) Ediciones Científicas Americanas, La Plata. 560p 393 – 414pp.

Sarandón, SJ, Zuluaga, MS, Cieza, R, Gómez, C, Lanjetic, L y E Negrete (2006). Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. Revista Agroecología, Vol 1: 19-28. España.

Sarandón, SJ y CC Flores (2009). Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. Revista Agroecología, Vol 4: 19-28 España.

Sarandón, SJ y CC Flores (2014). La Agroecología: el enfoque necesario para una agricultura sustentable. Cap. 2 en Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Coordinado por Sarandón y Flores. 1° Ed. La Plata: Universidad Nacional de La Plata 466p 372 – 410 pp. Argentina ISBN 978-950-34-1107-0

Sarandón, SJ (2019). Potencialidades, desafíos y limitaciones de la investigación agroecológica como nuevo paradigma en las ciencias agrarias. Revista Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Cuyo. Dossier Agroecología, 51 (1): 383-394.

Swinburn, BA, Kraak, V, Allender, S, Atkins, VJ, Baker, PI, Bogard, JR *et al*. (2019). The Global Syndemic of Obesity, Undernutrition, and Climate Change: The Lancet Commission report. N10173(393)791-846pp https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32822-8

Vanoni, EJ (1989). Pastoreo Racional Intensivo. Ed. Orientación Gráfica. 192p. ISBN 987-9260-33-3

Vázquez Moreno, L (2016). Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas y aplicación de los principios de la agroecología en sistemas de producción agropecuaria. Metodología de Diagnóstico (Cuba). Apuntes de cátedra Producción Integrada, Especialización en Agroecología - Escuela de posgrado UNLaM, Argentina.

CAPÍTULO 7
Sustentabilidad de agroecosistemas vitivinícolas empresariales

Paola Studer y Santiago Sarandón

El paradigma que llevamos dentro, como personas y sociedad, determina nuestras acciones.
Por eso al transitar un cambio de paradigma es fundamental, cambiar la forma de percibir la realidad, de pensar, de plantear los problemas, los desafíos y las respuestas propias de una realidad.
Cambiar las formas de relacionarnos como seres humanos y con la naturaleza.
El gran desafío es poder ver y cambiar lo que juzguemos importante. Paola Studer, 2021

Introducción

La agricultura es una actividad fundamental en el desarrollo de la humanidad, dado que abastece a la humanidad de alimentos, fibras y otros. Sin embargo, el modelo tecnológico derivado de la Revolución Verde, ha generado y genera impactos que atentan contra la sustentabilidad territorial, tales como: dependencia de insumos, ineficiencia energética, degradación de los recursos naturales, pérdida de biodiversidad, pérdida de la capacidad productiva de los suelos, contaminación de suelos, agua y aire, emisiones de gases que contribuyen al efecto invernadero, poco acceso a la tecnología por parte de los productores, endeudamiento creciente del agricultor y el ganadero, disminución y marginalización de la población rural, éxodo rural, aumento del trabajo temporal versus el permanente junto con el envejecimiento de la población rural, afecciones crónicas y/o agudas en la salud humana (OIT, 2011; Sarandón, 2002; Barkin, 1998; Barril, 2004; Hecht,1999) entre otras. El modelo tecnológico vitivinícola de Mendoza no escapa a esta situación, por lo que poder evaluar estos impactos y su repercusión en la sustentabilidad es de suma importancia.

Hoy se plantea la necesidad de nuevos modos de vida que buscan el desarrollo de sociedades sustentables. La sustentabilidad puede ser entendida como un paradigma dinámico e integral que plantea la responsabilidad de la humanidad para con las generaciones futuras, en donde se integren, expresen y generen nuevos modos y estilos de vida, que sean universalizables e incluyentes; esto es, que permitan asegurar a todas las personas (presentes y futuras, mujeres y varones, pobladores urbanos y rurales) condiciones y oportunidades de vida y realización semejantes; donde el desarrollo sea conservando la tierra, el agua y los recursos genéticos vegetales y animales, no degradando el medio ambiente, el cual sea técnicamente apropiado y

posible, económicamente viable y socialmente aceptable; comprendiendo que el capital natural no es reemplazable por otro tipo de capital y que cada región o territorio debe llevarla a la práctica según sus propias dinámicas culturales en forma situada (Studer, 2021).

En este contexto la Agroecología surge como un nuevo enfoque científico, tecnológico y social, planteando una nueva forma de pensar y hacer agricultura, ofreciendo una mirada multidimensional, sistémica e integral, con bases científicas y metodológicas para avanzar hacia una Agricultura Sustentable, la cual sea suficientemente productiva (según escala), económicamente viable (evaluando todos los costos), cultural y socialmente aceptable, ecológicamente adecuada (que conserve la base de recursos naturales y preserve la integridad del ambiente a nivel local, regional y global) y técnicamente posible y apropiado (según la realidad socioeconómica y ambiental de los agroecosistemas) (Sarandón, 2002; Studer, 2021). Este enfoque propone, además, una serie de principios ambientales, socioculturales, económicos y técnicos que orienta el desarrollo de un proceso de transición hacia la sustentabilidad (Tabla 7.1). Conjuntamente, estos principios permiten materializar la idea de sustentabilidad y se convierten en herramientas de base que permiten proponer indicadores para evaluar los procesos de transición hacia la sustentabilidad.

El desarrollo y propuesta de indicadores es un proceso científico y metodológico, el cual puede seguir diferentes caminos per se (un agroecosistema) o por comparación (varios agroecosistemas), adoptando diferentes enfoques ya sean sincrónico (una observación) o diacrónico (varias observaciones) y, finalmente, eligiendo un marco normativo para la construcción de indicadores que sean de utilidad para evaluar procesos de transición en empresas.

En Mendoza y la región de Cuyo existen antecedentes donde se han propuesto indicadores y se ha evaluado sustentabilidad en agroecosistemas, entre ellos los trabajos de Abraham *et al* (2014), Nebot, (2020), Nebot *et al* (2021), Pugliese *et al* (2017); Studer *et al* (2021) y Studer (2021), Pugliese *et al* (2019) han abordado la evaluación de sustentabilidad de predios empresariales vitivinícolas a través de indicadores con enfoque agroecológico. El objetivo de este capítulo es proponer indicadores de medición de sustentabilidad predial y su posterior validación a través de una evaluación y determinación de puntos críticos para el tipo social agrario empresarial vitivinícola de Luján de Cuyo, Mendoza.

El modelo vitivinícola empresarial de Mendoza

Historia y contexto actual

Mendoza es la provincia de Argentina con mayor superficie cultivada de vid (151.490ha), mayormente destinada a variedades para vinificar. En las últimas décadas ha alcanzado un alto grado de desarrollo, puesto de manifiesto en el mejoramiento de los cepajes y en el

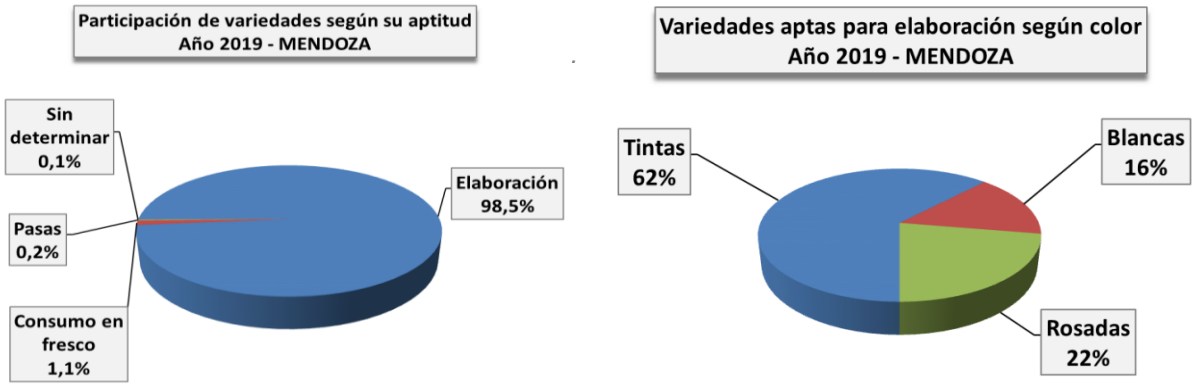
perfeccionamiento tecnológico (Studer, 2021). Mas del 90% de la producción tiene como destino la vinificación siendo las uvas tintas las primeras en importancia, luego las rosadas y, por último, las blancas (Figura 7.1). Las variedades más cultivadas al 2019 han sido Malbec, Criolla Grande, Moscatel Rosado, Bonarda, Syrah, Pedro Giménez, Torrontés Riojano, Cabernet Sauvignon, Chardonnay y Tempranillo, entre otras variedades de menor proporción.

Tabla 7.1: Principios del enfoque agroecológico según dimensiones

Dimensión	Principios del enfoque agroecológico para Agroecosistemas.
Ambiental	• Desarrollar consciencia de salud ambiental donde se preserven y cuiden los recursos naturales en el Agroecosistema: agua, suelo, biodiversidad, energía, así como la salud humana. • Aumentar las interacciones biológicas y las sinergias entre los componentes de la biodiversidad agrícola. • Aumentar el reciclaje de biomasa, a fin de optimizar la descomposición de materia orgánica y el ciclo de nutrientes a través del tiempo. • Promover agroecosistemas resilientes.
Sociocultural	• Aceptar la biodiversidad sociocultural y de actores locales. • Buscar un acceso igualitario a los medios de vida (salud, vivienda, educación, trabajo digno y en blanco, alimentación, etc.) y de producción (tierra, agua, tecnología, insumos, etc.) de los productores y las productoras. • Promover la inclusión y equidad de género, etaria y cultural. • Trabajar mediante la orquestación de las distintas disciplinas y formas de conocimiento, valorizando el conocimiento de los actores locales.
Económica	• Lograr equidad y distribución justa inter e intrageneracionales de la riqueza, donde haya una retribución justa al productor y productora. • Generar un beneficio económico conveniente, mejorando las condiciones de vida e ingreso de trabajadore rurales. • Generar una articulación de la venta con la menor cantidad de intermediarios y en los mercados más cercanos posibles. • Visibilizar la importancia del patrimonio natural. La naturaleza tiene un valor por sí misma, independientemente de su uso o utilidad para los humanos. • La economía debe estar integrada en sistemas culturales y sociales más amplios de tal manera que naturaleza, economía y sociedad coevolucionen. • Incorporar los costos ambientales y sociales en los balances económicos.
Técnica	• Cada agroecosistema es *único,* por lo tanto, NO debemos reproducir recetas, sino más bien proponer el diseño de tecnologías e itinerarios técnicos apropiados, basados en la realidad agroecosistémica de manera situada en espacio, tiempo y territorio. • Diversificar el Agroecosistema en el tiempo y el espacio. Promoviendo diseños que incorporen variedades de cultivos, sistemas de cultivos intercalados o policultivos, sistemas agroforestales, integración animal, entre otros, que potencien los efectos positivos de la biodiversidad en la productividad, derivados de los crecientes efectos de la complementariedad entre las plantas y animales. • Proveer condiciones de suelo que permitan su regeneración y sean favorables para el crecimiento vegetal, mediante el manejo de la materia orgánica y el mejoramiento de la actividad biológica del suelo. • Garantizar el acceso al agua de riego a todos/as los productores/as. • Minimizar las pérdidas de energía solar, agua, nutrientes y recursos genéticos, adecuando el manejo al microclima local y mejorando la conservación y regeneración de suelos, recursos hídricos y diversidad biológica agrícola. • Minimizar riesgo de contaminación y disminuir la dependencia de insumo externos, sobre todo energías fósiles e insumos artificiales de síntesis química. • Implementar manejos que promuevan el bienestar, la salud y el cuidado animal.

El modelo tecnológico vitivinícola de Mendoza ha atravesado varias transformaciones. La primera se sucede entre 1870-1880, donde el modelo vitícola (artesanal y doméstico, heredado de la cultura española a través de la colonización) convivía con un esquema de agricultura no intensiva basada en el cultivo de maíz, zapallo, poroto, quínoa, cereales y forrajeras (como la alfalfa, bajo riego) para el engorde de ganado. Durante esta etapa la vitivinicultura atraviesa un proceso de modernización tecnológica, convirtiéndose en la actividad agrícola-económica regional más importante de Mendoza, sentando las bases de un modelo productivista orientado al monocultivo de cepajes de escasa calidad enológica para la elaboración de vinos comunes, incorporando nuevos manejos técnicos tanto en finca (poda, sistema de conducción) como en bodega (refrigeración y almacenamiento). La segunda transformación va a suceder unos 100 años más tarde, cuando en 1990 este modelo productivista vivencia un proceso de re-modernización en la búsqueda de *calidad*, lo que llevó a un grupo de empresas a adoptar un proceso de reconversión varietal orientado a cepajes de alta calidad enológica (Malbec, Cabernet Sauvignon, Chardonnay, etc.) para la elaboración de vinos de alta gama y espumantes y de incorporación de tecnologías de insumo y de procesos, conviviendo en la actualidad diferentes modelos tecnológicos (Figura 7.2).

Figura 7.1: Participación varietal de vides según aptitud y según color año 2019 en la provincia de Mendoza, Argentina



Fuente: Informe anual de superficie 2019. INV (2020).

Figura 7.2: Modelos vitivinícolas de Mendoza a la largo del tiempo



Estos procesos de cambio hacia la productividad y calidad fueron posibles por la adopción de innovaciones tecnológicas, las cuales tuvieron un rol central en la profundización de situaciones de insustentabilidad socioambiental, generando además un proceso de reestructuración agraria, que desde la perspectiva de Martín (2009) puede ser resumida en la existencia de tres tipos sociales: los productores descapitalizados pluriactivos, los productores familiares capitalizados y los empresarios. Siendo los vitivinicultores del tipo social empresarial quienes han podido acceder y adoptar estas innovaciones.

Características de los manejos técnicos en viñedos empresariales de Mendoza

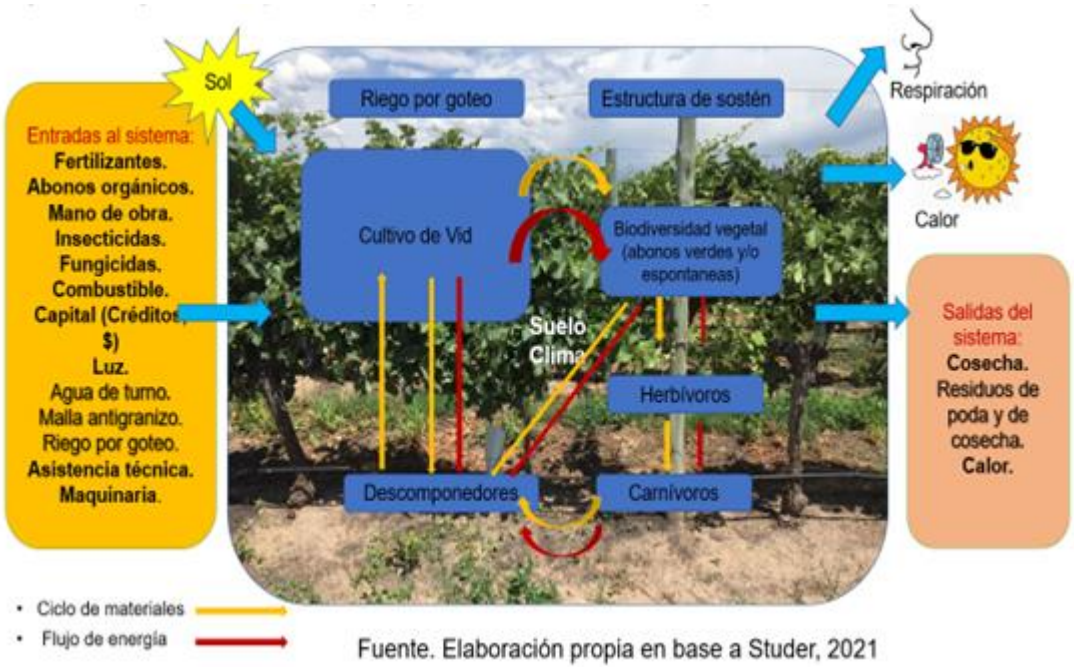
Las innovaciones tecnológicas han tenido un rol central en los cambios del modelo vitivinícola mendocino de 1880 y 1990 (Studer, 2021). Desde la perspectiva de Gennari (2011), estas innovaciones pueden catalogarse en dos tipos: **innovaciones duras**, representadas por la incorporación de nuevas tecnologías de producción y elaboración como maquinarias, insumos y procedimientos técnicos, e **innovaciones blandas**, referidas a las modificaciones organizacionales o de gestión, materializadas en la incorporación de personal profesional y técnico especializados, encargados de decisiones en el proceso primario e industrial, principalmente ingenieros agrónomos y enólogos.

Durante la década del 90, con el proceso de re-modernización y reconversión, el manejo de viñedos en empresas adopta un paquete tecnológico mejorado, se continúa con un esquema de monocultivo de vid de cepajes de alta gama, en respuesta a un proceso internacional de cambios en la demanda de vinos finos basado en la preferencia de los consumidores por los espumantes y vinos tintos en desmedro de los blancos, con un esquema varietal sustentado en cepas de uvas

tintas tales como Malbec, Bonarda, Cabernet Sauvignon, Syrah, Merlot y Tempranillo y en blancas como el Chardonnay, Sauvignon Blanc y Torrontés. Este monocultivo es acompañado por el uso de un paquete tecnológico heredado de la revolución verde (Figura 7.3), fundado en uso de maquinarias para labranzas, riego complementario y uso intensivo de agroquímicos de síntesis química para la fertilización (urea, generalmente) y el manejo fitosanitario de la biodiversidad no deseada (insectos, malezas, enfermedades), al cual se van a sumar una serie de tecnologías tales como malla antigranizo, cosecha mecánica y riego por goteo, este último ha posibilitado la incorporación de fertilizantes de síntesis líquidos (fertirriego) y favorecido la eficiencia en el uso de agua. Es importante mencionar que, aunque la mecanización tiene un rol importante en tareas de aplicación de fitosanitarios y labranzas, el trabajo manual continúa siendo la base de las tareas culturales de cosecha, poda y atadura, tareas de implantación, entre otras. Conjuntamente, se observa un aumento en la implantación de cultivos de cobertura en los interfilares. Este esquema técnico ha simplificado el sistema, ocasionando pérdidas de fertilidad en los suelos, de biodiversidad, de interacciones biológicas y dependencia de insumos (Sarandón, 2002; Uliarte *et al*, 2019; Studer, 2021).

Finalmente, si bien estas innovaciones tuvieron como objetivo el mejoramiento de la calidad, para mejorar la relación precio-calidad y poder así competir en el mercado mundial, han generado una brecha socioeconómica y en el tipo de producto obtenido entre los viticultores que se modernizaron y los que no, debido a los altos costos de estas. Los viticultores del tipo social empresario han podido acceder las innovaciones, en tanto que los productores familiares no han podido adoptar completamente el "nuevo paquete tecnológico".

Figura 7.3: Diagrama de flujo de energía y ciclo de materiales de un viñedo empresarial de Luján de Cuyo, Mendoza.



Fuente. Elaboración propia en base a Studer, 2021

¿Cómo se construyeron los indicadores?

La metodología del estudio

El desarrollo y propuesta de indicadores es un proceso científico y metodológico, el cual puede seguir diferentes caminos *per se* (un agroecosistema) o *por comparación* (varios agroecosistemas), adoptando diferentes enfoques ya sean *sincrónico* (una observación) o *diacrónico* (varias observaciones) y, finalmente, eligiendo un *marco normativo* para la construcción de indicadores que sean de utilidad para evaluar procesos de transición en empresas (Tabla 7.2).

Para el presente capítulo el recorrido metodológico del proceso de construcción de indicadores y posterior aplicación y validación se basó en tres pilares: el *enfoque agroecológico*, el *estudio de casos* y la PROMES (ver capítulo 1).

Tabla 7.2: Marcos para la construcción de indicadores de sustentabilidad.

Marco	Marco metodológico	Escala	Integración	Forma de selección de indicadores	Período de evaluación	Dimensiones de análisis
PSR	Analítico	Nacional, regional	Sí, índice	Bottom-up	Ex-post	Ambiental
IICA		Predial	No	Top-down	Ex-post	Ambiental, económica
RISE		Predial	Sí, gráfico de ameba	Top-down Bottom-up	Ex-post Ex-ant	Ambiental, social, económica
Huella ecológica	Sistémico	Regional	No	Top-down	Ex-post	Ambiental
INSURE		Regional	Sí, gráfico de pizza	Top-down	Ex-post	Ambiental, social, económica e institucional
FSLM	Normativo	Nacional	No	Bottom-up	Ex-post	Ambiental (suelo), económica.
SAFE		Predial	Sí, ameba	Top-down Bottom-up	Ex-post	Ambiental, social, económica
MESMIS		Predial	Sí, gráfico de ameba.	Bottom-up	Ex-post Ex-ant	Ambiental, social, económica
GRI		Predial (empresa)	No	Top-down	Ex-post	Ambiental, social, económica.
ODS		Nacional	No	Top-down	Ex-post	Ambiental, social, económica.

SyF		Predial	Sí, gráfico de ameba e índices	Top-down Bottom-up	Ex-post	Ambiental, social, económica.

Marco: *se explicita al tipo de marco de construcción de los indicadores. Estos pueden ser: -analítico: pretenden identificar relaciones de causa y efecto del sistema; -sistémico: propician una interpretación sistémica del sistema, se asume como parte integral del ecosistema el sistema económico-social, siendo determinante de las reglas económicas y sociales, las reglas ecológicas; y -normativo: enfoque multidimensional considerando el aspecto ambiental, económico y social, separando la sustentabilidad en dimensiones para definir objetivos o metas en sectores o unidades productivas.*
Escala: *hace mención del nivel de análisis: parcela, predial (agroecosistema: finca), región (provincia), nación, global, etc.*
Integración: *hace referencia a la posibilidad de hacer una agregación de los datos en gráfico o índices.*
Formas de selección de los indicadores*: autores como Tolón Becerra et al. (2007) y Sánchez (2009) indican que el abordaje para la selección y construcción de indicadores se puede hacer desde dos enfoques: -top-down: los indicadores se definen por un panel de expertos, aunque el proceso puede involucrar otros actores sociales menos especializados; y -bottom-up: los indicadores se definen participativamente junto con los actores comprometidos en el análisis.*
Periodo de evaluación*: esta categoría observa si los marcos de evaluación están pensados para ser implementado en periodos actuales o pasados (ex - post) o si son implementados para predicción (ex - ante) (Sánchez, 2009).*
Dimensiones del análisis*: refiere a las áreas de evaluación que contempla cada marco.*

Enfoque agroecológico: Este enfoque permite comprender la complejidad de la realidad de forma integral desde una mirada sistémica, multidimensional. Para este trabajo se consideraron 4 dimensiones a evaluar: *ambiental, social, económica y técnica*. En la dimensión ambiental se consideró el estado de situación de los recursos naturales incluyendo biodiversidad, suelo y agua. La dimensión social incluye situación de inclusión, necesidades básicas, bienestar organizacional, impacto territorial. La económica comprende condiciones de ingreso, renta, capital. Por último, en la dimensión técnica se tuvieron en cuenta variables de manejo técnico y el rol de las diferentes tecnologías en los agroecosistemas.

Estudio de casos: Este método se amalgama con una perspectiva dialéctica, que permitiendo la construcción de conocimiento a través del diálogo de sujetos y la participación del investigador en el campo, además entiende que cada finca y su estructura (componentes, procesos y la interacción entre ellos) es un caso único e irrepetible, pudiendo tener una perspectiva integradora donde el componente social ligado al sistema natural-productivo formando una unidad y la información que pueda obtenerse representa con mayor fidelidad la realidad particular de cada finca y productor (Studer, 2021). Por lo anterior los casos de estudios fueron considerados como un agroecosistema conformado por variables ambientales, sociales, económicas y técnicas.

PROMES adaptada a tres etapas. La PROMES corresponde a un marco de tipo normativo. Una característica a su favor es que plantea un esquema libre de trabajo, donde se puede proponer nuevas dimensiones, categorías de análisis e indicadores, que se adapten al sujeto de estudio y a un esquema de trabajo participativo.

Área de estudio

El estudio se desarrolló en el departamento Luján de Cuyo, el cual se encuentra en la región irrigada del oasis central de la provincia de Mendoza. Tiene una extensión de 4.847 km2 y se encuentra entre 800 y 1100 m.s.n.m. El mismo es el sexto departamento más poblado de la provincia de Mendoza, está habitado por 119.888 personas (INDEC, 2010) y es considerado como una de las 1° zona vitivinícolas.

Se encuentra en una región de clima seco desértico, con temperaturas medias anuales de 12.3 °C y precipitaciones medias anuales de 230 mm, riesgo de granizo y heladas. Asimismo, se encuentra en la región fitogeográfica del monte, con una biodiversidad caracterizada por estepas arbustivas xerófilas, jarillal, con presencia de cactáceas y bosques de algarrobos a la que se le agrega la convivencia con agroecosistemas productivos de vid, frutales y hortalizas. Los suelos pueden clasificados como Entisoles y Aridisoles, con ausencia de horizontes y su naturaleza mineral, pedregoso, con sedimentos de arena, limo y arcilla y baja proporción de materia orgánica en el suelo (menor al 1%).

En términos económicos las principales actividades productivas son la industria petrolera, agrícola y metalmecánica. En la zona hay 35.000 ha de vid (viña o parral) y 900 bodegas en todo el departamento.

Los casos de estudio

Se trabajó con 4 casos representativos del tipo social empresarial (Tabla 7.3), quienes se encontraban ubicados en la zona de Perdriel y Ugarteche de Luján de Cuyo: tres con manejo convencional en viñedo y uno con manejo orgánico certificado.

En todos los casos el esquema de tenencia de tierra se caracteriza por ser propietarios (dueños) de la tierra, donde su principal actividad es la vitivinicultura; por lo general cuentan con una elevada inversión en infraestructura (viñedos, bodegas, depósitos, oficinas, laboratorios, etc.) y agregan valor elaborando principalmente vinos de alta gama y/o espumantes, los cuales se comercializan en el mercado local, nacional y mayormente se destinan a la exportación, en algunos casos poseen viñedos de experimentación varietal en poca superficie. Por lo general hay una convivencia de capitales nacional e internacionales.

En la mayoría de los casos la lógica de manejo técnico de viñedos que prevalece es convencional, altamente tecnologizado y planificado. Actualmente se encuentran transitando procesos que permitan desarrollar una vitivinicultura sustentable, ya sea implementando protocolos de evaluación externa con terceras partes y/o incorporando prácticas y procesos tecnológicos agroecológicos en finca y bodega. En los predios predomina el monocultivo; el manejo de suelo se acompaña del uso de labranzas y el uso de fertilización de síntesis química; en el caso del manejo fitosanitario (plagas, enfermedades y biodiversidad no deseada) también

se emplean agroquímicos de síntesis, aunque algunas veces usan insumos permitidos en la producción orgánica, entre ellos podemos mencionar guanos para fertilización y plaguicidas como caldo bordelés, oxicloruro, cobre, difusores hormonales para el manejo fitosanitario; el manejo del riego se realiza a través de métodos gravitacionales por acequias, donde la fuente de agua es externa y en algunos casos se suma el agua subterránea. Al mismo tiempo se ha observado un creciente uso de coberturas en los interfilares, riego por goteo, malla antigranizo y la reutilización de los restos de poda que son incorporados al suelo (Figura 7.4).

Tabla 7.3: Características del tipo social empresarial

Tipología	Características
EMPRESARIO	• El/la empresario/a tiene funciones de organización y dirección. • Tiene acceso al crédito para la innovación tecnológica. • Racionalidad económica: "maximizar beneficios". • Rentabilidad que permita un ritmo de capitalización superior. • Concentra tres o cuatro variedades de uva fina, complementada con algún pequeño viñedo de variedades “nuevas” o “a prueba”. • Con 1 tractor o más, con antigüedad menor a 15 años. • Disponibilidad de mano de obra adecuada, suficiente y no familiar (contratista de viña, obreros o jornaleros permanentes asalariados y/o transitorios, estos últimos generalmente contratados por cuadrillas). • Tiene disponibilidad de tierra suficiente. • Capacidad de invertir. • Exportan la mayor parte de su producción y tienen poder en la negociación. • Nivel de vida adecuado y pleno empleo.

Figura 7.4: Tecnologías crecientes en viñedos de empresas de Mendoza. A- Coberturas en interfilares y malla antigranizo. B-riego por goteo

A) B)



Desarrollo y propuesta de indicadores

La construcción y validación de los indicadores se realizó en tres etapas aplicando la PROMES (Figura 7.5). En la primera etapa, se relevó información para elegir los casos existentes, luego se eligieron los más representativos. En una segunda etapa se tomó información en campo de los predios seleccionados, se sistematizó y por último se analizó- a través del enfoque sistémico- el funcionamiento de los agroecosistemas en sus diferentes dimensiones: ambiental-ecológica, tecnológica, y socioeconómica. En la tercera etapa, se construyeron y validaron los indicadores a través de una evaluación de sustentabilidad de los agroecosistemas.

Primera etapa: El relevamiento inicial de información y selección de casos

En esta etapa se realizaron las siguientes acciones:

Exploración bibliográfica general del tema de estudio, que permitió construir el marco teó9rico de sustentabilidad (concepto, antecedentes de evaluación de sustentabilidad, indicadores, conceptualización) y búsqueda de información agroecológica, territorial y estadística referida a la zona de estudio (Luján de Cuyo, Mendoza).

Consulta a idóneos: se mantuvieron reuniones con investigadores, gestores y agentes sociales que hayan desarrollado actividades en la zona de estudio, para recabar información de base para definir los casos a estudiar.

Elección de los agroecosistemas a evaluar: una vez determinados los posibles casos de estudio, se entró en contacto con referentes de las empresas para presentar el objetivo del estudio y conocer su posible interés en participar. Se seleccionaron 4 casos teniendo en cuenta los siguientes criterios: la representatividad respecto del tipo social empresarial y la predisposición y accesibilidad de las empresas.

Segunda etapa: Relevamiento de datos, análisis y caracterización del funcionamiento de los agroecosistemas

Una vez seleccionados los cuatro casos, en esta etapa se procedió a caracterizar y describir los AE, se realizaron las siguientes acciones:

Toma de datos: esta primera toma de datos tuvo como objeto relevar información para desarrollar la descripción de cada caso de estudio. Para el relevamiento se trabajó con entrevistas y observaciones a campo.

Para el diseño e implementación de las entrevistas se preparó una guía temática sobre los temas a consultar a los informantes claves. Éstas tuvieron como objetivo indagar acerca de variables y categorías pertinentes, que permitan describir la estructura productiva/tecnológica de los agroecosistemas y de los actores involucrados en la finca, tales como: superficie predial,

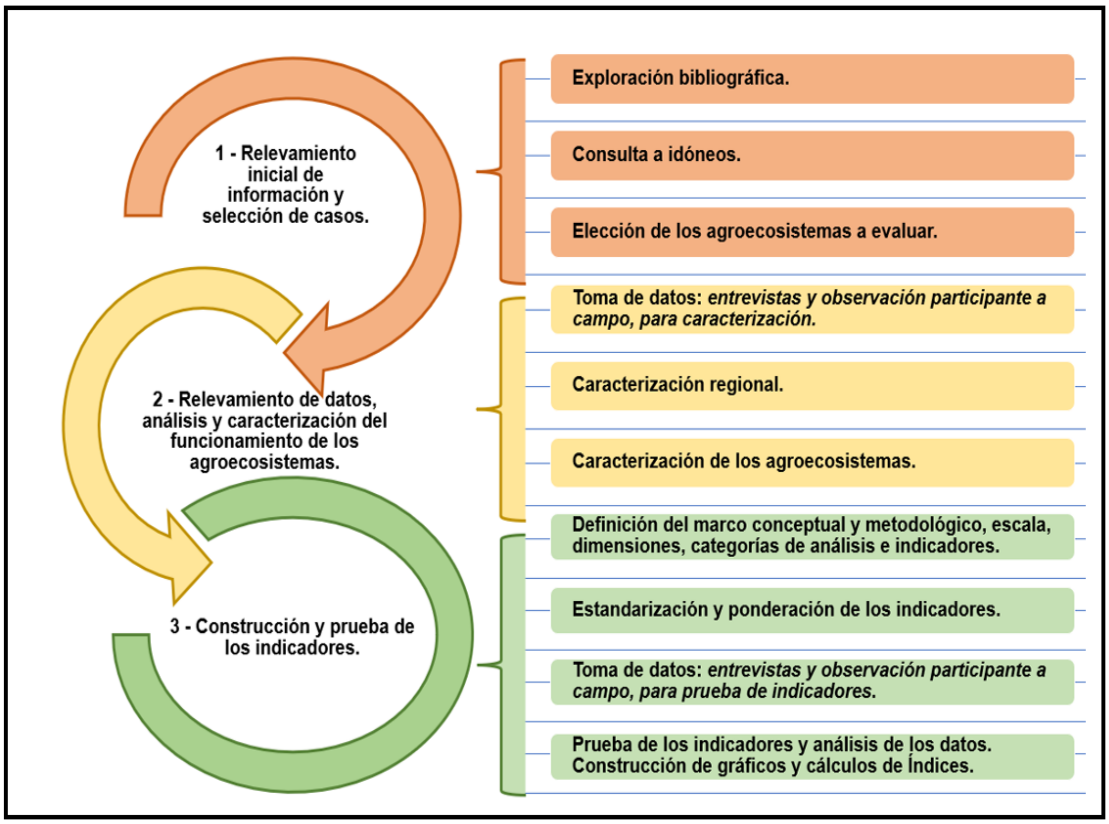
actividades que realizan (comercialización, variedades, tecnología, responsabilidad social empresaria, servicios turísticos, migración estacional, etc.); origen de los ingresos monetarios, ingresos extraprediales, importancia de cada actividad en el ingreso económico global; formas de comercialización; tipo de vino y calidad enológica; tecnología disponible, técnicas sanitarias, composición familiar, forma de acceso al agua; disponibilidad y acceso a la tierra, etc. Los datos se levantaron a través de entrevistas semiestructuradas consensuadas con los informantes claves, en base a una guía de preguntas abiertas y temas definidos de manera provisoria, que fueran luego ampliados durante el trabajo de campo.

Las observaciones participantes se desarrollaron durante las visitas a campo, donde se releva información adicional que permite mejorar la descripción del/los agroecosistemas en estudio. Se puede observar la biodiversidad presente, estructuras, infraestructura, labores culturales, maquinaria, etc.). Este relevamiento se desarrolla a través de toma de notas y respaldo fotográfico.

Caracterización regional: la misma se realizó con el objetivo de enmarcar los casos de estudios a variables comunes siendo estas socioeconómicas, ambientales, productivas, etc. Ésta se desarrolló a través del análisis de antecedentes bibliográficos y estadísticas provinciales, nacionales y municipales.

Caracterización de los casos: esta actividad se desarrolló con el objetivo de conocer la realidad predial de cada agroecosistema a través del análisis y sistematización de la información levantada de las entrevistas y observaciones a campo. La información se clasificó contemplando las dimensiones de análisis del estudio, que en este caso fueron: ambiental, técnica, sociocultural y económica.

Figura 7.5: Esquema del proceso de construcción y prueba de los indicadores en tres etapas.



Tercera etapa: Construcción y prueba de los indicadores.

1) **Establecimiento del marco metodológico y conceptual**: si bien existen otros marcos de evaluación de sustentabilidad (Tabla 7.1), estos en general solo abarcan una dimensión o establecen de antemano las categorías de análisis. En este sentido la Promes constituye una propuesta sencilla y flexible que permite priorizar y seleccionar aquellos indicadores ajustados al objeto y al problema de estudio, pudiendo entonces hacer un análisis situado de la sustentabilidad predial. A través de ésta se integraron diferentes dimensiones de las que luego se desprendieron los indicadores; esto aportó una visión integral, en donde se pudieron establecer indicadores en forma paralela para las diferentes dimensiones de la sustentabilidad.

Para este estudio, se adoptó el marco conceptual de Gudynas (2011), situando el estudio en la concepción de la ***sustentabilidad fuerte*** (ver capítulo 1) y se ha comprendido a la *SUSTENTABILIDAD* como un paradigma dinámico e integral, que plantea la responsabilidad de la humanidad para con las generaciones futuras, donde se integren, expresen y generen nuevos modos y estilos de vidas, que sean universalizables e incluyentes; esto es, que permitan asegurar a todas las personas (presentes y futuras, mujeres y varones, pobladores urbanos y rurales, etc.)

condiciones y oportunidades de vida y realización semejantes. Donde el desarrollo sea conservando la tierra, el agua y los recursos genéticos vegetales y animales, no degradando el medio ambiente, el cual sea técnicamente apropiado y posible, económicamente viable y socialmente aceptable. Comprendiendo que el capital natural no es reemplazable por otro tipo de capital y que cada región o territorio debe llevarla a la práctica según sus propias dinámicas culturales en forma situada (Studer, 2021).

La agricultura para ser sustentable debería cumplir las siguientes condiciones:

1) Ser suficientemente productiva.
2) Ser económicamente viable.
3) Ser ecológicamente adecuada (que conserve la base de recursos naturales y que preserve la integridad del ambiente en el ámbito local, regional y global).
4) Ser cultural y socialmente aceptable.
5) y también ser técnicamente apropiada y accesible para todos las y los agricultores.

2) Establecimiento del nivel del análisis: En este estudio se trabajó a **nivel predial** (finca): se hicieron observaciones en 4 agroecosistemas correspondientes al ciclo productivo 2018-2019 con un estudio **por comparación** de enfoque **sincrónico**, referido al ciclo productivo 2018-2019.

3) **Definición de las dimensiones**: Para definir las dimensiones en este estudio se empleó el concepto de Ferrer *et al* (2007) quienes establecen que dentro de un agroecosistema conviven tres subsistemas: **ecosistema, sociosistema y tecnosistema**. El Sociosistema fue dividido en dos subsistemas para poder hace un análisis de variables sociales y económicas de forma comparativa y profunda. Y se definió innovar incluyendo la dimensión técnica al estudio. Por lo que para este estudio de adoptaron entonces 4 dimensiones de análisis: **ambiental, sociocultural, económica y técnica** (Figura 7.6).

De esta forma, en la dimensión ambiental se consideró el estado de situación de los recursos naturales: biodiversidad, suelo, agua y energía. En la social se incluyó situación de inclusión, necesidades básicas, bienestar organizacional, impacto territorial, etc. En la económica se analizaron condiciones de ingreso, renta, capital. Y, por último, en la dimensión técnica se tuvieron en cuenta las prácticas y técnicas de manejo de los diferentes factores de la producción (suelo, agua, plagas y enfermedades, clima, etc.,) y las labores culturales de los viñedos, para poder comprender como juega la tecnología en los agroecosistemas. Esta última dimensión fue una innovación metodológica al planteo clásico de 3 dimensiones (ambiental, social y económica) en el abordaje de la construcción de indicadores.

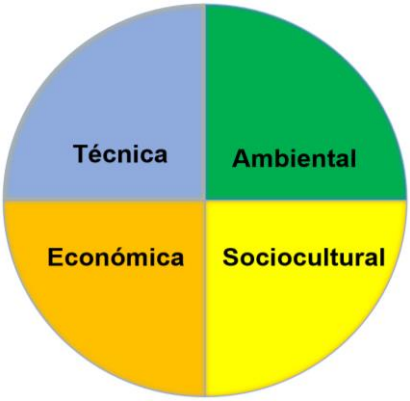
4) Definición de categorías de análisis, descriptores e indicadores: Primero se seleccionaron y cuantificaron las variables, según lo que establece Sarandón (2002) para proponer los indicadores. Asimismo, se planteó la construcción de los indicadores como un proceso dinámico y reiterado, que implicó incluir aspectos considerados por los informantes claves. Se previó una instancia participativa durante las entrevistas, donde los entrevistados

pudieran aportar al proceso. Los indicadores fueron fundamentados, ajustados y medidos en las mismas unidades de análisis a través de una estandarización y posterior ponderación.

Para este trabajo se han propuesto **indicadores de estado** (ver capítulo 1), ya que se buscó comparar la situación actual del ciclo 2018-2019 de los agroecosistemas para las diferentes dimensiones.

Se establecieron 16 categorías de análisis y 21 indicadores (Tabla 7.4). La fundamentación teórica de la selección de estos indicadores, las escalas de estandarización y los valores de ponderación pueden consultarse en Studer (2021) y para el caso del indicador uso de malla antigranizo en Mansilla y Studer (2022).

Figura 7.6. Dimensiones del estudio de la Sustentabilidad



5) Estandarización y ponderación de los indicadores:

Estandarización: Se construyeron escalas sencillas que fueron del 0 (mínimo valor de sustentabilidad) al 4 (máximo valor de sustentabilidad). De esta manera cuanto mayor valor tengan mayor será la sustentabilidad. Este paso permitió establecer un idioma común de interpretación para las diferentes unidades en las que se expresan los indicadores[5]

Ponderación: La ponderación consistió en el uso de un coeficiente por el cual se multiplicó tanto el valor de las variables que forman el indicador, como de los indicadores para construir indicadores de mayor nivel o índices. En este caso los indicadores se ponderaron en base a consulta bibliográfica y consulta con el equipo de investigación, multiplicando el valor del indicador por dos para el caso de aquellos indicadores que se consideraron de mayor importancia.

Para este estudio se ponderaron los siguientes indicadores: tipo de visión técnica, vinculación territorial, materia orgánica de suelos, riqueza de especies.

[5] La fundamentación teórica de las escalas utilizadas en el presente estudios puede consultarse en Studer (2021).

6) Toma de datos: se continuó con la toma de datos, con el objetivo de relevar información de importancia para la prueba de indicadores. Estos se tomaron a través de entrevistas semiestructuradas y observaciones a campo. Los datos levantados, fueron sistematizados y analizados mediante matrices cuantitativas (tablas) de indicadores por dimensión: técnica, sociocultura, ambiental y económica.

7) Análisis de los indicadores: Una vez determinado los valores se realizó la evaluación de sustentabilidad. Se realizaron cálculos de índices de sustentabilidad para cada dimensión y un índice total de sustentabilidad.

a) Fórmulas aplicadas para el cálculo de los índices de sustentabilidad

Se establecieron 5 índices por cada caso: 4 índices totales por dimensión y un índice total de sustentabilidad. A continuación se muestran la formulas utilizadas para el cálculo de dichos índices. Los resultados se muestran en la tabla 7.5.

-Fórmula aplicada Índice Técnico General (ITG) por caso:

***ITG:* (A + B + C + D + Ex2 + F) / 6**

***ITG*: (DP + M + I + D + Ix2 + MA) / 6**

Referencias:

A= DP (Dependencia de Insumos), B= M (Mecanización), C= I (Insumos), D= R (Riego).

E= TP (Tipo de visión, ponderado), F= MA (Uso de malla antigranizo), ITG= Indicador Técnico General.

-Fórmula aplicada Índice Sociocultural General (ISCG) por caso:

ISCG: (A + Bx2 + C) / 3

ISCG: (AS + VTx2 + RL) / 3

Referencias:

A= AS (Acciones de Sustentabilidad), B= VT (Vinculación Territorial, ponderado), C= RL (Relaciones Laborales), ISCG= Indicador Sociocultural General.

-Fórmula aplicada Índice ambiental general (IAG) por caso:

IAG: (Ax2+B + C + Dx2 +E + F + G +H + I) /9

IAG: (MOx2 + VS + CS + RVx2 + ENP + EP + CA + DA + EfE) / 9

Referencias:

A=MO (Materia Orgánica del Suelo, ponderado), B=VS (Vida Del Suelo), C=CS (cobertura de suelo), D= RV (Riqueza de Especies Vegetales, ponderado), E= ENP (Especies No productivas), F=EP (Especies Productivas), G=CA (Calidad de Agua), H=DA (Disponibilidad De Agua), I=EIS (Energía Ingresada al Sistema), IA=Indicador Ambiental General.

-Fórmula aplicada Índice económico general (IEG) por caso:

IEG: (A +B +C) / 3

IEG: (PV + CC + NI) / 3

Referencias:

A= PV (Productos para la Venta), B=CC (Canales De Comercialización), C=NI (Nivel de Inversión), IEG= Indicador Económico General.

-Fórmula aplicada Índice De Sustentabilidad Total de cada caso (IST).

IST: (A+B + C+D) / 4

IST: (IRG + ISCG + IAG + IEG) / 4

Referencias:

A=*ITG* (Índice Técnico General), B=*ISCG* (Índice Socio Cultural General), C=*IAG* (Índice Ambiental General), D=*IEG* (Índice Económico General).

b) Representaciones para la interpretación.

Para una mejor interpretación y comparación de los resultados de los indicadores de cada viñedo se utilizaron herramientas tales como tablas, gráficos de barras y de telaraña o ameba para los valores de sustentabilidad. Del análisis y comparación de las tablas y gráficos se determinaron los puntos críticos que se representaron en figuras.

Resultados

En la Tabla 7.4 se presenta la propuesta de las categorías de análisis de las que se desprendieron 21 indicadores y la manera en que se valoraron los mismos.

Tabla 7.4: Categorías de análisis, Indicadores de Sustentabilidad y Propuesta de medición

Dimensión	Categoría	Indicador		Valoración del indicador
Técnica	Independencia de insumos	Insumos externos	IE	Porcentaje de insumos externos total de insumos utilizados en el manejo
	Mecanización	Pasadas de tractor	PT	Número de pasadas de tractor por ciclo.
	Insumos externos (para manejo de suelo y plagas y enfermedades).	Tipo de insumos	TI	Relación porcentual entre los insumos orgánicos vs. los sintéticos utilizados en un ciclo productivo.
	Riego	Eficiencia de riego	ER	Grado de eficiencia (según tipo de riego)
	Consciencia sustentable	Tipo de visión	TV	Grado de visión integral
	Manejo de clima	Uso de malla antigranizo	EMA	Porcentaje de superficie protegida.
Socio Cultural	Acciones de sustentabilidad	Certificaciones	C	Número de certificaciones.
	Vinculación territorial	Vínculo territorial con organizaciones	VTO	Número de organizaciones con quien articula en la comunidad.
	Relaciones laborales	Bienestar laboral de los trabajadores.	BLT	Porcentaje de trabajadores permanentes vinculados a la empresa para tareas de finca.
Ambiental	Suelo	Materia orgánica en el suelo	MO	Porcentaje de MO presente en el suelo.
		Vida del suelo	VS	Presencia de grupos biológicos: número y frecuencia de especies.
		Cobertura vegetal	CS	Porcentaje de cobertura.
	Riqueza de la biodiversidad vegetal	Riqueza de especies vegetales	REV	Número y frecuencia de especies vegetales.
	Funcionalidad de la biodiversidad vegetal	Especies no productivas	ENP	Número de especies no productivas de predominancia visual (espontáneas y acompañantes).
		Especies productivas	EP	Número de especies cultivadas.
	Agua	Calidad de agua	CA	Salinidad de agua en uS/cm

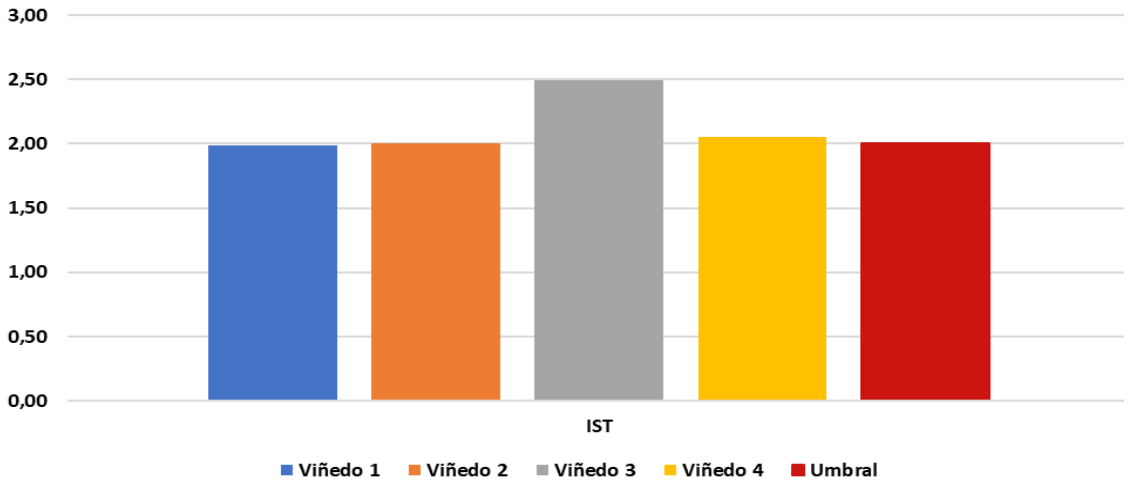
		Disponibilidad de agua para riego	DAR	Cuanta cobertura de riego tiene el AE para regar los cultivos.
	Eficiencia energética	Energía ingresada al sistema.	EIS	Tipo de energía que ingresa al agroecosistema.
Económica	Estabilidad económica	Productos para la venta	PV	Número de productos para la venta.
		Canales de comercialización.	CC	Número y tipo de canales de venta.
	Capitalización	Nivel de inversión.	NI	Presencia de maquinarias e infraestructura.

De los cálculos de los índices se obtuvieron los resultados presentados en la tabla 7.5 y el Figura 7.7.

Tabla 7.5: Valores de los Índices de Sustentabilidad Total y para cada una de las dimensiones para cada viñedo. En rojo los valores críticos de cada viñedo según dimensiones de análisis

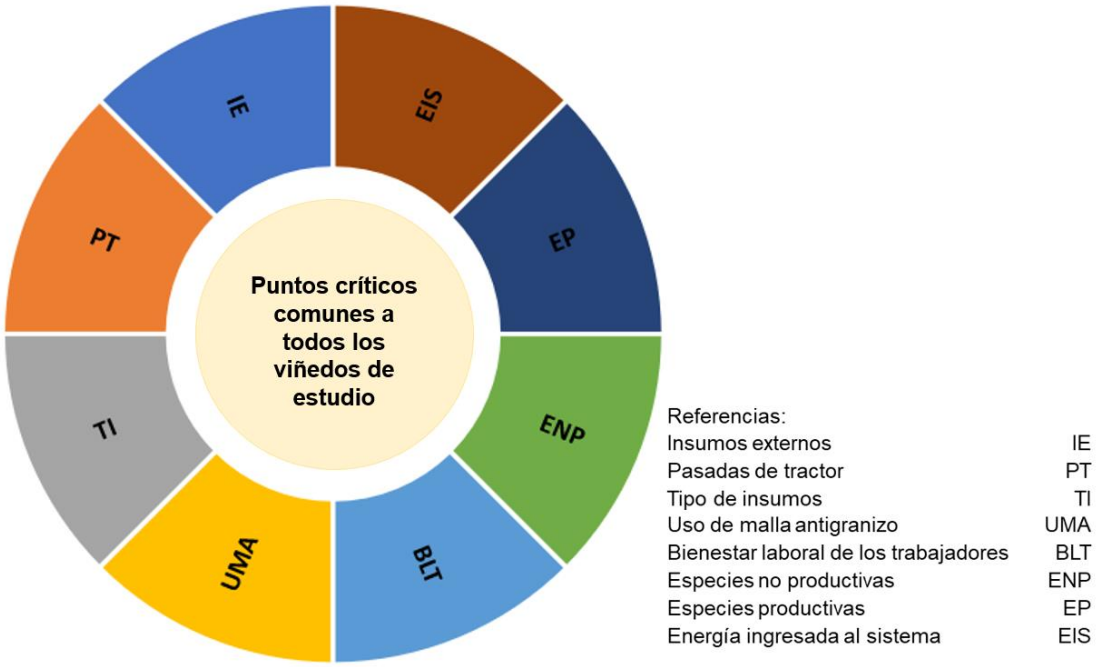
Viñedo	*ITG*	*ISCG*	*IAG*	*IEG*	*Umbral*	*IST*
1	*1,50*	*1.0*	*2,11*	*3,33*	*2*	*2,00*
2	*1,00*	*2,0*	*1,33*	*3,33*	*2*	*2,00*
3	*1,83*	*2,7*	*1,78*	*3,66*	*2*	*2,50*
4	*1,83*	*0,7*	*2,67*	*3,00*	*2*	*2,05*

Figura 7.7: Valores de Índices de Sustentabilidad Total de cada viñedo comparado con el valor umbral de 2 representados en un gráfico de barras.



Del análisis de los valores de sustentabilidad de los viñedos se detectaron 8 puntos críticos comunes que se pueden ver en la figura 7.8.

Figura 7.8. Puntos críticos a la sustentabilidad comunes a todos los viñedos evaluados. Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina.

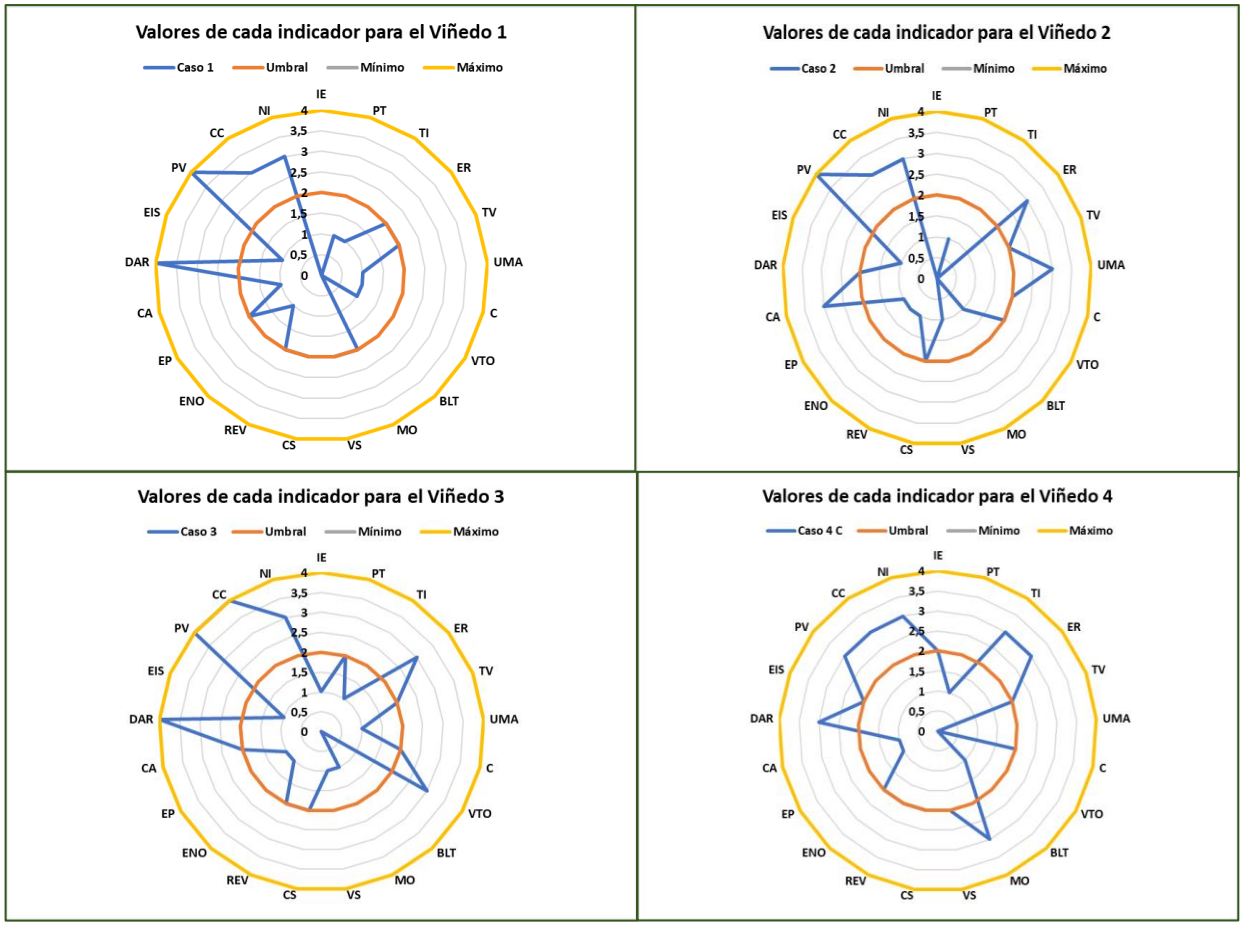


Para la representación de los valores de cada indicador estandarizados por viñedo se utilizaron gráficos de ameba o telaraña (Figura 7.9).

De los resultados obtenidos, para el cálculo de los índices de sustentabilidad y de los valores de cada indicador estandarizado de los viñedos, se puede afirmar que el manejo de viñedos en un agroecosistema empresarial mendocino prevalece una lógica basada en el uso del paquete tecnológico de la agricultura convencional y la priorización de la dimensión económica por sobre la ambiental y social (Tabla 7.5 y Figura 7.9). Esto se fundamenta en el hecho de que en todos los casos estudiados hay una gran dependencia de insumos externos tales como agroquímicos de síntesis (plaguicidas y fertilizantes), combustibles y maquinarias y aún prevalece el monocultivo (Figura 7.7) y en los altos valores del índice de sustentabilidad de la dimensión la dimensión económica en todos los casos.

Además, al observar los resultados, se observa un comportamiento similar en la dimensión económica de todos los casos, siendo la única por encima del valor umbral de sustentabilidad (Tabla 7.5), estos valores permiten que el índice total de sustentabilidad por caso alcance el umbral (Figura 7.7), al mismo tiempo el resto de las dimensiones se encuentran muy ajustadamente sobre el umbral de sustentabilidad o por debajo del mismo (Tabla 7.5).

Figura 7.9: Indicadores de sustentabilidad para 4 viñedos empresariales de Luján de Cuyo, Mendoza.



Referencias: Insumos externos (IE) - Pasadas de tractor (PT) - Tipo de insumos (TI) - Eficiencia de riego (ER) - Tipo de visión (TV) - Uso de malla antigranizo (EMA) - Certificaciones (C) - Vínculo territorial con organizaciones (VTO) - Bienestar laboral de los trabajadores (BLT) - Materia orgánica en el suelo (MO) - Vida del suelo (VS) - Cobertura vegetal (CS) - Riqueza de especies vegetales (REV) - Especies no productivas (ENP) - Especies productivas (EP) - Calidad de agua (CA) - Disponibilidad de agua para riego (DAR) - Energía ingresada al sistema (EIS) - Productos para la venta (PV) - Canales de comercialización (CC) - Nivel de inversión (NI).

Sumado a lo anterior también podemos ver como el Viñedo 1 tiene un valor de sustentabilidad total de 2,00, pero en la dimensión técnica (1,50) y social (1,00) están por debajo y en la ambiental (2,11) está sobre el umbral. En el Viñedo 2 podemos observar que, si bien tiene un valor total de sustentabilidad de 2,00, en la dimensión técnica (1,00) y ambiental (1,78) los valores de sustentabilidad se encuentran por debajo del umbral y la dimensión social (2,00) tocando el umbral. En el Viñedo 3 el valor total de sustentabilidad total es de 2,50, siendo el mayor comparando con los demás, pero aun así presenta dos dimensiones con valor pode debajo del

umbral siendo la ambiental (1,78) y técnica (1,83) y la sociocultural (2,67) delgadamente por sobre el valor umbral. Este es el caso con mejores valores, respecto de los demás. Finalmente, el Viñedo 4 tiene un valor total de sustentabilidad total de 2,05. En este caso las dimensiones por debajo del umbral son la sociocultural (0,7) y técnica (1,83) y solo la ambiental (2,67) tienen valor sobre el umbral. Esto nos permite conocer que dimensiones se encuentran en estado crítico de sustentabilidad para cada empresa.

También se observa que el viñedo 4, con manejo orgánico presenta valores más armoniosos de sustentabilidad, posiblemente debido a que su manejo técnico es más amigable con el cuidado de los recursos naturales (gráfico 8.2).

Discusión

La sustentabilidad es un paradigma complejo que puede ser explicado a través del enfoque agroecológico y el estudio de casos ya que permiten profundizar y conocer los agroecosistemas de manera integral, permitiendo analizar diferentes situaciones agroecosistémicas, dimensiones e identificar puntos fuertes y débiles en relación a la sustentabilidad; también posibilitan medir la sustentabilidad en forma comparativa, conocer el estado de los recursos naturales y humanos de los agroecosistemas y visualizar la practicas de manejo de viñedos y relacionar esto con los diferentes estados de sustentabilidad.

La PROMES resultó útil para detectar los puntos críticos, conjuntamente la metodología ha permitido convertir la complejidad de los agroecosistemas en indicadores que pueden ser usados para evaluar el impacto de las prácticas agrícolas sobre la sustentabilidad de las fincas estudiadas y en futuros estudios de sustentabilidad. Otra fortaleza del método radica en el hecho de que los puntos críticos surgen de proponer y validar los indicadores y no al revés, como en otros métodos que adecuan los indicadores a los puntos críticos del sistema.

Conjuntamente, los indicadores propuestos se comportaron como herramientas adecuadas para evaluar la sustentabilidad de manera integrada, clara y objetiva con un número reducido de parámetros, aportando información que permita desarrollar mejoras apropiadas en la planificación y gestión de cada agroecosistema. De esta forma, son una forma sencilla y gráfica para traducir el grado de sustentabilidad de los agroecosistemas a escala predial y regional materializando de manera objetiva el concepto de sustentabilidad.

Finalmente, en los estudios de sustentabilidad a nivel predial es común el uso de tres dimensiones clásicas: ambiental, económica y sociocultural. Dada la estrecha relación entre las innovaciones tecnológicas y los cambios del modelo vitícola para este trabajo se incluyó una dimensión técnica, la cual permitió tener una mayor idea de cómo influye el impacto de las prácticas de manejo técnico sobre los recursos del agroecosistema. Asimismo, al indagar en la practicas de manejo que se aplican en los viñedos se pudo conocer el modelo de gestión en los agroecosistemas estudiados donde aún prevalece el monocultivo y una alta dependencia de insumos externos. Esto último se condice con el planteo de Reborati y Albarado (2010) quienes formulan la idea de que en el tipo social agrario empresarial (también llamado del tipo

agrobusiness o agronegocio en su forma más reciente) el factor capital y el factor manejo técnico son los de mayor importancia en la gestión. Donde el factor manejo técnico se caracteriza por una estrecha relación con los insumos y los conocimientos tecnológicos, principalmente en tres aspectos: la biotecnología, los agroquímicos (agrotóxicos) y los sistemas tecnificados de labranza, manejo, almacenamiento y transporte, convirtiéndose las empresas en ávidas consumidoras de tecnología e insumos como semillas y agroquímicos, y al mismo tiempo dependen totalmente de éstos, cualquiera sea su tamaño y su inclinación productiva. Con el uso de los indicadores propuestos se pudo observar que las empresas vitivinícolas siguen esta lógica, donde la dependencia de insumos externos en la gestión del monocultivo se detectó en todos los casos, sean orgánicos o convencionales y solo en la dimensión económica es donde alcanzan altos valores de sustentabilidad.

Conclusión

La vitivinicultura es una actividad estratégica en la economía de Mendoza, por eso su práctica debe jugar un papel de importancia en la búsqueda de la sustentabilidad: conservando los recursos naturales, estableciendo relaciones laborales equitativas y proponiendo prácticas de manejo en los viñedos que promuevan la biodiversidad, el bienestar laboral, la disminución en la dependencia de insumos externos de síntesis. Esto solo se podrá lograr si las empresas modifican su paradigma y esto se vea reflejado en la gestión.

Agradecimientos

Quiero agradecer profundamente esta oportunidad de compartir los aprendizajes del proceso de investigación y maestría.

También quiero expresar mi gratitud a mis colegas Carolina Beceyro y María Beatriz Pugliese por su lectura crítica y enriquecedora para mejorar este escrito.

Y agradecer a las empresas que fueron parte del estudio, así como al equipo de investigación y becarios que contribuyeron.

Referencias

Abraham L, L Alturria, A Fonzar , A Ceresa y E Arnés (2014). Propuesta de indicadores de sustentabilidad para la producción de vid en Mendoza, Argentina. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Argentina.

Barkin D (1998). Riqueza, pobreza y desarrollo sustentable. México: Editorial Jus y Centro de Ecología y Desarrollo. ISBN: 9687671041; versión electrónica. Recuperado de https://portalacademico.cch.unam.mx/sites/default/files/riqueza.pdf

Barril A (2002). Desarrollo Rural: conceptos, institucionalidad y políticas en el 2001. Grupo de Investigaciones Agrarias-GIA, IICA. Santiago de Chile.

Ferrer G, M Barrientos y G Saal (2007). Construcción del territorio como contexto de las experiencias de extensión rural. Asignatura Extensión Rural – Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Recuperado de http://agro.unc.edu.ar/~extrural/Elterritorio.pdf

Gennari A (2011). Las tecnologías y las trasformaciones en el sistema agroalimentario: el sector vitivinícola). En Vinos y competitividad agroindustrial: Un largo camino. Ana María Mateu (compiladora). 1° Edición. INCIHUSA-CONICET. ISBN 978.987-25630-6-6. Pág. 17 a 34.

Gudynas E (2011). Desarrollo y sustentabilidad ambiental: diversidad de posturas, tensiones persistentes. pp 69-96, En: "La Tierra no es muda: diálogos entre el desarrollo sostenible y el postdesarrollo". Alberto Matarán Ruíz y Fernando López Castellano (editores). Universidad de Granada, Granada.Recuperado de: http://gudynas.com/publicaciones/GudynasUsosIdeasSustentabilidadGranada11.pdf

Hecht SB (1999) La evolución del pensamiento agroecológico. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. ISBN (Nordan): 9974-42-052-0. Recuperado de http://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/10/Libro-Agroecologia.pdf

INDEC (2010). Provincia de Mendoza. Población total y variación intercensal absoluta y relativa por departamento. Años 2001-2010. Recuperado de https://www.indec.gob.ar/ftp/censos/2010/CuadrosDefinitivos/P1-P_Mendoza.pdf

INV (2020). INFORME ANUAL DE SUPERFICIE 2019 (Base de datos congelada al 31/12/19). Informe elaborado por Subgerencia de Estadísticas y Asuntos Técnicos Internacionales. Instituto Nacional De Vitivinicultura. MENDOZA, ARGENTINA – Febrero 2020. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/anuario_superficie_2019.pdf

Martín F (2009). Las transformaciones recientes en la agricultura de oasis en Mendoza, Argentina. Una aproximación al caso de la reestructuración vitivinícola desde la economía política de la agricultura. Tesis para optar al título de Magister en Estudios Sociales Agrarios-FLACSO. 123 p.

Nebot M (2020). Evaluación De Sustentabilidad Y Propuesta De Mejora Técnica De Un Agroecosistema Hortícola De Tunuyán, Mendoza. Tesis de grado para obtener el título de Ingeniera En Recursos Naturales Renovables. Facultad De Ciencias Agrarias, Universidad Nacional De Cuyo. 72 páginas.

Nebot M, P Studer y P Occhiuto (2020). Propuesta De Indicadores Para La Medición De Sustentabilidad En Un Agroecosistema Hortícola De Tunuyán, Mendoza, Argentina. VIII Congreso Latinoamericano de Agroecología - SOCLA. Uruguay, noviembre. 2020.

Organización Internacional del trabajo - OIT. (2011). Seguridad y salud en la agricultura. Repertorio de recomendaciones prácticas. Oficina Internacional del Trabajo - Ginebra: OIT, 2011. ISBN 978-92-2-324970-0 (impreso) ISBN 978-92-2-324971-7 (web pdf). Recuperado

de https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/normativeinstrument/wcms_161137.pdf

Pugliese MB y P Studer (2017). Agricultura Regional Intensiva En Argentina. Evaluación De Agroecosistema Bajo Un Contexto De Baja Rentabilidad En Cultivos Frutícolas: Construcción De Indicadores. En Memorias VII Congreso Latinoamericano de Agroecología. Compiladores Ing. Agrop. Richard Intriago Barreno, PhD Ing. Agr. Ángel Llerena Hidalgo, PhD Ing. Agr. Katherine Intriago Barreno. Ecuador, Octubre, 2017. 139-146. ISBN 978-9942-769-78-7

Pugliese MB; D Pacheco, Y Guzmán y PM Studer (2019). Diseño de agroecosistemas en Vid. Evaluación de sistema de conducción como alternativa de transición hacia un manejo agroecológico. Congreso Argentino de Agroecología Filippini, María Flavia; Greco, Silvina; Rodríguez, Brenda. Primer Congreso Argentino de Agroecología. 1a. ed. adaptada. Mendoza, Argentina: Universidad Nacional de Cuyo. Secretaría de Ciencia, Técnica y Posgrado. 1423 p. Recuperado de https://bdigital.uncu.edu.ar/14315

Reborati C y R Albarado (2010). Los territorios de la nueva agricultura en el Cono Sur. Revista Interdisciplinaria de Estudios Agrarios Nº 32 - 1er semestre de 2010. Recuperado de http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/download/riea/riea_v32_n1_01.pdf

Sánchez Fernández G (2009). Análisis de la sostenibilidad agraria mediante indicadores sintéticos: aplicación empírica para sistemas agrarios de Castilla y León. Tesis (Doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid. ISBN 978-84-693-8533-3. Recuperado de http://oa.upm.es/5018/

Sarandón SJ (2002). El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En: SJ. Sarandón (editor): Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable. Ediciones Científicas Americanas. La Plata. Buenos Aires. Argentina. Capítulo 20: 393-414

Sarandón SJ y CC Flores (2014) La Agroecología: el enfoque necesario para una agricultura sustentable, En: Agroecología. Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Editores: Sarandón, Santiago Javier y Flores, Claudia Cecilia. 42-69pp.

Studer P (2021). Propuesta De Indicadores Y Evaluación De Sustentabilidad Para Viticultores De Perfil Empresarial En La Zona De Luján De Cuyo, Mendoza. Tesis para optar al Título de Magister Scientae en Viticultura y Enología. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. 329p.

Studer P, E Marchevsky, SJ Sarandón; C Sese; R Luconi, M Aguilar, M Nebot y C Zabala (2021). Categorías de análisis, indicadores y criterios de medición para Evaluar Sustentabilidad en Agroecosistemas Empresariales Vitivinícolas ubicados en San Carlos, Mendoza. Trabajo científico presentado en el 1er. Congreso Interuniversitario I+D+i Mendoza. 24-26 noviembre 2022. Mendoza, Argentina.

Uliarte EM, FM Ferrari, LM Martínez, CV Dagatti, AO Ambrogetti y MA Montoya (2019). Estrategias de manejo para transición hacia viñedos sostenibles en Mendoza. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo, 51 (2), 105 – 124. Recuperado de http://revistas.uncuyo.edu.ar/ojs/index.php/RFCA/article/view/2599

CAPÍTULO 8
Sustentabilidad de Sistemas Campesinos en Misiones, Argentina

Claudia Noseda y Santiago J. Sarandón

Introducción

El estudio de los agroecosistemas campesinos es de mucha importancia para la agroecología, ya que este conocimiento, resultante de la experiencia campesina histórica en su coevolución con la naturaleza local, es vital para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. *"Mientras los científicos agrícolas aplicados desarrollan nuevas tecnologías para modernizar la agricultura tradicional, basadas en el conocimiento científico, los agroecólogos estudian las tecnologías tradicionales de campesinos para obtener conocimientos científicos modernos"*. La agroecología reconoce la coevolución social y ecológica y la inseparabilidad de los sistemas sociales y ecológicos (Norgaard citado por Noseda, 2018)

La agroecología propone la conservación de los bienes comunes, el rescate de la agricultura tradicional campesina y utiliza los principios y métodos de la ecología para el estudio de los sistemas agrícolas. De esta manera, cobran un nuevo interés los procesos naturales como la sucesión vegetal, la regulación de poblaciones, el reciclaje de nutrientes y del agua, la biodiversidad y los flujos de energía en los agroecosistemas (Gliessman, 2002). Con el aporte de otras disciplinas ha ido creciendo, no solo en el estudio de los procesos ecológicos de los agroecosistemas, sino como un agente que busca la transformación social y ecológica (Gliessman, 2002).

En la Provincia de Misiones, Argentina, a pesar del gran avance de la agricultura industrial, persisten saberes campesinos y de pueblos originarios. Estos conocimientos han sido invisibilizados y despreciados como tales por la modernidad capitalista (como forma de comprensión del mundo) y su «ciencia convencional» (como forma de crear conocimiento) que funcionan desarrollando «*creaciones de no existencia»* sobre lo que escapa a su hegemonía y al «orden social» en que se despliega. Esto invisibiliza otras culturas, que son desprestigiadas y descalificadas hasta su ocultación; consiguiendo, así, su virtual ausencia del mundo real (Sevilla Guzmán, 2013). Actualmente. no todos producen en forma ecológica, ya que muchos han sido presionados hacia la especialización y a una agricultura con alto uso de insumos externos.

Se considera que el modelo de la agricultura familiar campesina reúne propiedades relevantes al ser evaluado desde el marco de la sustentabilidad. Estos atributos han sido invisibilizados o despreciados por el enfoque productivista y cortoplacista centrado en el rendimiento y rentabilidad. Sin embargo, a la luz de objetivos múltiples como los ambientales, culturales y sociales, estos sistemas podrían mostrar ventajas, sobre todo en ambientes complejos como los de Misiones.

Comprobar esto requiere una evaluación multidimensional, para lo que se necesitan nuevos instrumentos de análisis. La construcción y uso de indicadores puede ser la herramienta adecuada para ello.

Con esta idea, se realizó la evaluación de la sustentabilidad de seis chacras ubicadas en Colonia Delicia, Misiones que representan este modelo campesino de resistencia. El objetivo fue identificar los puntos críticos y el aporte a la sustentabilidad de estos.

Metodología

Para efectuar la evaluación se siguió la PROMES (ver capítulo 1). Se definió el marco conceptual, se describió la zona y los sistemas productivos, se determinaron las dimensiones y categorías a analizar y luego se construyeron los indicadores con su ponderación y escala. Los datos se obtuvieron mediante entrevistas a los y las campesinas y por observación directa en las chacras.

Para determinar los indicadores se tuvieron en cuenta:

- Las características agroecológicas y socio productivas de la región. Conocer y comparar el ecosistema natural con las características de las chacras fue fundamental.
- Que fueran fáciles de medir por observación directa.
- Que fueran coherentes con el concepto de sustentabilidad y los principios agroecológicos.
- Se consideraron estudios anteriores en otras zonas y en Misiones (Alem, San Pedro e Irigoyen), entre ellos, la experiencia de manejo ecológico de más de 50 años de Alberto Roth, agricultor misionero.
- Las características particulares del tipo de sistema productivo campesino.
- La experiencia de los técnicos de la SAFCI[6] en la zona y la experiencia personal.

Se consideró una escala temporal de 25 años para la sustentabilidad de un agroecosistema.

La mayor dificultad estuvo en seleccionar los indicadores debido a lo complejidad inherente al concepto de sustentabilidad, tomando todas sus dimensiones. El acierto fue combinar entrevistas con recorridos a las chacras; la observación in situ para levantar la información. El análisis desde esta perspectiva de la complejidad permitió aplicar otra mirada.

[6] SAFCI: Secretaría de Agricultura Familiar, Campesina e Indígena-MAGYP.

Características de la zona de estudio

Misiones tiene un clima subtropical húmedo, sin estación seca, con presencia de heladas invernales. Las precipitaciones relativamente isohigras son del orden de los 1.800 mm anuales. El terreno es fuertemente ondulado en casi todo el territorio con alturas desde 100 hasta los 800 metros de altura. Dos Zonas fitogeográficas abarcan el territorio provincial: DE CAMPO, 12 % de la superficie provincial, al sur, donde predominan pastizales, bosques en galería, mogotes y suelos lixiviados y DE MONTE, 88 % de la superficie, correspondiente a la Eco-Región del "Bosque Paranaense", originalmente cubierto por selvas subtropicales. En esta zona se ubica Colonia Delicia.

La Selva Misionera cuenta con más de 2000 especies vasculares, más de 1000 animales y vertebrados e innumerables microorganismos. Este ecosistema natural clímax en su estado de equilibrio se caracterizaba por su riqueza, belleza, alta complejidad, equilibrio y gran reservorio genético. La Selva Misionera es multiestratificada, con tres estratos arbóreos, un estrato de bambúseas y arbustos, estrato herbáceo y estrato muscinal. Sus ciclos naturales se caracterizaban por un reciclado de materia orgánica que llegaba hasta los 400 ton/ha/año. Este mantillo en permanente biodegradación protegía y alimentaba la vida del suelo. La mineralización de MO es muy rápida, por lo que los nutrientes se almacenan en el tejido vegetal y no en el suelo como en los climas templados.

En cuanto a lo socio productivo y cultural, tiene una matriz productiva muy polarizada con un sector basado en una economía agrícola familiar (el 91% tiene superficie menor a 100 ha (CNA, 2002) y en el otro extremo grandes propiedades de tipo empresarial, que tienden al monocultivo o la especialización en un rubro como forestación, ganadería y/o yerba mate principalmente. La disputa por la tierra es uno de los factores de mayor peso que inciden en la permanencia del sector de la economía familiar. En relación con la distribución de la tierra, según el censo de 2002, el 93 % de los productores (de hasta 100 ha) controlaban el 35, % de la superficie, mientras que el 0,6% EAPs. (de más de 1000 ha) poseen el 44,3 % de la superficie ocupada de la provincia (Rosenfeld, 2005).

En Misiones, existen diferentes modos de uso y manejo de agroecosistemas; por un lado, los campesinos y las campesinas que han resistido al modelo dominante, desarrollando una agricultura que mantiene la biodiversidad y agrobiodiversidad y, por otro lado, los que hacen un uso extractivo de la naturaleza, una agricultura industrial, que reemplaza los procesos naturales por insumos industriales altamente contaminantes, con impacto negativo en la naturaleza y en la salud de las personas. Entre estos dos extremos existe un gradiente de situaciones.

Caracterización de Colonia Delicia y los seis sistemas productivos campesinos evaluados

Colonia Delicia está ubicada sobre el río Paraná. Pertenece a la región de las selvas sobre suelos más planos y profundos de la vertiente del Río Paraná. Cuenta con numerosos arroyos y vertientes naturales protegidos por árboles. Predomina la producción forestal en mano de grandes empresas, le sigue la producción de yerba mate *(Ilex paraguarienses L.)* y citrus en superficies grandes, y luego otros frutales, producción hortícola, ganadería, producción de miel, elaboración de dulces y mermeladas de la mano de una producción familiar. En esta zona se encuentran radicadas la mayor parte de las industrias madereras y las grandes empresas ligadas al sector forestal, con extensas plantaciones de monocultivo de pino (Pinus sp.)

Descripción de los sistemas productivos campesinos estudiados

Realizan una producción muy diversificada para el autoconsumo y el excedente lo venden al mercado local, aunque algunos productos se venden a un acopiador y en un caso a una red de mercado nacional. Sus principales cultivos son: banana, maíz, ananá, citrus y mandioca, mandarina, maní, pomelo, poroto, batata, hortalizas, caña de azúcar, zapallo y otros (figuras 8.1, 8.2 Y 8.3). Algunos tienen hasta 45 especies diferentes. La superficie de los seis predios es de 7 ha., 4 ha., 5 ha., 42 ha., 5 ha. y 32 ha.

Figura 8.1: Zapallo al borde del maíz en chacra de Don, Col. Delicia, Misiones.



Figura 8.2: Maíz con monte, chacra de DEM



La producción pecuaria consiste en la cría y engorde de vacunos para leche y carne, porcinos y aves, conejos y abejas; en producción forestal algunos hacen Cedro australiano (*Toona ciliata*), Guatambú (*Balfourodendron riedelianum*), otros plantan pino (*Pinus elliotis*), *Araucaria angustifolia* y Eucaliptus. Todos tienen un área con monte nativo y/o árboles nativos dispersos en la chacra. Las labores del suelo la hacen en forma manual o contratan el servicio de un tractor para las primeras labores. Pocos cuentan con tractor.

Son sistemas productivos con una alta diversidad y con un manejo de la complejidad que incluye prácticas como los policultivos, la asociación de cultivos (fig. 8.1 y 8.3), rotaciones, los sistemas agrosilvopastoriles (fig. 8.2), descanso del suelo, el uso de semillas criollas, el guardado de semillas de un año al otro, uso de nativas y de razas locales de ganado, control natural de plagas, uso de composta y mantillo para aumentar la materia orgánica del suelo, entre otras prácticas relevadas.

Figura 8.3: Maíz y mandioca entre hileras de cedro australiano en la chacra de DEM, Col. Delicia, Misiones.



A fin de analizar el funcionamiento de estos sistemas se realizó un diagrama de flujos de materia y energía. En las figuras 8.4 y 8.5 se comparten dos a modo de ejemplo. Se observan las interrelaciones entre los componentes del sistema, organizados en subsistemas de acuerdo con los diferentes arreglos espaciales de los cultivos y cría de animales en las chacras. En todos, la principal energía utilizada es la del sol y luego la humana, a través del trabajo familiar y, en menor escala, la proveniente del gasoil. Usan una reducida cantidad de insumos externos: pollitos bebé, gasoil y semillas de algunas especies, principalmente. La producción de alimentos es para el autoconsumo, aunque la venta es significativa en todas.

Figura 8.4: Flujo de materia y energía en la chacra DEM, Colonia Delicia, Misiones, Argentina.

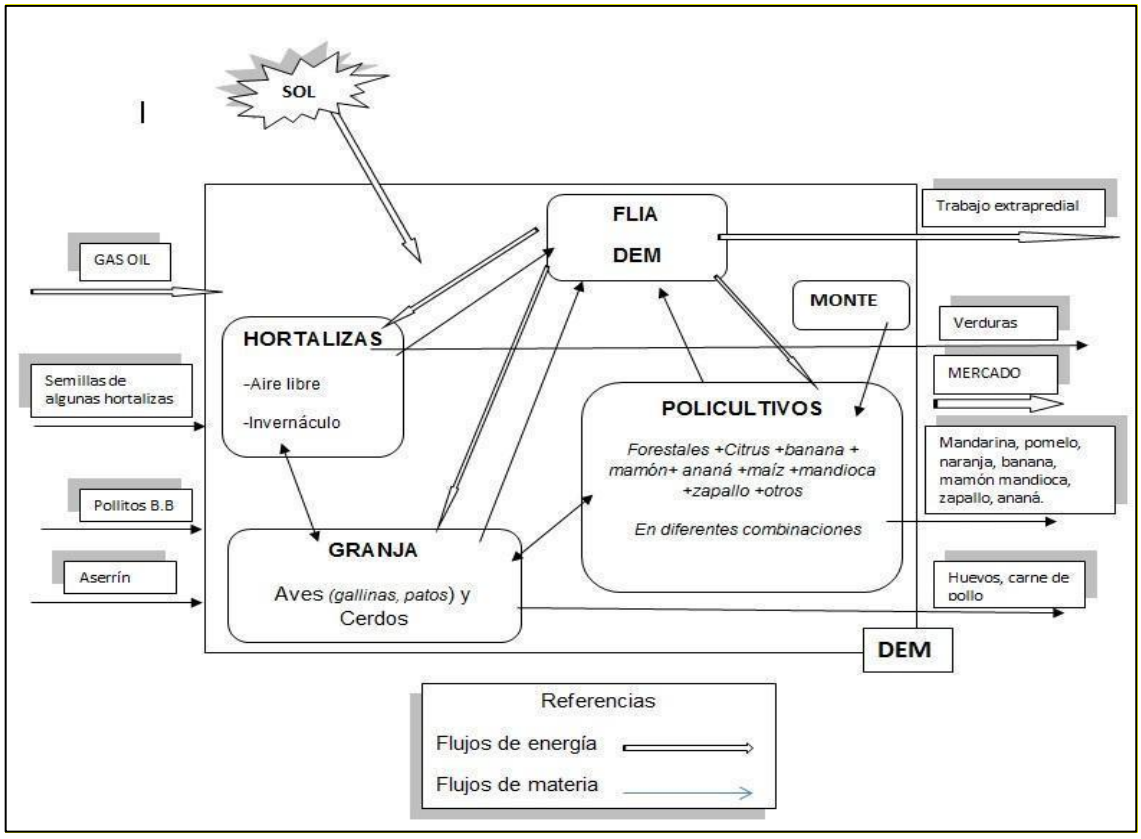
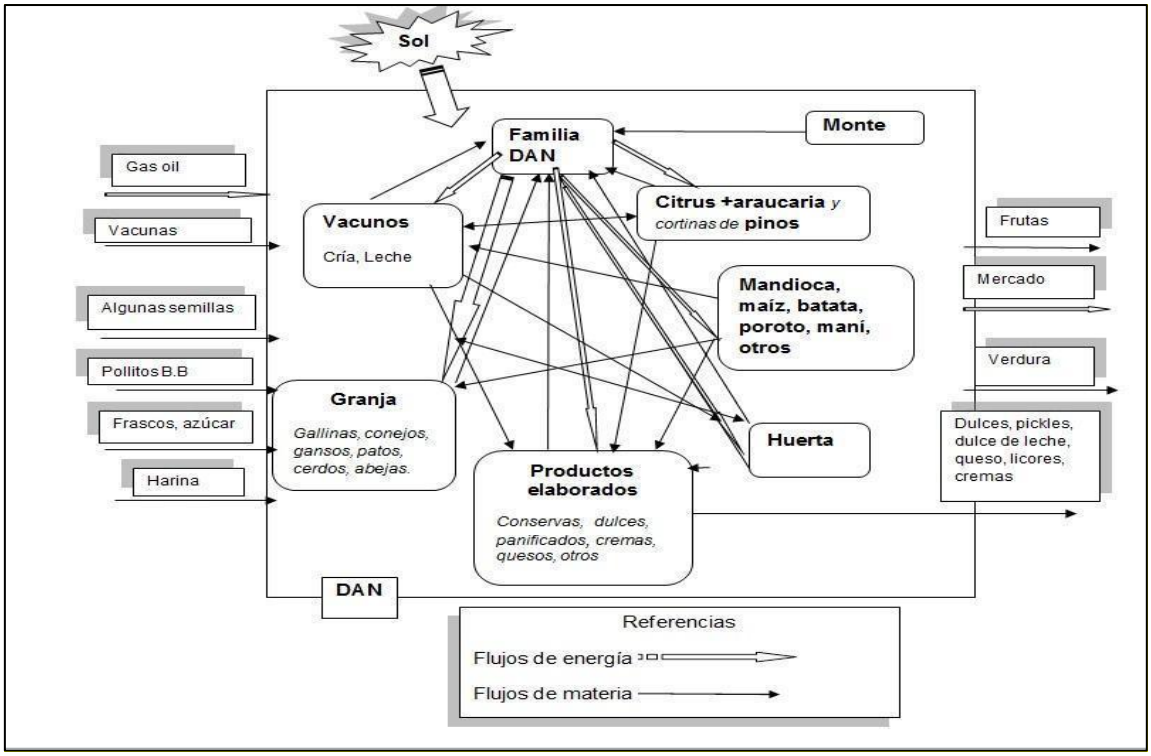


Figura .5 flu8jo de materia y energía. Chacra DAN Colonia Delicia, Misiones, Argentina



Desarrollo de los indicadores

Para el desarrollo de los indicadores se tuvieron en cuenta los objetivos en las dimensiones ecológica, económica y sociocultural.

Dimensión Ecológica: se consideró que *"un sistema será sustentable si conserva o mejora la base de los recursos intra y extra prediales" (*Sarandón, 2002). Las categorías utilizadas fueron: suelo, biodiversidad y agua.

Dimensión Económica: *El agroecosistema será sustentable si satisface las necesidades básicas de la familia, con ingresos que le permitan además de vivir bien, reinvertir en la chacra.* Debe proveer de autosuficiencia alimentaria a la familia, no depender de insumos externos, amortiguar el riesgo y, además, tener seguridad de la tierra. Se determinó como "ideal" la propiedad colectiva de la tierra. Se utilizaron cinco Categorías y cinco indicadores: Se tuvo en cuenta la percepción que tienen los campesinos de su resultado económico.

Dimensión Socio cultural: se considera sustentable si *no permite la explotación de las personas (ya sea de la familia y /o empleados/as contratados), fortalece la organización de agricultores/as, poseen conocimientos y conciencia ecológica, una buena calidad de vida, suficiente capital social y respeto por la cultura local. También debe producir satisfacción al agricultor y su familia y ser aceptado por la sociedad.* Se utilizaron cinco categorías y cinco indicadores.

A fin de poder facilitar la interpretación de la información, los indicadores fueron estandarizados mediante su transformación a una escala de 0 a 3. El valor 3 indica mayor sustentabilidad y 0 la no sustentabilidad. Todos los valores se adecuaron a esta escala. Luego

los indicadores fueron ponderados multiplicando el valor de la escala por un coeficiente de acuerdo con la importancia relativa de cada variable respecto a la sustentabilidad. Se tomó el valor 2 (dos) como el valor umbral a partir del cual un agroecosistema podía considerarse sustentable.

Los indicadores, subindicadores y la escala se detallan en la tabla 8.1, 8.2 y 8.3:

Tabla 8.1: Indicadores, subindicadores y escala en la dimensión ecológica para evaluar agroecosistemas campesinos en Colonia Delicia, Misiones, Argentina

Indicador	Subindicador	Escala
A-Manejo de la Biodiversidad	A1- **Manejo de la diversidad temporal y espacial cultivada**	0-Monocultivo de cultivos anuales. No hace rotaciones. 1- Monocultivo de cultivos perennes o menos de tres cultivos, sin rotación. 2- De 3 a seis cultivos, con más de dos variedades de alguno de los cultivos, y / o combina con ganadería, rotación cada dos o tres años. 3-Más de 6 cultivos (anuales y perennes con variedades), rotaciones todos los años, algún tipo de ganadería en pequeña escala.
	A2 - **Manejo de las asociaciones de cultivos**	0 -Ninguna 1 -Dos asociaciones 2- Tres a cinco 3 - Más de cinco

Indicador	Subindicador	Escala
	A3 - **Manejo de la vegetación espontánea**	0-Poca vegetación espontánea. Ausencia de árboles 1-Manchones de vegetación espontánea aislados, solo especies herbáceas, sin manejo. Pocos árboles. 2- Manejo de la capuera, cortinas con árboles o árboles aislados distribuidos en el espacio. 3 - Manejo de la capuera, por lo menos conserva 10% de superficie de monte nativo y muchos árboles distribuidos en el predio. Paisaje arbolado.
B-Manejo del Suelo	**B1- Efecto de las prácticas de manejo que incidan en la cobertura y la estructura.**	0-Deja suelo desnudo y muy trabajado (excesiva rastra y /o carpidos manuales) en 100% de la chacra. 1-Deja suelo semi desnudo (carpidas – rastra liviana) en 60 % de la chacra. 2 -Carpida selectiva. Labranza solo en la línea del cultivo en 70 % 3- Deja suelo cubierto: machetea[7], labranza solo en el lineo o vertical, carpida selectiva[8] en 100% del predio.
	B2- Manejo de la vida del suelo.	0- Usa pesticidas sintéticos en forma preventiva, usa fertilizante químico, herbicida total. 1-Usa pesticidas sintéticos por calendario sanitario, herbicida selectivo. 2-Hace manejo integrado de plagas (MIP) o solo cuando hay fuerte ataque, utiliza abono orgánico, herbicida en forma esporádica o sector de la chacra

[7] Machetear: limpiar los yuyos con un machete.
[8] Sacar solo la vegetación espontánea más molesta o elegida.

Indicador	Subindicador	Escala
		3-No usa pesticidas sintéticos, realiza prácticas culturales, reciclaje natural de nutrientes, abono orgánico.
	B3- Manejo del riesgo de erosión.	0-de O a 25% de cobertura, líneos a favor de la pendiente. 1-de 25 a 50 % de cobertura, líneos a favor de la pendiente 2- De 25 a 60 % de cobertura, líneos cortando la pendiente 3-Más de 60 % de cobertura, líneos cortando la pendiente
C- Manejo del agua	**C1 Manejo de la Captura del agua de lluvia**	0- suelo desnudo, sin árboles 1- 25 a 50% cubierto, sin árboles 2- 51 a 74% con por lo menos 10 % de árboles 3-Más del 75 % de cobertura y 20 % de árboles.
	C2: manejo de la protección de nacientes y arroyos	0-Naciente[9] y/ arroyo desnudo 1-Naciente y / o arroyo con protección rala: arbustos, árboles en poca cantidad. 2-Naciente y / arroyo con cobertura de árboles de 2 m. de borde 3-Naciente y /o arroyo con cobertura de monte natural en un radio de 10 m.

$$\textbf{Indicador Ecológico} = \frac{(A1+A2+A3)/3 + (B1+B2+B3)/3 + (C1+C2)/2}{3}$$

Tabla 8.2: Indicadores, subindicadores y escala en la dimensión económica para evaluar la sustentabilidad de agroecosistemas campesinos en Colonia Delicia, Misiones, Argentina

Indicador	Subindicador	Escala
A-Ingreso monetario		0-Ingresos insuficientes para la reproducción de la familia y para la mejora de la producción 1-Ingresos suficientes para la reproducción de la familia, pero no para mejorar la producción 2-Ingresos suficientes para la reproducción de la familia, para mejorar la producción, pero no alcanza para inversiones 3-Ingresos suficientes para el mantenimiento y la reproducción de la familia y para reinvertir en equipamiento o infraestructura.
B- Nivel de autoabastecimiento	**B1-diversificación de la producción**	0-Produce menos de tres productos (solo de origen vegetal) 1-produce entre 3 y 6 productos (de origen animal y vegetal) 2- Produce entre 6 y 10 productos (de origen animal y vegetal) 3-Produce más de 10 productos (de origen animal y vegetal)

[9] Naciente: lugar donde brota agua naturalmente.

Indicador	Subindicador	Escala
	B2-Superficie de producción de autoconsumo cada dos integrantes	0-menos de 0,1 ha 1-0,3 a 0,5 has 2-0,5 a 1 3-Más de 1 ha
	B3- alimentos básicos que compra en el mercado	0-Harina, sal, aceite, yerba, el 100 % carne, huevos, lácteos, fruta, verdura 1-Harina, sal, aceite, yerba carne vacuna, lácteos, verdura 2-Harina, sal, aceite, yerba, lácteos o algo de carne vacuna 3- Harina, sal, aceite, yerba
C Nivel de riesgo económico	**C1-diversidad de ingresos:**	0-vende un solo producto 1-vende 2 productos, recibe pensión o jubilación 2-vende más de tres productos, realiza otra actividad en la chacra que le genera ingreso monetario 3-vende más de 3 productos, realiza otra actividad dentro y fuera de la chacra que le genera ingreso monetario.
	C2-Canales de comercialización,	0 tiene 1 canal y es un intermediario 1- Tiene 2 canales y son intermediarios 2- tiene 3 canales (intermediario y venta directa) 3- tiene más de tres canales. (Venta directa, intermediarios)
D- Grado de dependencia de insumos externos al predio y que se compran en el mercado		0-80 a 100 % insumos utilizados son externos 1- 50 % a 80% insumos utilizados son externos 2-% insumos utilizados son externos. 3-0 a 20 % de insumos utilizados son externos
E- Tipo de Régimen de tenencia de la tierra		0-Sin título de propiedad y tenencia precaria 1-Contrato por más de 10 años 2-Propietario 3-Propiedad colectiva con seguridad de uso.

Ponderación

A los indicadores de autoabastecimiento y la dependencia de insumos externos se les da el doble de importancia. Se los considera básicos para la sustentabilidad.

$$IE: \frac{(A)+ (2(B1+b2+B3) /4+ (C1+C2) /2+2D+E}{7}$$

Tabla 8.3: Indicadores, subindicadores y escala en la dimensión sociocultural, para evaluar la sustentabilidad de agroecosistemas campesinos en Colonia Delicia, Misiones, Argentina

Indicador	Subindicador	Escala
A- Grado de asociativismo	**A1 Asociatividad**	0- no participa en ninguna experiencia asociativa 1-participa esporádicamente en función de una problemática puntual. 2-participa en asociaciones para el mercadeo y mejoras en lo productivo y /o ambiental 3-participa de una asociación gremial o que toma temas como tierra, ambiente y/o mejora de las condiciones de vida.
	A2 Reciprocidad	0 -Trabaja solo con su familia que vive en la chacra, no realiza uso compartido de herramientas 1 - Ayuda en el trabajo a otros parientes vecinos y comparte sus herramientas, realiza intercambio de semillas, socializa lo que sabe 2 –hace cultivos colectivos en otros espacios con otras familias, socializa lo que sabe, comparte sus herramientas, intercambia semillas 3 -Trabaja en minga con los vecinos, socializa lo que sabe, comparte sus herramientas, intercambia semillas.
B- Calidad de vida		0 Vivienda precaria, no tiene acceso a ningún servicio. 1-Vivienda deteriorada, acceso a escuela primaria, sin luz, sala de primeros auxilios poco equipada. Sin obra social 2-Vivienda en buen estado, luz eléctrica, acceso a escuela primaria, sala de primeros auxilios mejor atendida. Con obra social. 3-Vivienda en buen estado y de tamaño adecuado a la familia, acceso a mejores servicios (luz, escuela primaria, secundaria, terciaria, hospital y obra social)

Indicador	Subindicador	Escala
C-Condiciones de trabajo:		0- Esfuerzo físico excesivo, auto explotación, malas condiciones para el trabajador, más de 8 horas de trabajo, trabajo pesado. 1-Trabaja 8 horas. Trabajo pesado con mucho esfuerzo físico. 2-Trabaja más de 8 horas, pero trabajo no tan pesado. 3- Trabaja en la chacra, pero trabajo no pesado y tiene tiempo libre para descanso y esparcimiento (se trate de un familiar o empleado).
D- Nivel de conocimiento y conciencia ecológica	**D1- Grado de Conocimiento**	0- Desconoce los mecanismos de funcionamiento de la naturaleza y el impacto negativo de algunas prácticas que realiza.

Indicador	Subindicador	Escala
		1-Tiene la sensación de que algunas de sus prácticas de manejo son nocivas para el ambiente y la salud. No tiene conocimientos de cómo hacerlo de otro modo. 2- Sabe que algunas de sus prácticas son nocivas para el ambiente, pero le faltan conocimientos para hacerlo de otro modo. 3-Realiza prácticas conservadoras de los recursos. Sabe cómo producir respetando y conservando los ciclos naturales. Tiene muchos conocimientos tradicionales de manejo de la naturaleza.
	D2-Nivel de conciencia ecológica	0-No tiene actitud de respeto de la naturaleza. Solo la ve como un bien productivo y extractivo 1-Manifiesta respeto por la naturaleza, pero no se traduce en la forma que produce en su chacra. 2-Manifiesta respeto por la naturaleza, intenta conservar los recursos naturales de su chacra, pero no del entorno. 3-Se siente parte de la naturaleza a la que respeta tanto en su chacra como en su entorno. La chacra es su forma de vida.
E-Grado de satisfacción del estilo de agricultura elegido y aprobación por la sociedad y su familia.		0- No está contento con la vida que lleva, si tuviera una oportunidad se iría. La familia presiona para que deje la chacra. 1-Está contento con lo que hace. Su familia y la sociedad que lo rodea no lo apoyan. 2- Está contento con lo que hace. Su familia también. Pero la sociedad no valora ni apoya su estilo. 3-Está muy contento con lo que hace. Su familia está comprometida con este modo. No haría otra actividad, aunque ésta le reporta más ingresos; la sociedad valora y apoya su forma de producción.

Indicador	Subindicador	Escala
F- Intensidad y tipo de capital social		0- Todos los técnicos/as de instituciones con los que se relaciona promueven la agricultura convencional. No participa en ningún espacio que promueva la agricultura sustentable. 1- Todos los técnicos/as de instituciones con los que se relaciona promueven la agricultura convencional. Participa en un espacio en los que se promueve la Agricultura sustentable. 2- Existe por lo menos una de las instituciones con las que se relaciona que promueven la agricultura

Indicador	Subindicador	Escala
		sustentable. Participa en un espacio en los que se promueve la Agricultura sustentable. 3-Existen dos o más instituciones con las que se relaciona que promueven la agricultura sustentable, participa en más de dos espacios en los que se promueve la AS.

Ponderación

A todos los indicadores se les asignó el mismo valor.

$$\frac{(A1+A2/2) +B+ (C1+C2/2) +D+E+F+}{6}$$

Resultados obtenidos

El uso de indicadores permitió evaluar la sustentabilidad de estos sistemas y determinar los principales puntos críticos (Tabla 8.4). El índice general de sustentabilidad promedio dio un valor de 2,4, sobre un máximo de 3, superando el valor del umbral en todas las chacras.

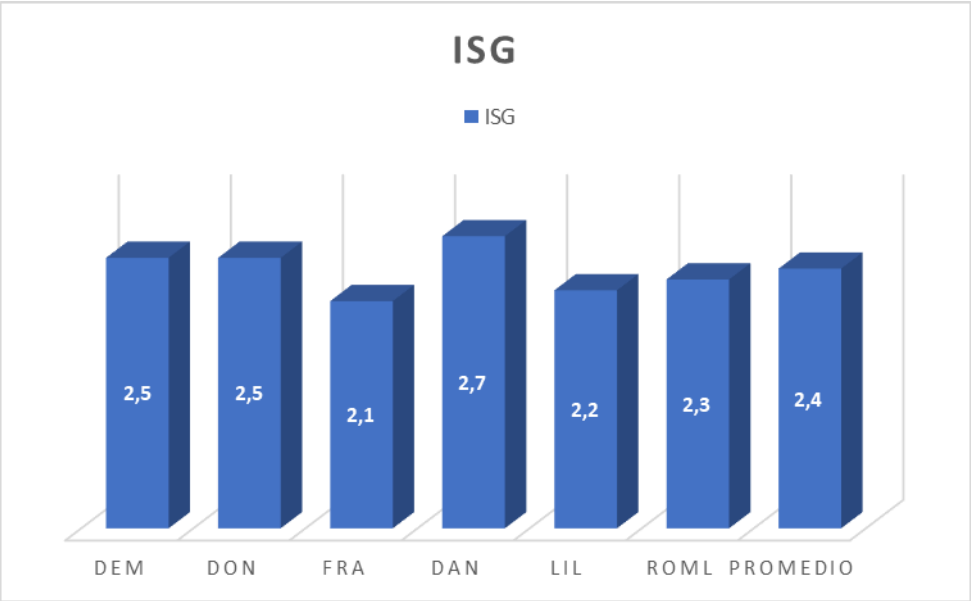
En el promedio general, el valor más alto se observó en la dimensión ecológica (2,6), luego, en la sociocultural (2,3) y, finalmente, en la económica (2,2.). El índice general de sustentabilidad fue muy similar en las 6 chacras y confirma la elevada sustentabilidad de los sistemas campesinos (figura 8.6).

Tabla 8.4. Resultado del uso de indicadores de sustentabilidad en las 6 chacras de Colonia Delicia, Misiones, Argentina.

Chacra	IE	IK	ISC	ISG
Dem	3	2,4	2,2	2,5
DON	2,8	2,3	2,5	2,5
Fra	2,2	2,1	2	2,1
Dan	3	2,5	2,6	2,7
Lil	2,4	2	2,2	2,2
ROyMl	2,5	2,1	2,2	2,3
Promedio	**2,6**	**2,2**	**2,3**	**2,4**

Referencias: MB: Manejo de la biodiversidad, MSU: manejo del suelo, MA: manejo del agua, IE: indicador de área ecológica; IM: ingreso monetario, Au: autosuficiencia alimentaria, RE: riesgo económico, DE: dependencia, IK: indicador de área económica, AS: asociativismo, CV: calidad de vida, CT condiciones de trabajo, CON: conocimiento y conciencia ecológica, GS: grado de satisfacción, CS Capital social ISC: Indicador de área sociocultural, ISG: índice de sustentabilidad general.

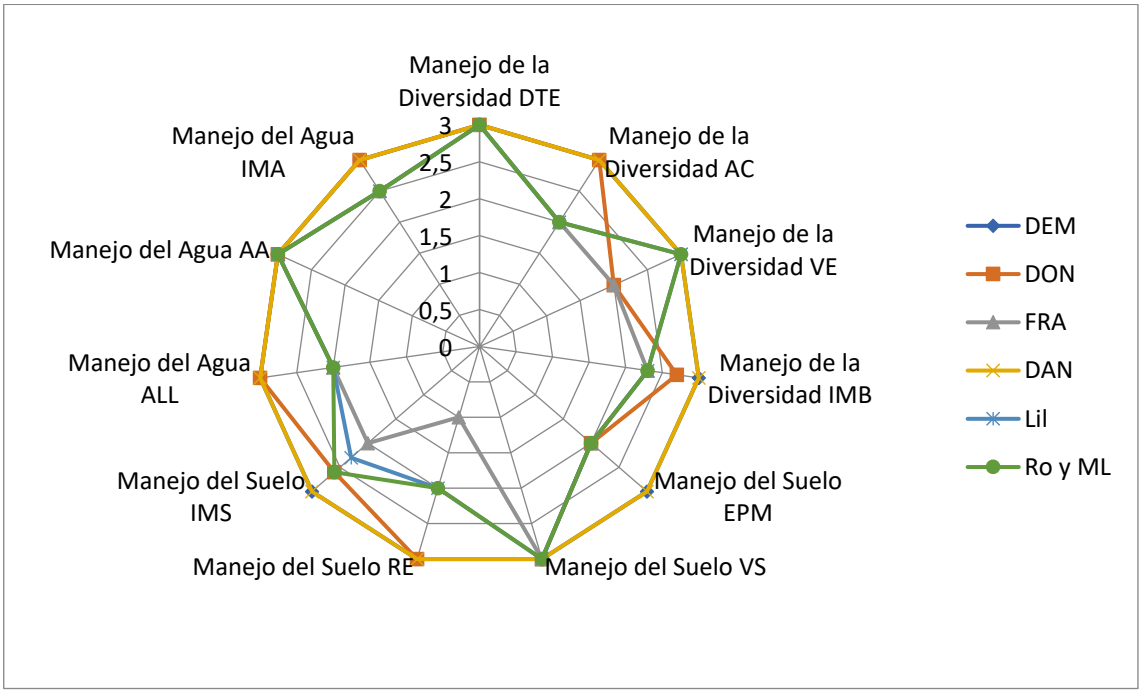
Figura 8.6 Índice general de sustentabilidad (IGS) de 6 chacras de sistemas familiares en Colonia Delicia, Misiones, Argentina



El uso del diagrama en tela de araña permitió visibilizar los puntos críticos de las 6 fincas para cada dimensión analizada.

Dimensión Ecológica: En esta dimensión se observaron los valores más altos y pocos puntos críticos. El *riesgo de erosión* se señala como un punto crítico para una de las chacras (figura 8.7).

Figura 8.7: indicadores ecológicos en las seis chacras de Colonia Delicia, Misiones.



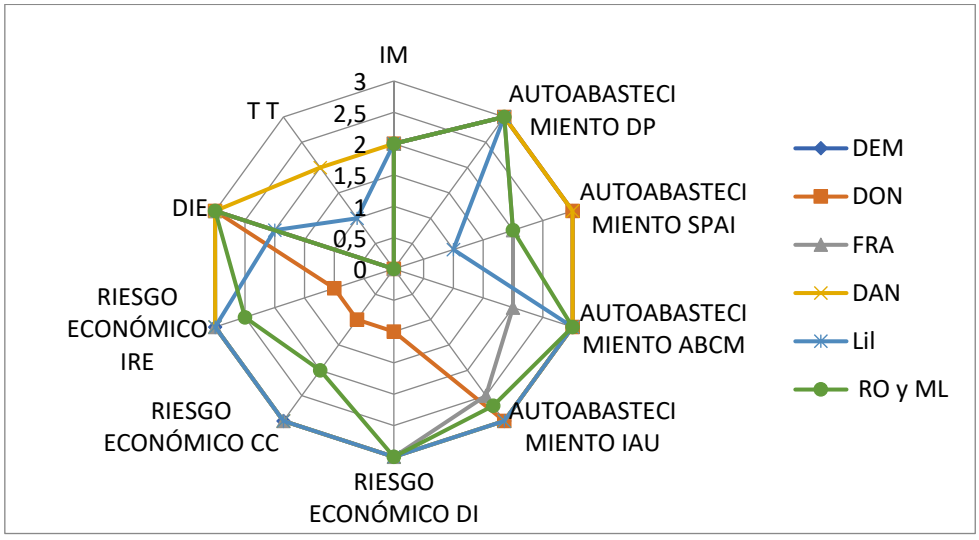
Referencias: Manejo de la diversidad, DTE: diversidad temporal y espacial; AC: asociación de cultivos; VE: vegetación espontánea, IMB: índice de manejo de la biodiversidad; Manejo del suelo: EPM: efecto de práctica de manejo, VS: vida del suelo, RE: riesgo de erosión, IMS: índice de manejo del suelo; Manejo del agua: ALL: agua de lluvia, AA: agua de arroyo, IMA: índice de manejo del agua.

Dimensión Económica: Esta dimensión tuvo un valor promedio de 2,2. Se confirma la importancia que los campesinos le dan a la producción para el autoconsumo familiar. Se destaca también el buen manejo del riesgo económico que realizan por la diversidad de ingresos y canales de comercialización y la baja dependencia del mercado de insumos. El ingreso monetario está en todas las fincas en el valor umbral. Algunos puntos críticos detectados fueron el riesgo económico en una de las chacras, la poca superficie de producción para el autoconsumo en un caso y la tenencia de la tierra en todas, menos en una (figura 8.8).

Dimensión sociocultural: el valor promedio en todas las chacras fue superior al umbral, por lo que puede considerarse sustentable, aunque se encontraron algunos puntos críticos. Uno de ellos fue el de calidad de vida y el otro las condiciones de trabajo. En una chacra el subindicador reciprocidad dio como resultado un valor menor al dos.

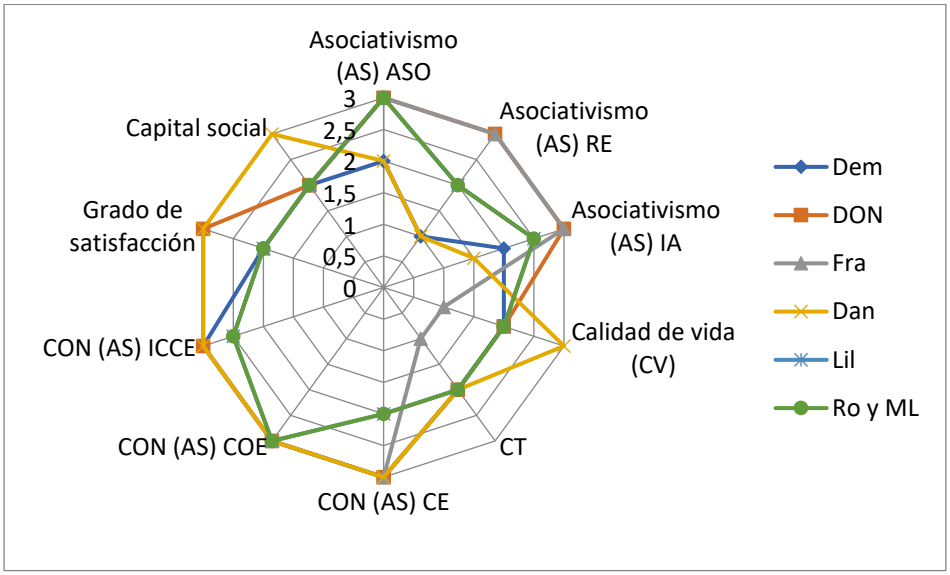
Haciendo un análisis de todas las dimensiones se observa que tres puntos críticos están dentro de la dimensión sociocultural, tres en la económica y uno en la dimensión ecológica. Esas son las condiciones de trabajo, la calidad de vida y el Asociativismo. Por otro lado, la tenencia de la tierra (indicador que dio el valor más bajo y en casi todas las chacras), el riesgo económico; y dentro del indicador de autoabastecimiento, el subindicador que indica la superficie plantada con relación a la cantidad de miembros son aspectos que deben ser mejorados.

Figura 8.8: Indicadores económicos en las seis chacras de Colonia Delicia, Misiones



Referencias: IM: ingreso monetario, DP: diversidad de producción; SPAI: superficie de producción para el autoconsumo cada dos integrantes de la familia; ABCM: Alimentos básicos que compra en el mercado; IAU: Índice de autoabastecimiento; riesgo económico: DI: Diversidad de ingresos, CC: canales de comercialización, DIE: Dependencia de insumos externos que se compran en el mercado, TT: tenencia de la tierra.

Figura 8.9 Indicadores socioculturales en las seis chacras de Colonia Delicia, Misiones.



Referencias: ASO: Asociatividad, RE: reciprocidad, IA: Índice de asociativismo, CT: condiciones de trabajo CON: conocimiento y conciencia ecológica, CE: conocimiento ecológico, COE: conciencia ecológica, ICCE: índice de conocimiento y conciencia ecológica; cv: calidad de vida.

En la Dimensión Ecológica el punto más crítico fue el riesgo de erosión, medido por el grado de cobertura del suelo. Esto se dio en una de las chacras en las que la cobertura del suelo y la cantidad de árboles es menor. Coincide con que es en la que se realizan intensas carpidas.

Reflexiones acerca de los resultados obtenidos

El diagnóstico efectuado a través de indicadores en los seis casos ha confirmado la sustentabilidad de estos sistemas y ha permitido determinar algunos de los puntos críticos que tienen las chacras en las diferentes dimensiones evaluadas. Esto podría ayudar a plantear un plan de trabajo y estrategias adecuadas para mejorar la sustentabilidad de los sistemas.

En todas las chacras analizadas se encontró un valor ideal o muy cercano en el manejo de la biodiversidad. En este sentido Roth (1982) afirmaba que*, "algo de lo más importante para formar una chacra duradera que se mantiene por medios propios, y que debe y puede producir, cosechar durante cincuenta y más años, es, una chacra diversificada. Esta es la regla número 1"* (Roth, 1982). Los resultados confirman esta afirmación.

En el mismo sentido, se ha señalado que los agroecosistemas son más resilientes cuando están insertados en una matriz de paisaje compleja, que incluya germoplasma local adaptado, utilizado en sistemas de cultivos diversificados manejados con suelos ricos en materia orgánica y técnicas de conservación y cosecha de agua (Nicholls et al, 2015). Por otra parte, la adaptación al cambio y a la variabilidad climática, requiere medidas agroecológicas más radicales que fortalezcan la resiliencia de los agricultores y las comunidades rurales, tales como la diversificación de los agroecosistemas en forma de policultivos, los sistemas agroforestales y sistemas que combinan agricultura con la ganadería, acompañados por el manejo orgánico de los suelos, la conservación y la cosecha de agua y un incremento general de la agrobiodiversidad (Nicholls et al, 2015).

Se observaron valores altos en el autoabastecimiento. Producen casi todo lo que consumen. Esta es la base de una racionalidad económica típicamente campesina y es uno de los eslabones para un desarrollo rural sostenible y la soberanía alimentaria de los pueblos. Es destacable el buen manejo del riesgo y la baja dependencia de insumos externos observados en las 6 chacras. Utilizan recursos de la chacra (guardan semilla), usan abono orgánico, no tienen incidencia de plagas y enfermedades o usan insecticidas naturales y usan principalmente energía humana. Estas dos cuestiones se traducen en autogestión e independencia productiva, ya que la decisión de qué y cuánto producir se define principalmente por las necesidades y deseos de la familia y no por la demanda del mercado. Además, y al tener diversidad de ingresos, pueden adaptarse a pequeños cambios en el ambiente o cambios económicos. Al tener una diversidad de productos para comercializar, se disminuye el riesgo económico. También lo disminuye el tener diversos canales de comercialización (locales, regionales, de venta directa y otros).

Las chacras difieren en cuanto al grado de asociativismo y el capital social, ya que, si bien todos integran algún tipo de organización, algunos pertenecen a una mayor red de entidades que

fomentan la agroecología. Este aspecto es relevante dado que para actuar a nivel de la comunidad o del territorio y realizar acciones colectivas es imprescindible la organización para acumular fuerza suficiente como para incidir en políticas públicas que favorezcan la sustentabilidad de los sistemas productivos.

El valor que surge como problema en casi todos los casos es el de la tenencia de la tierra. Problema que es estructural en nuestro país. La calidad de vida aparece también como un aspecto al que prestar atención. Este indicador se relaciona con el ingreso monetario que tiene cada familia, que en todos los casos estuvo en el umbral. Esto indica que no pueden realizar inversiones en lo productivo y menos aún mejorar la vivienda con sus ingresos. Este indicador se relaciona, además, con el acceso a los servicios de educación y salud. La zona rural donde están ubicadas las chacras tiene graves problemas de infraestructura y servicios. Es decir que este es otro indicador que tiene en cuenta el contexto donde están insertas las chacras.

Las condiciones de trabajo surgen también como un aspecto a abordar en futuras actividades de extensión ya que este indicador tuvo valores cercanos al umbral. El gran esfuerzo físico que requieren las labores no mecanizadas podría disminuir con la inclusión de herramientas y tecnologías adecuadas. Un ejemplo de ellos sería disminuir el laboreo del suelo haciendo siembra directa para las especies anuales, o no limpiar en exceso las malezas dejando mayor cobertura o haciendo algún abono verde, lo que significa menor esfuerzo de trabajo y mejoras en el suelo.

Cabe mencionar que todos tienen un alto grado de satisfacción de su forma de trabajo y de vida, pero esto no es reconocido socialmente. Son vistos como productores pobres, “de subsistencia”, y no se valoran sus conocimientos y sus formas de producción. La ideología del desarrollo modernizante las declara pobres por no participar de forma predominante en la economía de mercado, y por no consumir bienes producidos por el mercado mundial y distribuidos por él, incluso aunque estén satisfaciendo sus necesidades básicas con la autoproducción. También existe el mito de que si produces lo que consumes no produces.

Conclusiones

Puede afirmarse que, todas las chacras cumplirían adecuadamente con los objetivos de sustentabilidad ecológicos, económicos y socio culturales, aun teniendo en cuenta que existen puntos críticos en algunas de las chacras que podrían ser tomados en cuenta para mejorar.

El uso de indicadores permitió arribar a estas conclusiones. Este trabajo fue complementado con el análisis de las prácticas productivas de las seis chacras. Para futuros trabajos sería interesante construir los indicadores en forma participativa con los y las campesinas.

Referencias

Gliessman S (2002). Agroecología, procesos ecológicos en agricultura sostenible". Edición en español del 2002, Turrialba, Costa Rica CATIE:359 p.

Nicholls C, M Altieri, A Henao, R Montalba y R Talavera (2015) «Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático» Publicado por Red Iberoamericana para el Desarrollo de Sistemas Agrícolas Resilientes al Cambio Climático (REDAGRES) y la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA) Lima, Perú. Primera edición, marzo de 2015.

Noseda CN (2018) "Lógica y saberes campesinos en la zona Norte del Alto Paraná, Misiones y su aporte a una propuesta de Desarrollo Rural Sostenible Tesis de Maestría "Procesos locales de innovación y desarrollo rural" (Plider) Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, La Plata, 12 de diciembre de 2018.

Rosenfeld V (2005). "La agricultura familiar en Misiones. Confrontación de modelos de desarrollo". INDES, equipo Misiones. Misiones, 2005.Inédito.

Roth A. (1982) Querida Misiones Hermosa, Posadas Misiones, Argentina, 1982.

Sarandón SJ. 2002. "El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable" (Sarandón SJ, ed.). Ediciones Científicas Americanas, Capítulo 20: 393-414.

Sevilla Guzmán E. (2013)., "El despliegue de la sociología agraria hacia la Agroecología". Cuaderno Interdisciplinar de Desarrollo Sostenible (CUIDES), Nº 10, pág 85 a 109, abril 2013

CAPÍTULO 9
Sustentabilidad ecológica de secuencias de doble cultivo en Tres Arroyos (Argentina)

Adriana M. Chamorro

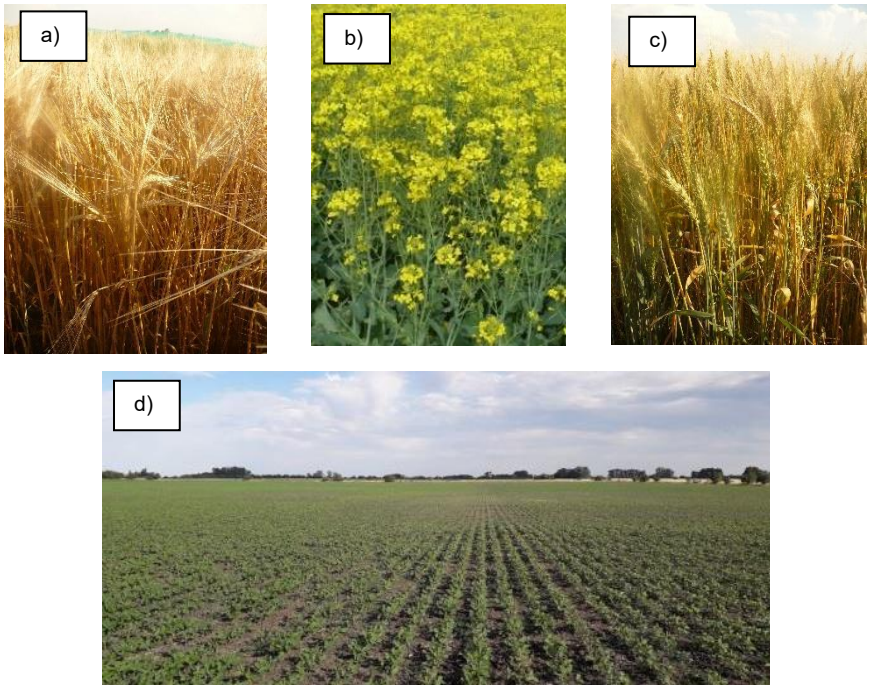
El problema a abordar

El sur de la provincia de Buenos Aires ha sido tradicionalmente una zona de producción mixta, con distintos tipos de producción agrícola pero también con producción ganadera, las cuales se alternaban en el tiempo y el espacio. En las últimas décadas la situación fue cambiando, se ha ido produciendo un proceso de agriculturización, reduciéndose los períodos ganaderos con relación a los agrícolas incorporando suelos de baja aptitud a la producción agrícola. Así, mientras que la proporción de suelos destinados a la agricultura a principios de los ’80 era del 50%, hacia el año 2000 era casi del 80%. Esta transformación estuvo acompañada por la incorporación, en las secuencias agrícolas, de cultivos estivales, primero girasol, luego maíz y, finalmente, soja. Así, esta zona, que era típicamente triguera, hoy destina la mayor parte de su superficie a cultivos de verano. Por otro lado, se ha registrado una intensificación de la producción a través de la difusión de las “siembras de segunda”, en las cuales, los cultivos estivales de segunda se implantan inmediatamente de la cosecha del cultivo invernal antecesor, proceso en el cual la soja (*Glycine max* (L.) Merr.) fue la protagonista. (Forján, 2004; Forján y Manso, 2015).

La soja, sobre todo en la modalidad de segunda, no se difundió rápidamente en el sur de Buenos Aires. Cuando en la zona núcleo ya firmemente formaba parte del doble cultivo trigo/soja de segunda, en el sur aún encontraba dificultades para ampliar su superficie. En parte, esto se debió a que la estación de crecimiento en esta zona es más corta y no había disponible, en ese momento, soja de ciclos lo suficientemente cortos como para implantar luego del trigo (*Triticum aestivum* L.) que garantizasen rendimientos económicamente aceptables. Cuando aparecieron los materiales de soja resistentes a glifosato esto cambió ya que, en muchos casos, los productores sembraban soja de segunda, independientemente de los rendimientos que pudiesen obtener, porque el interés principal era usar el cultivo con el objetivo de “limpiar los lotes” de malezas. Así fue como se inició la difusión de la soja en el sur de la provincia. Pero más tarde, los productores empezaron a buscar alternativas para mejorar la producción de esa soja y una de ellas fue usar otros cultivos antecesores en lugar del trigo. Es aquí donde aparece primero la

colza (*Brassica napus* L.) y más tarde la cebada (*Hordeum vulgare* L.) como cultivos alternativos al trigo (Figura 9.1) (Iriarte *et al*., 2006).

Figura 9.1: Cebada (a), colza (b) y trigo (c), tres posibles antecesores para la soja de segunda (d) en el sur de la provincia de Buenos Aires, Argentina.



¿Por qué el cambio de antecesor puede mejorar la producción de la soja de segunda? Cuando la soja se implanta bajo esta modalidad, la siembra se realiza tardíamente, lo cual tiene un efecto sobre el desarrollo y el crecimiento del cultivo que impacta negativamente sobre su producción. Si bien en otras zonas esto se maneja modificando el ciclo de las variedades utilizadas (además de la densidad de siembra y el distanciamiento entre surcos), en esta zona, la duración del verano ofrece muy poca elasticidad para el manejo varietal. Por lo tanto, sembrar soja de segunda con trigo como antecesor, normalmente resulta en rendimientos bajos de la oleaginosa.

Sin embargo, sembrar soja de segunda luego de un cultivo invernal que se coseche más tempranamente que el trigo permite implantarla en una fecha más adecuada, que no penaliza tanto su rendimiento. Esto es posible cuando se siembra luego de colza o de cebada, cultivos que se cosechan antes que el trigo.

La pregunta que surge es ¿cuán diferente funciona el sistema trigo/soja de colza/soja o de cebada/soja y cuál es su impacto sobre la sustentabilidad de los agroecosistemas?

El trigo, la cebada y la colza son diferentes:

- Tienen diferentes niveles de rendimiento y producciones de materia seca.

- Por lo tanto, dejan diferentes cantidades de rastrojo que, además, son de diferente calidad y, por lo tanto, su aporte a la materia orgánica del suelo también difiere.
- Tienen diferentes requerimientos nutricionales y composición de los granos, por lo que movilizan diferentes cantidades de nutrientes desde el suelo, su extracción en los granos y la reposición vía rastrojos es diferente.
- Además, el manejo de la nutrición mineral en cada uno es distinto: se usan diferentes tipos y dosis de fertilizantes que modifican los balances de nutrientes.
- Hacen un uso diferente del agua disponible, no sólo en la cantidad consumida y la eficiencia de su uso, sino también en el patrón temporal de consumo y en la profundidad hasta la cual extraen agua.
- Son afectados por distintas plagas y enfermedades y su relación con las malezas también es diferente.
- El manejo de las plagas, enfermedades y malezas difiere, utilizándose distintos plaguicidas, lo cual tendría diferente impacto ambiental sobre los distintos compartimentos del ambiente.
- Los diferentes manejos de la nutrición mineral y de las adversidades implican distinto uso de insumos y, en consecuencia, distinto ingreso de energía al sistema.
- La colza es una oleaginosa, mientras que cebada y trigo son cereales, por lo tanto, la composición de los granos es diferente y con distinto contenido energético. Esto afecta la eficiencia de uso del agua y de la energía.

Pero además, el trigo, la cebada y la colza tienen distinto efecto como cultivo antecesor de la soja: no sólo modifican su fecha de siembra y rendimiento potencial sino que la cantidad y tipo de rastrojo que dejan, cómo usan el agua y su disponibilidad residual al final de su estación de crecimiento, la existencia o no de plagas o enfermedades comunes con la soja, el manejo de la nutrición mineral, son todas características que afectan también el crecimiento y la producción de la soja que les sucede y, en consecuencia, su aporte de rastrojo al suelo, sus niveles de extracción de nutrientes, el uso que pueda hacer del agua disponible, la necesidad de uso de plaguicidas. Todo esto afectaría diferencialmente el impacto ambiental de la soja luego de cada antecesor.

Sin duda, estas diferencias deberían determinar distintos efectos sobre la sustentabilidad de los agroecosistemas tanto a nivel de lote como de establecimiento, a nivel local como regional. Pero ¿cómo analizarlo?

Por otro lado, este cambio, este reemplazo del trigo por cebada o colza, está en proceso, incluso un proceso que avanza y retrocede de acuerdo con los vaivenes económicos, políticos y sociales del país. Tal vez por eso es importante analizarlo, porque aún es posible hacerlo antes de que estas secuencias se difundan, y evaluar desde diferentes puntos de vista qué tan diferentes son estas opciones, si definitivamente alguna de ellas no es deseable, cuáles son sus puntos débiles y pensar formas de superarlos. Es decir, es importante prever lo que pueda

suceder si estas secuencias de doble cultivo se difundiesen, ya contamos con muchos ejemplos en los cuales se ha actuado tarde, esta sería una oportunidad de anticiparnos.

El análisis de este problema fue, por lo tanto, el objetivo de mi tesis doctoral en la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la UNLP (Chamorro, 2018).

¿Por qué usar indicadores en el análisis de este problema?

De acuerdo con lo presentado, la intención fue hacer una evaluación de los cambios que se producirían en la sustentabilidad de los agroecosistemas si se produjese algún grado de sustitución del trigo por colza o por cebada en el doble cultivo trigo/soja de segunda en el sur de la provincia de Buenos Aires.

Primeramente, por formación o por tradición, la idea fue hacer ensayos y analizar múltiples variables, analizándolas de la forma de costumbre, con análisis de la varianza, regresiones y demás. Incluso, abstrayéndose del sitio, pensar sólo en las secuencias de cultivos, y llevar adelante los ensayos en La Plata. Pero el problema resultaba demasiado complejo para abordarlo de esa manera y con una cantidad de trabajo que excedía las posibilidades de una tesis.

Luego surgió la idea de entrevistar productores para obtener la información necesaria, pero eso también fue desechado por la necesidad de contar con un número relativamente alto de entrevistas, de identificar previamente los establecimientos a visitar y de viajar, seguramente, muchas veces.

Finalmente, por sugerencia de mi director, decidí enfocarlo de otra manera y utilizar indicadores de sustentabilidad.

En el capítulo 1 se han señalado las ventajas generales del uso de indicadores para la evaluación de la sustentabilidad, en esta situación particular, su uso otorgó enormes ventajas:

1. Fundamentalmente, permitió simplificar un problema complejo para poder visualizar una tendencia general. Permitió ver algo difícil de percibir a simple vista. Se pretendía analizar muchas variables simultáneamente, que, además, podrían tener efectos contrapuestos, y con esta metodología se obtuvo un índice de sustentabilidad que resumió todos estos efectos. Por supuesto, el análisis de los indicadores y subindicadores permite explicar el resultado global.
2. Permitió, utilizando datos actuales hacer una evaluación comparativa de las secuencias de doble cultivo producidas bajo distintos modelos de producción en la situación presente. Esto, en cierta medida, sirve para predecir qué podría suceder si se produjera algún grado de sustitución del trigo por colza o cebada en estas secuencias si los planteos productivos se mantuviesen iguales.
3. El sistema permitió identificar los puntos críticos a la sustentabilidad para las distintas secuencias y los distintos modelos de producción, lo cual es útil para sugerir cambios en el manejo de los cultivos que tiendan a superarlos.

4. Estos cambios propuestos pueden ser evaluados nuevamente utilizando este sistema de indicadores, es decir, permitiría monitorear la situación haciendo nuevas evaluaciones en el futuro.
5. De ser necesario, se pueden introducir algunos cambios al sistema de indicadores y evaluar nuevas situaciones, por ejemplo, ampliar el plazo de la evaluación a una rotación más larga incluyendo otros cultivos, o ampliar la evaluación a las dimensiones socio cultural y económica.

Definiciones previas indispensables

La primera definición fue decidir a qué **definición de sustentabilidad** se adhiere. Como es sabido, se trata de un concepto polisémico que es necesario precisar para evitar confusiones. En este caso la definición que se adoptó fue la siguiente:

"*La sustentabilidad de la agricultura y de los recursos naturales se refiere al uso de recursos biofísicos, económicos y sociales según su capacidad, en un espacio geográfico, para, mediante tecnologías biofísicas, económicas, sociales e institucionales, obtener bienes y servicios directos o indirectos de la agricultura y de los recursos naturales para satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras. El valor presente de bienes y servicios debe representar más que un valor de las externalidades y los insumos incorporados, mejorando o por lo menos manteniendo de forma indefinida, la productividad futura del ambiente físico y social. Además de eso, el valor presente debe estar equitativamente distribuido entre los participantes del proceso*" (Ehlers, 1994).

Esta definición corresponde a una concepción fuerte del concepto de sustentabilidad: se entiende que existe un límite a la satisfacción de las necesidades y que el capital natural sólo en contadas ocasiones podría ser sustituido por el capital manufacturado. Es decir, no es admisible la satisfacción de objetivos económicos o sociales basada en la degradación de los recursos naturales, intra o extraprediales. De acuerdo con lo anterior, la agricultura sustentable debe ser suficientemente productiva, económicamente viable, ecológicamente adecuada, y cultural y socialmente aceptable (Sarandón y Flores, 2014).

Por otro lado, ya se mencionó que, para abordar el análisis del problema y para poder construir el sistema de indicadores fue necesario acotarlo, establecer límites y hacer una serie de precisiones. Por ejemplo, el sur de la provincia de Buenos Aires es un **área geográfica** muy poco precisa. Por una cuestión de representatividad, difusión del cultivo de colza y disponibilidad de información el área se tomó la decisión de circunscribir la evaluación al partido de Tres Arroyos.

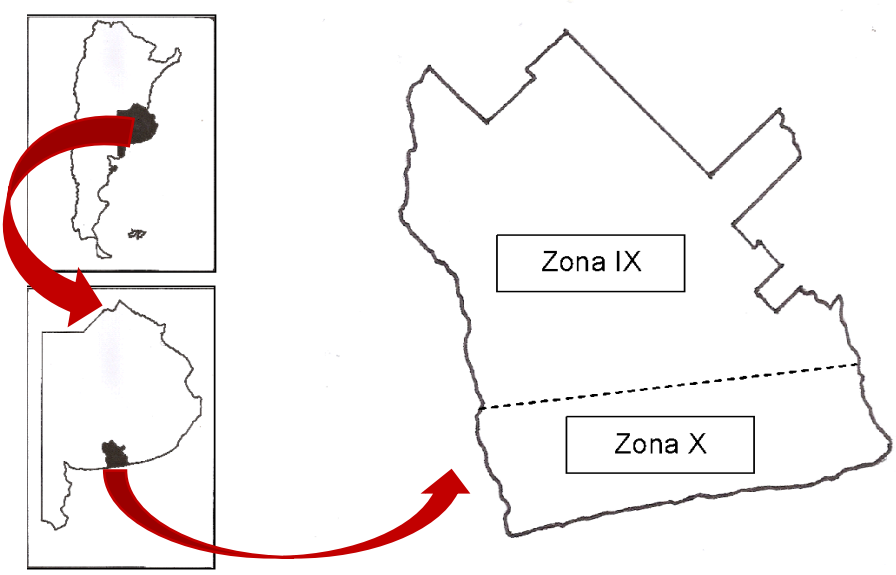
Algo difícil de decidir acerca de cómo analizar el impacto de la sustitución del trigo por la cebada o la colza fue que, si bien uno sabe que esto se da en el contexto de una secuencia de cultivos más larga o en un establecimiento con otras producciones, eso puede ser tan variable como número de productores haya en el partido. Por otro lado, cuando se piensa en la sustitución

del trigo por la colza o por la cebada, se sabe que no se trata de un reemplazo instantáneo completo, al 100%, sino que, en la región (el partido) se irá dando un proceso gradual, en el cual se irá reemplazando una parte del trigo por colza, otra parte por cebada, que eso irá variando año a año de acuerdo con numerosísimos factores (disponibilidad de semilla, mercados, precios relativos, clima, etc.), que tendrá avances y retrocesos. Entonces, ¿cuáles serían **la escala y el plazo de evaluación**? De ser muy prolongado, debería involucrar muchos cultivos posibles de incluirse en las rotaciones y diversas combinaciones, la escala también generaría dificultades. Esta complejidad llevó a la decisión de analizar únicamente cada secuencia de doble cultivo, independientemente, no incluida en un sistema, y a nivel de lote.

Una vez definido esto, era necesario contar con la información de cómo se producen estos cultivos, el **modelo de producción**, es decir cuál es el manejo con relación a cómo se prepara el suelo para la siembra, qué tipo de semilla se usa y cuánta, qué tipo y cantidad de fertilizantes y plaguicidas, cuáles son los niveles de rendimiento de los cultivos. Para esto se recurrió a informantes calificados, es decir, personas que trabajan en el medio y cuentan con esos datos, principalmente representantes comerciales y extensionistas, pero también se contó con información muy valiosa de ensayos de rotaciones de larga duración llevados a cabo en la Chacra Experimental Integrada Barrow (Forján y Manso, 2012).

Pero en este punto surgieron dos cuestiones: la primera fue que en el partido de Tres Arroyos hay dos **áreas ecológicas** bastante diferentes definidas principalmente por la profundidad efectiva de los suelos. Estas zonas fueron identificadas por el proyecto AgroRadar del INTA como zona agroecológica IX y X respectivamente (Figura 9.2) (Daitsch *et al*, 2011). En la zona IX, es casi generalizada la presencia de un manto de tosca entre los 50 y los 100 cm de profundidad que limita su almacenamiento de agua, mientras que la zona X cuenta con suelos profundos debido a la ausencia de ese manto de tosca. Esto implica que la productividad de estos suelos es diferente e, incluso, el manejo de los cultivos también ya que ante un rendimiento potencial menor frecuentemente se modifica el manejo para reducir costos de producción. Es decir, se debió contemplar un manejo o modelo de producción diferencial para cada zona.

Figura 9.2: Ubicación del Partido de Tres Arroyos (provincia de Buenos Aires, Argentina) y de las dos áreas agroecológicas analizadas: zona IX o de suelos someros y zona X o de suelos profundos.



La segunda cuestión que surgió al intentar definir el manejo de los cultivos fue que no hay un solo modelo de producción para cada una de las zonas. Ni tampoco se puede hablar de un manejo promedio, esto es irreal. Fue necesario considerar dos **manejos posibles**, que se denominaron de nivel tecnológico medio y de nivel tecnológico alto, considerando como tecnología al uso de insumos. El primero sería el correspondiente al que usan la mayoría de los productores y que normalmente obtienen rendimientos cercanos al promedio del partido. El manejo del nivel tecnológico alto implica un mayor uso de insumos, principalmente como fertilizantes, normalmente la implantación de los cultivos se hace en siembra directa y se obtienen rendimientos algo mayores al promedio del partido.

Por último, si bien se reconoce la multidimensionalidad de la sustentabilidad, la cual debe cumplir simultáneamente con objetivos de tipo productivo, ambiental, social, económico y cultural, en este trabajo se decidió avanzar sobre los objetivos de tipo ambiental únicamente y evaluar la **sustentabilidad ecológica** debido a las posibilidades reales de recopilar la información necesaria, el tiempo y la capacidad de trabajo. Se entiende que, una vez iniciado el proceso de evaluación en un área particular, siempre es posible ampliarlo incorporando las otras dimensiones.

Para este nuevo recorte se adoptó la siguiente definición: "*Se considera que para que un sistema sea sustentable debe mantener constante el capital natural entendido como las reservas ambientales que proveen bienes y servicios en el futuro*" (Constanza y Daly, 1992; Harte, 1995).

De esta manera, finalmente se analizó, en el partido de Tres Arroyos, la sustentabilidad ecológica de las tres secuencias de doble cultivo (cebada/soja, colza/soja y trigo/soja) bajo cuatro

modelos de producción definidos por las dos condiciones agroecológicas de suelo y los dos niveles de tecnología aplicada en cada uno.

Por último, es indispensable el planteamiento de los objetivos, los cuales, de acuerdo con lo explicado previamente, fueron:

1. Construir un sistema de indicadores que incorpore la eficiencia energética, el balance de nutrientes, la eficiencia de uso del agua, el aporte de materia orgánica al suelo y el impacto ambiental del uso de agroquímicos a fin de comparar sistemas de producción en el partido de Tres Arroyos (Buenos Aires, Argentina).
2. Comparar, mediante los indicadores seleccionados, el grado de sustentabilidad de las secuencias de doble cultivo trigo/soja, cebada/soja y colza/soja, realizadas con el empleo de distintas tecnologías y en dos situaciones ambientales.
3. Detectar los puntos críticos a la sustentabilidad de las distintas secuencias producidas bajo distintos modelos productivos y analizar posibilidades de superación de estos.

El sistema de indicadores utilizado. Fundamentos

Para evaluar la sustentabilidad se siguieron los fundamentos de la PROMES (ver capítulo 1). De acuerdo con eso, el sistema elaborado contempla los distintos recursos ecológicos (Categorías) que deben ser protegidos en el proceso de producción.

Si bien la evaluación es fundamentalmente hacia el interior de los establecimientos, también toma en cuenta algunos efectos que las distintas prácticas de manejo tienen sobre su entorno, ya sea a nivel local como global.

Los indicadores seleccionados para evaluar los descriptores de cada categoría corresponden a los clasificados como *de presión* (ver capítulo 1) ya que indican el efecto que ejercen las distintas prácticas de manejo sobre el funcionamiento del sistema o sobre el medioambiente.

Para evaluar el **impacto interno al predio** se seleccionaron tres categorías (recursos): **Suelo**, **Biodiversidad** y **Agua.**

La elección del **Suelo** se basó en su importancia como recurso natural base de la producción agrícola. No sólo provee sustrato y nutrientes a los cultivos, lo cual permite la producción de alimentos, fibras y energía, sino que cumple funciones de almacenamiento, filtrado y transformación de nutrientes, contribuye a la retención y liberación de contaminantes, regula el flujo del agua dentro del agroecosistema, regula el microclima, es un reservorio de carbono y tiene potencial para secuestrarlo, tiene capacidad para suprimir plagas y enfermedades según la composición y actividad de las comunidades microbiológicas que estén presentes en el mismo (Altieri y Nicholls, 2007, Manlay *et al*, 2007; Calzolari *et al*, 2016).

La **Biodiversidad** se incluyó *como* categoría a evaluar debido a que se considera esencial para la agricultura. Representa la base de la sustentabilidad de los agroecosistemas (SCDB, 2008) ya que aporta servicios ecológicos fundamentales para el mantenimiento de procesos

esenciales como la regulación biótica, el ciclado de nutrientes, el flujo de energía y la regulación del ciclo del agua (Stupino *et al*, 2014).

La categoría **Agua** se escogió puesto que es indispensable para la producción agrícola y su uso determina la sustentabilidad del sistema productivo: un mal manejo del agua en la agricultura puede deteriorar los ecosistemas tanto como los servicios que prestan (CAWMA, 2007).

Para evaluar el **impacto externo al predio**, se consideraron tres categorías: **Agua**, **Atmósfera** y **Energía**.

La inclusión del **Agua** como recurso a valorar, en este caso como de efecto local, ya que su impacto se registraría principalmente sobre la población y los ecosistemas del área, analiza efectos que trascienden al predio como los riesgos asociados al uso de plaguicidas y al uso de fertilizantes.

En contraposición, las categorías **Atmósfera** y **Energía no renovable** se consideraron de impacto global, ya que en la primera, se tomaron en cuenta los riesgos asociados al calentamiento global del planeta, y en la segunda, las consecuencias de un uso excesivo o ineficiente de la energía no renovable, aspecto considerado fundamental para la sustentabilidad de los agroecosistemas que, si bien tiene efectos intraprediales como la relación costo : beneficio de la producción, también tiene efectos globales como la reducción de las reservas de combustibles fósiles (Gliessman, 2001; Gliessman *et al*, 2007; Zentner *et al*, 2011).

El sistema diseñado se observa en la Tabla 9.1. Debido a que no todos los indicadores contribuyen de la misma manera al objetivo de la sustentabilidad, tanto los indicadores como los descriptores y las categorías se ponderaron según distintos criterios. En la Tabla, para cada categoría, descriptor, indicador y subindicador se indica con un número entre paréntesis la ponderación que se le asignó.

Por entender que es más importante el efecto local de las prácticas que el efecto global, se ponderó en mayor medida al impacto interno al predio que al externo, y al impacto externo local que al impacto externo global.

Tabla 9.1: Sistema de indicadores propuestos para la evaluación de la sustentabilidad ecológica de secuencias de doble cultivo en el Partido de Tres Arroyos (Argentina). Entre paréntesis se indican los factores de ponderación.

Categoría	Descriptor	Indicadores	Subindicadores
IMPACTO INTERNO AL PREDIO (2)			
Suelo (1)	Prop. químicas (1)	Balance de nutrientes (1)	Balance de P (3)
			Balances de K, S, Ca y Mg (2)
			Balance de N (1)
	Prop. físicas (2)	Remoción del suelo (2)	
		Cantidad y tipo de rastrojo (1)	
	Prop. biológicas (3)	Suministro de materia orgánica (1)	
			Tipo de labranza (1)

		Protección del hábitat de los microorganismos del suelo (1)	Uso de plaguicidas (1)
Biodiversidad (1)	Uso de plaguicidas (1)	Impacto sobre la vida animal y microorganismoas (1)	
		Impacto sobre la diversidad vegetal (1)	
Agua (1)	Uso del agua (1)	Eficiencia de uso del agua (1)	
IMPACTO EXTERNO AL PREDIO (1)			
IMPACTO LOCAL (2)			
Agua (1)	Agua superficial (1)	Riesgo de contaminación por fertilizantes (1)	Bal. de nutrientes (1)
			Tipo de labranza (1)
		Riesgo de contaminación por plaguicidas (1)	
	Agua subterránea (1)	Riesgo de contaminación con nitratos (1)	
		Riesgo de contaminación por plaguicidas (1)	
IMPACTO GLOBAL (1)			
Atmósfera (1)	Emisión de gases invernadero (1)	Uso de combustible (1)	
	Captura de carbono (1)	Producción de biomasa aérea (1)	
Energía no renovable (1)	Energía proveniente de combustibles fósiles (1)	Eficiencia energética (1)	
		Balance de energía (1)	

Dentro del impacto interno, debido a que los tres factores (Suelo, Biodiversidad y Agua) son igualmente necesarios e importantes para mantener la capacidad productiva de los agroecosistemas se los ponderó con igual peso.

En la categoría Suelo, se consideró necesario el mantenimiento de sus Propiedades químicas, físicas y biológicas, las cuales su utilizaron como tres descriptores independientes. Tomando en cuenta el criterio de reversibilidad, se consideraron más importantes las propiedades biológicas que las físicas, y éstas que las químicas, ponderándose por lo tanto en orden decreciente.

Para evaluar las características químicas se seleccionó como indicador al Balance de nutrientes, compuesto por los balances de fósforo (P), nitrógeno (N), potasio (K), azufre (S), calcio (Ca) y magnesio (Mg) como subindicadores. Teniendo en cuenta un criterio de abundancia y facilidad de restauración, los balances de los distintos nutrientes se ponderaron de la siguiente manera: el mayor peso (3) se otorgó al balance de P, se asignó un valor intermedio (2) a los balances de K, S, Ca y Mg, y el menor (1), fue para el balance de N.

Dentro de las características físicas, se incluyeron dos indicadores: Remoción del suelo y Cantidad y tipo de rastrojo. Mientras que el primero evalúa el grado de disturbio físico que pueda afectar al suelo, fundamentalmente en su estructura, el segundo indicador considera, indirectamente, la influencia de la materia orgánica sobre las propiedades físicas del suelo (FAO, 2002). Debido a que el primer indicador tiene un efecto más directo e inmediato sobre las propiedades físicas del suelo, se lo ponderó con un mayor peso que al segundo.

Para analizar las propiedades biológicas, se consideraron dos indicadores. El primero fue el Suministro de materia orgánica, por la necesidad de estos compuestos como fuente de energía

para la vida del suelo. El segundo indicador fue la Protección del hábitat de los microorganismos del suelo, el cual incluyó aspectos como el Tipo de labranza y el Uso de plaguicidas como subindicadores (ponderados con igual peso).

Para la categoría Biodiversidad, dado que se están evaluando sólo secuencias de cultivos únicos en los que no se plantea el uso de cultivos acompañantes ni mezcla de especies o cultivares, y en los cuales se hacen controles de plagas utilizando productos químicos, se utilizó un solo descriptor: Uso de plaguicidas, ya que se consideró que es la principal práctica que atenta contra ese recurso. Este descriptor se compuso de dos indicadores: Impacto por uso de plaguicidas sobre la vida animal, e Impacto por uso de plaguicidas sobre la diversidad vegetal, los cuales se ponderaron con igual peso.

Para la categoría Agua se seleccionó un solo descriptor (Uso del agua). Para evaluar el impacto intrapredial y, dado que, en condiciones normales, las precipitaciones anuales se ubican entre 600 y 800 mm y suelen presentarse eventos de sequías, se entendió que el indicador más adecuado es la Eficiencia de uso del agua.

Dentro de la evaluación del impacto externo al predio, en la categoría Agua como recurso natural, se consideraron los efectos sobre el Agua superficial y el Agua subterránea, los que se ponderaron con el mismo peso. Dentro de cada una, se incluyó un indicador para evaluar el Riesgo de contaminación por plaguicidas y otro para el Riesgo de contaminación por nutrientes, los que se consideraron con igual peso a efectos de su ponderación.

En el ámbito global, a las categorías Atmósfera y Energía no renovable se les asignó el mismo peso, ya que dentro de la Atmósfera se consideró el impacto de la agricultura relacionado con el calentamiento global del planeta, efecto que no es reversible, al menos en el corto a mediano plazo, por lo tanto, se consideró igualmente relevante que la Energía no renovable.

Dentro de Atmósfera se incluyeron dos descriptores. El primero fue Emisión de gases invernadero, que se evaluó únicamente con el indicador Uso de combustible, por lo que hace referencia a la emisión de CO_2. El otro descriptor seleccionado fue Captura de carbono, evaluado a través del indicador Producción de biomasa aérea, y que hace referencia al mismo gas, por lo que tuvieron igual ponderación.

La categoría Energía no renovable se evaluó mediante el descriptor Energía proveniente de combustibles fósiles, utilizando los indicadores Eficiencia energética y Balance de energía, los cuales se ponderaron con igual peso ya que un sistema sustentable debería usar eficientemente la energía, pero, a la vez, ser suficientemente productivo.

Debido a que los indicadores presentados se expresan en diferentes unidades, para poder establecer comparaciones debieron ser estandarizados. Para esto se establecieron cinco clases, en las que se asignó el valor más alto (4) a la situación considerada de mayor sustentabilidad, y el más bajo (0), a la de menor sustentabilidad. La definición de las clases se hizo considerando, para cada indicador, el mayor y el menor valor obtenido, dividiendo ese rango en partes iguales para obtener las cinco clases. Claramente, este procedimiento sólo permite la comparación entre las secuencias de doble cultivo y los modelos productivos analizados. Si se quisiera comparar

con otras secuencias o cultivos u otros modelos de producción, sería posible, pero requeriría efectuar una nueva estandarización.

Finalmente, el Índice de sustentabilidad (IS) se calculó como sigue:

$$IS= \{(IIP * 2) + [(IEL * 2) + (IEG)] / 3\} / 3$$

Siendo:

IIP: impacto interno al predio

IEL: impacto externo local

IEG: impacto externo global

Estos impactos se calcularon con los siguientes descriptores:

$$IIP= \{[(PQS + PFS + PBS) / 3] + UP + UA\} / 3$$

Siendo:

PQS: propiedades químicas del suelo

PFS: propiedades físicas del suelo

PBS: propiedades biológicas del suelo

UP: uso de plaguicidas

UA: uso del agua

$$IEL= (IASp + IASb) / 2$$

Siendo:

IASp: impacto sobre aguas superficiales (debido a plaguicidas y fertilizantes)

IASb: impacto sobre aguas subterráneas (debido a plaguicidas y fertilizantes)

$$IEG = [(EGI +CC) / 2 + ECF] /2$$

Siendo:

EGI: emisión de gases invernadero

CC: captura de carbono

ECF: energía proveniente de combustibles fósiles

La evaluación

La sustentabilidad ecológica de las secuencias de doble cultivo en los distintos modelos productivos.

La aplicación del sistema de indicadores diseñado permitió calcular los índices de sustentabilidad que se presentan en la Tabla 9.2. Para una visualización más rápida se asignaron colores a los distintos valores, con el amarillo como la situación de menor sustentabilidad y una

mayor intensidad de verde a medida que mejora. Es necesario recordar que la evaluación es en términos comparativos, no absolutos.

Tabla 9.2: Índices de sustentabilidad ecológica para tres secuencias de doble cultivo en distintos modelos de producción en el Partido de Tres Arroyos, Provincia de Buenos Aires (Argentina). Los indicadores se expresan en una escala de 0 (menor sustentabilidad) a 4 (mayor sustentabilidad) y sólo son útiles en términos comparativos.

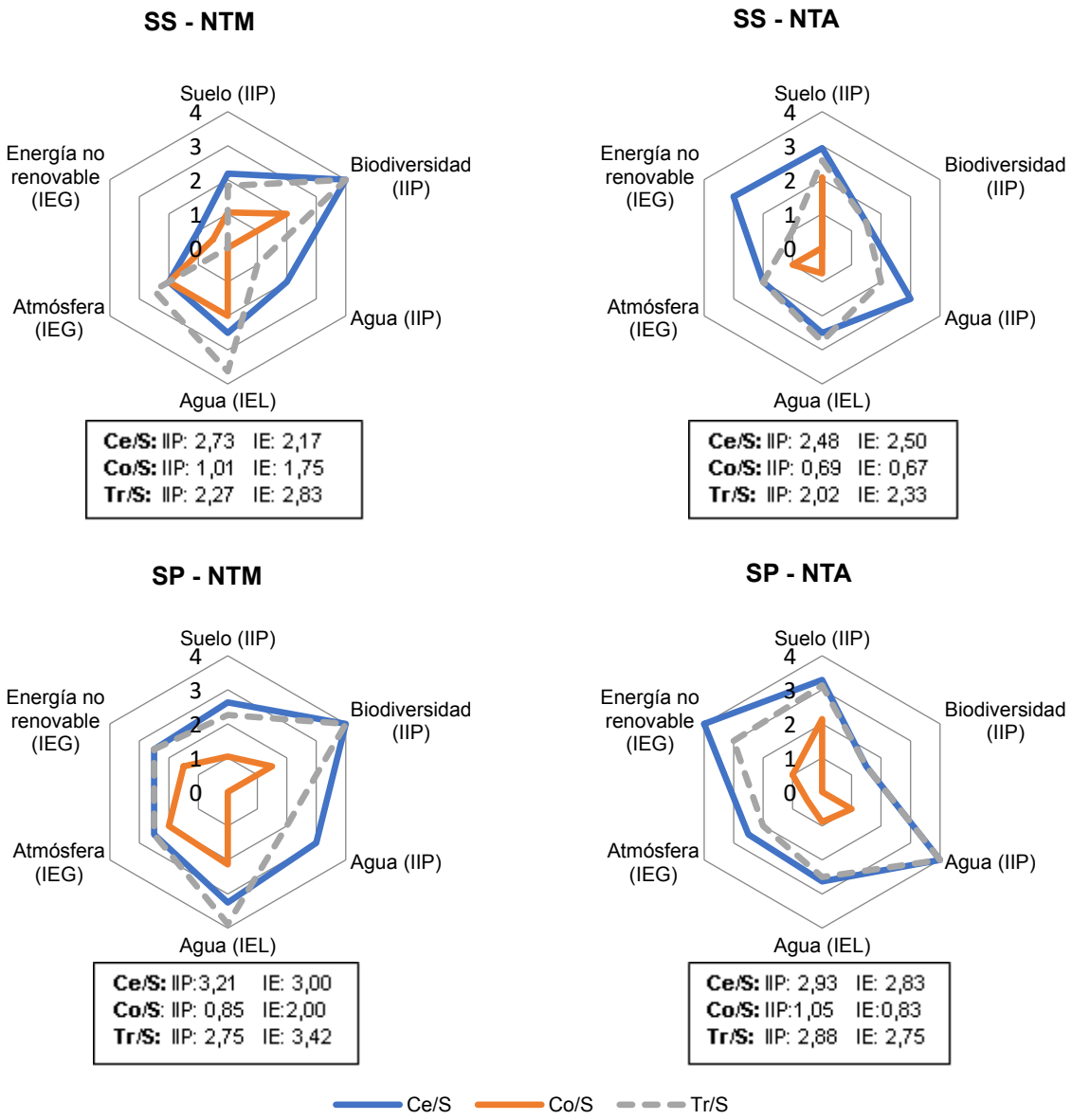
		Cebada/soja	Colza/soja	Trigo/soja
Suelos someros	**NT medio**	2,54	1,26	2,46
	NT alto	2,48	0,68	2,13
Suelos profundos	**NT medio**	3,14	1,23	2,98
	NT alto	2,90	0,98	2,75

Referencias: en términos comparativos, las tonalidades indican la sustentabilidad relativa, correspondiendo el amarillo a la menor sustentabilidad y verde oscuro a la mayor sustentabilidad.

En la tabla se puede observar que la **secuencia** con menor sustentabilidad, en los cuatro modelos productivos, fue colza/soja. Los principales problemas de esta secuencia se relacionaron con su baja producción de biomasa y rendimiento (principalmente de la colza en comparación con los cereales). En la Figura 9.2, que muestra el impacto sobre las distintas categorías o recursos analizados representados en gráficos de tela de araña, se observa que esta secuencia registró problemas en el uso del agua y de la energía, y tuvo un efecto negativo sobre el suelo a través de un bajo aporte de materia orgánica. Además, la producción de la secuencia colza/soja se asoció con el uso de más y diferentes plaguicidas que tuvieron un mayor impacto ecológico, tanto hacia el interior del predio, afectando la biodiversidad, como hacia el exterior de este, contaminando aguas superficiales y subterráneas.

La menor sustentabilidad de la secuencia colza/soja podría tener diferentes explicaciones que incluso, se complementarían. Una causa puede ser cultural, ya que el tiempo de incorporación de la colza (y también de la soja) a los sistemas productivos de la zona, es menor que el del trigo, cultivo tradicional del sur bonaerense. Esto implica cierto desconocimiento del cultivo y la obtención de rendimientos menores a los alcanzables. Sin embargo, es reconocido que existe una coevolución de los productores con el ambiente de modo que, por prueba y error, con el tiempo, sus sistemas de producción se van haciendo ecológicamente más adecuados. De acuerdo con esto, sería esperable que en el futuro se mejore la sustentabilidad de esta secuencia.

Figura 9.2: Indicadores de sustentabilidad ecológica para tres secuencias de doble cultivo bajo cuatro modelos de producción, en el Partido de Tres Arroyos, Provincia de Buenos Aires (Argentina). Los indicadores se expresan en una escala de 0 (menor sustentabilidad) a 4 (mayor sustentabilidad) y sólo son útiles en términos comparativos.



Referencias: SS: suelos someros, SP: suelos profundos, NTM: nivel tecnológico medio, NTA: nivel tecnológico alto, Ce/S: secuencia cebada – soja de segunda, Co/S: secuencia colza – soja de segunda, Tr/S: secuencia trigo – soja de segunda. IIP: impacto interno al predio, IE: impacto externo (al predio), IEL: impacto externo a nivel local, IEG: impacto externo a nivel global.

Una segunda explicación, de índole ecológica, se relaciona con la afirmación de que cuanto mayor sea la similitud estructural y funcional del agroecosistema con el ecosistema natural de la zona, mayor será la probabilidad de lograr agroecosistemas sustentables (Gliessman, 2002). La

semejanza del trigo y de la cebada con el "flechillar", la vegetación natural del área les permitiría alcanzar una mayor sustentabilidad.

En tercer lugar, tenemos el hecho de que la colza es una oleaginosa, mientras que cebada y trigo son cereales. El alto contenido energético del aceite y la proteína de la semilla de colza determina rendimientos en grano menores que en el caso de los cereales, que contienen principalmente almidón. Estos menores rendimientos en materia seca contribuyen a un uso del agua y la energía menos eficiente.

Por último, si bien la colza se asoció a un mayor impacto por uso de plaguicidas, es necesario reconocer que muchas veces el uso de estos productos se hace siguiendo una receta o ante la sola presencia de la plaga, y por lo tanto, el impacto se relacionaría más con aspectos culturales o con una limitada reflexión antes de decidir una aplicación, que con aspectos propios del cultivo.

La Tabla .2 muestra que la mayor **aplicación de tecnología** tendió a afectar negativamente la sustentabilidad, aunque con diferente magnitud según la secuencia y el ambiente. En la secuencia colza/soja el impacto fue mayor, sobre todo en suelos someros. Los principales problemas asociados al nivel tecnológico alto se relacionaron con el uso de plaguicidas, que impactó sobre la biodiversidad entre los efectos intraprediales, y provocó la contaminación de aguas entre los efectos externos al predio (Figura 9.2).

Este mayor impacto relacionado con el mayor uso de plaguicidas era en alguna medida previsible, ya que se ha afirmado reiteradamente el deterioro del ambiente cuando en la producción se persiguen objetivos principalmente económicos (Flores y Sarandón, 2002; Zazo *et al*, 2011). Sin embargo, existen también numerosos ejemplos en los cuales se pueden conciliar ambos objetivos (Lechenet *et al*, 2014; Giuliano *et al*, 2016; Piedra-Muñoz *et al*, 2016; Ponisio y Ehrlich, 2016). Por otro lado, como ya se mencionó, el manejo de plagas, que es el aspecto más nocivo del nivel tecnológico alto, presenta, al mismo tiempo, amplias posibilidades de mejora a través de la concientización de los riesgos del uso de plaguicidas.

La sustentabilidad también fue diferente entre **ambientes,** siendo mayor en los suelos más profundos para las secuencias cebada/soja y trigo/soja. En colza/soja esto sólo se verificó con un nivel alto de tecnología (Tabla 9.2). En los suelos profundos los cultivos produjeron mayor cantidad de biomasa y mayores rendimientos que mejoraron el impacto sobre todos los recursos analizados, tanto al interior como fuera del predio (Figura 9.2). En el caso de la secuencia colza/soja, cuando se produjo con la tecnología media, en los suelos profundos produjo mayor biomasa que mejoró la sustentabilidad externa al predio, pero, al mismo tiempo, la mayor aplicación de herbicidas tuvo un impacto negativo sobre la biodiversidad reduciendo la sustentabilidad intrapredial. Aquí cabe lo dicho sobre el uso de plaguicidas en el párrafo anterior.

Los resultados expuestos son, de alguna manera, una foto de una realidad recortada, que responden en parte la pregunta formulada acerca de qué pasaría si el trigo es sustituido total o parcialmente por cebada o colza en la secuencia de doble cultivo con soja en el partido de Tres Arroyos, pero no la responden o explican en su totalidad. Recordemos que una de las decisiones que se tomó previamente fue analizar sólo las secuencias, aisladamente, fuera de un sistema de producción. Eso implicó que, algunas de las ventajas reconocidas de la inclusión del cultivo de

colza en los sistemas productivos de esta zona, no pudieran ser captadas por el sistema de indicadores diseñado. Por ejemplo, los sistemas de producción del sur bonaerense se basan en cereales de invierno. La inclusión de la colza en estos sistemas, en una rotación de cultivos bien planificada, permitiría un manejo más integral de las malezas y de las enfermedades (Iriarte y Valetti, 2006, 2008) y resultaría en un menor uso de plaguicidas y mayor producción de estos cultivos que podría, incluso, mejorar la sustentabilidad de los agroecosistemas. Esta posible mejora, claramente no es captada en la evaluación realizada ya que sólo se analizan las secuencias de doble cultivo.

También se han mencionado ventajas de incluir la colza en las rotaciones, que aportarían a otras dimensiones de la sustentabilidad, no a la ecológica, y por eso tampoco fueron analizadas. Desde el punto de vista financiero como de la logística de la maquinaria y del manejo del personal, la secuencia colza/soja tiene un ciclo algo diferente respecto de las que incluyen cereales de invierno que permiten programar mejor las tareas y tener los ingresos y egresos de capital financiero más repartidos a lo largo del año (Iriarte y Valetti, 2006, 2008).

Incluso, si el análisis se hiciera a una escala mayor, la industria oleaginosa argentina se basa en la soja y en el girasol, ambas especies de ciclo estival, lo cual genera períodos del año en que la industria permanece ociosa. La colza, al tener ciclo invernal cubriría ese bache de producción (Iriarte y Valetti, 2006, 2008; Iriarte y López, 2014). Para el país, incluso, sería de interés reducir su dependencia de un producto de exportación casi exclusivo como es la soja y diversificarse.

La evaluación realizada, sí nos dice que no sería recomendable promover la secuencia colza/soja con una alta aplicación de tecnología, particularmente en suelos someros pero la colza podría reemplazar parcialmente al trigo bajo los otros modelos productivos, aunque siempre con una menor sustentabilidad ecológica. Por otro lado, sustituir al trigo por cebada, si bien no modificaría en gran medida la sustentabilidad de los agroecosistemas, al cosecharse más temprano podría mejorar aspectos relacionados con la logística de la maquinaria y diversificaría comercialmente la producción.

Además, es necesario considerar que, aunque la secuencia colza/soja en el corto plazo es menos sustentable que trigo/soja y cebada/soja, es también la que más se diferencia en términos de requerimientos nutricionales y organismos asociados (plagas y otros) y este aporte a la biodiversidad, en el largo plazo, podría contribuir significativamente a la sustentabilidad del partido.

Puntos críticos a la sustentabilidad

La aplicación de este sistema de indicadores permitió también detectar los puntos críticos a la sustentabilidad. Para la **secuencia colza/soja**, que registró los índices de sustentabilidad más bajos en los cuatro modelos de producción se identificaron dos puntos críticos: a nivel intrapredial, el uso del agua, y el uso de la energía renovable entre los impactos externos al

predio (Figura 9.2). Ambos serían consecuencia de su baja producción de biomasa y rendimiento. Pero en el nivel tecnológico alto, se sumó como limitante a la sustentabilidad ecológica el uso de plaguicidas, que tuvo efecto sobre la biodiversidad, dentro del predio, y sobre el agua, fuera del predio, por su efecto contaminante (Figura 9.2).

En el **nivel tecnológico alto**, para las tres secuencias de doble cultivo y en los dos ambientes, el punto crítico a la sustentabilidad fue el uso de plaguicidas por su impacto sobre la biodiversidad (Figura 9.2).

El **nivel tecnológico medio producido en suelos someros** es el modelo productivo más representado en el partido, siendo por lo tanto importante identificar sus puntos críticos, los cuales fueron el uso del agua (como impacto intrapredial) y el uso de la energía no renovable (como impacto externo al predio) (Figura 9.2), ambos condicionados en gran medida por la producción de biomasa, que en este modelo de producción fue comparativamente baja.

De alguna manera, los aspectos más problemáticos se relacionan con el uso de plaguicidas, fundamentalmente herbicidas (asociado a la siembra directa de los cultivos) y con la baja producción de biomasa y granos de estas secuencias de doble cultivo.

El primero es un aspecto sobre el cual se puede trabajar tendiendo a un manejo integrado de las malezas en el sistema que incluya otras alternativas al control químico reduciendo su impacto. Esto, en el marco de secuencias de cultivos y actividades más diversificadas y bien planificadas que permitan manejar el banco de propágulos y la relación competitiva entre el cultivo y las malezas, ofrecen posibilidades de mejora, tanto para la reducción del riesgo asociado al uso de plaguicidas como para mejorar la productividad de los cultivos si se reduce la competencia.

Con relación a la baja producción de biomasa y rendimiento se pueden buscar alternativas dentro de las mismas secuencias de doble cultivo, pero también en el sistema de producción en el cual se insertan.

Así, dentro de las secuencias, para incrementar la producción de biomasa y los rendimientos probablemente se debería buscar hacer un mejor uso de los recursos disponibles, y no a hacer un mayor uso de insumos lo cual quizás tendría un impacto más negativo aún sobre la sustentabilidad, al menos en algunos de los recursos evaluados (energía, contaminación de aguas). En este sentido, hay opciones para hacer lo mismo de manera diferente, sin un mayor uso de insumos, que permiten mejorar el uso de los recursos, por ejemplo, usar una variedad mejor adaptada, sembrar en la fecha más adecuada, hacer los controles de plagas y malezas en el momento oportuno, aplicar los fertilizantes en el o los momentos que permitan una mayor recuperación y eficiencia de uso.

Pensando en el sistema, sería importante incluir estas secuencias de doble cultivo en planes de rotaciones que incluyan cultivos que aporten altos volúmenes de biomasa y, especialmente, de alta relación C/N, que favorezca la formación de materia orgánica estable en el suelo, como maíz o sorgo, y que, al mismo tiempo, contribuyan a mejorar la productividad de las secuencias analizadas. Esto, además, incrementaría la biodiversidad, con su efecto sobre la regulación de plagas y enfermedades, el ciclo de los nutrientes (incluido el carbono), el ciclo hidrológico, el control de la erosión.

Sin embargo, no debe olvidarse que existe un techo para la producción de biomasa (y rendimiento) en cada ambiente para cada especie o cultivo, independientemente de cómo se maneje. Este techo será más alto en cultivos más adaptados, como los cereales en esta zona, y también será menor en cultivos cuyos granos tienen altas concentraciones de materia grasa y proteínas como la colza y la soja.

Por otro lado, pensando también en el sistema, es posible pensar que aunque con las opciones planteadas no se lograsen mejoras sustantivas en la sustentabilidad ecológica de la secuencia colza/soja, si las ventajas de incluirla en los sistemas productivos de Tres Arroyos, ya sea económicas como sociales o para el manejo de otros cultivos (como los cereales de invierno), son realmente importantes, podría justificarse su inclusión, aún con un comportamiento ecológico regular, en la medida que se haga en el marco de rotaciones más largas que contrarresten sus efectos negativos asociados a la baja producción de biomasa. Sería necesario para esto, hacer un análisis de la sustentabilidad en un plazo mayor, incluyendo secuencias de cultivos más prolongadas y diversificadas, y que tomen en cuenta las otras dimensiones de análisis.

Reflexiones acerca de la experiencia en el uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad

El uso de los indicadores permitió abordar de una manera relativamente sencilla una problemática bien compleja y puso en evidencia tendencias difíciles de visualizar de otra manera. Para esto fue necesario acotar el problema, pero con la posibilidad de, por ejemplo, modificar los modelos de producción y realizar nuevas evaluaciones a fin de buscar las más favorables, o de incorporar otros cultivos a la secuencia con el mismo propósito. Si se quisiese analizar qué sucedería con el paso del tiempo, se podrían modificar los modelos en cuanto a uso de plaguicidas, niveles de rendimiento y hacer una evaluación en un plazo mayor de tiempo. Podrían incluirse los cereales de invierno y el efecto sobre ellos de las rotaciones. Siempre con pequeñas modificaciones en el sistema de indicadores podrían hacerse ese tipo de evaluaciones.

Por otro lado, permitió poner en evidencia una situación que probablemente no era visible previamente pero que también puede ser de alguna manera chequeada o investigada en mayor profundidad por otros métodos.

Para alguien acostumbrada a trabajar con datos de ensayos experimentales, aplicar esta metodología fue todo un desafío, pero entendí que en determinados casos puede ser necesaria una forma de aproximarse a los problemas y en otros casos, otra, y que pueden complementarse. Los dos tipos de investigación pueden ser serios y aportar información de calidad si se realizan de manera correcta, y cada cual tiene su nicho.

Es necesario un cambio en la mirada para poder hacer este tipo de análisis: se plantea el desafío de identificar el sistema y no sólo algunas partes y de identificar las relaciones entre las mismas.

Referencias

Altieri, M y CI Nicholls (2007). Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. *Ecosistemas* 16, 3-12.

Calzolari C, F Ungaroa, N Filippi, M Guermandi, F Malucelli, N Marchi, F Staffilani y P Tarocco (2016). A methodological framework to assess the multiple contributions of soils to ecosystem services delivery at regional scale. Geoderma 261:190-203.

CAWMA (2007). Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. *Water for food, water for life. A comprehensive assessment of water management in agriculture.* D. Molden (Ed.). Londres, Earthscan y Colombo: Instituto Internacional del Manejo del Agua. Recuperado de: http://www.iwmi.cgiar.org/assessment/files_new/synthesis/Summary_SynthesisBook.pdf. Último acceso: Abril de 2023

Chamorro A (2018). *Análisis del impacto sobre la sustentabilidad de la difusión de la colza y de la cebada en reemplazo del trigo en la secuencia trigo/soja 2° en el partido de Tres Arroyos.* Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Recuperado de: http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/68806

Constanza R y HE Daly (1992) Natural capital and sustainable development. *Conservation Biology* 6, 37-46.

Daitsch N, Y Bellini Saibene, P Lucchetti, J Caldera, L Ramos, H Lorda, R Zinda, J Cepeda y A Pezzola (2011). *CD interactivo SIG AgroRADAR 1999-2004*. Buenos Aires, INTA Ediciones.

Ehlers E (1994). *Agricultura sustentável: Origens e perspectivas de um novo Paradigma*. Livros da Terra. Sao Paulo, Brasil.

FAO (2002). Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. *Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. Informe sobre recursos mundiales de suelos 96.* Roma. Recuperado de: ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/004/y2779S/y2779s00.pdf.

Flores CC y SJ Sarandón (2002). ¿Racionalidad económica versus sustentabilidad ecológica? El ejemplo del costo oculto de la pérdida de fertilidad del suelo durante el proceso de agriculturización en la región pampeana argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata* 105, 52-67.

Forján H (2004). Balance de nutrientes en secuencias agrícolas de la Región Sur Bonaerense. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur (INPOFOS)* 21, 8-11.

Forján H y L Manso (2012). Rotaciones y secuencias de cultivos en la región mixta cerealera del centro sur bonaerense. 30 años de experiencias. Tres Arroyos, Argentina: Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Forján H y L Manso (2015). El avance agrícola en la región: sus consecuencias. *AgroBarrow* 57, 4-8.

Giuliano S, MR Ryan, G Véricel, G Rametti, F Perdrieux, E Justes y L Alletto (2016). Low-input cropping systems to reduce input dependency and environmental impacts in maize production: a multi-criteria assessment. *European Journal of Agronomy* 76, 160-175.

Gliessman SR (2001). A energética dos agroecosistemas. En: SR Gliessman (Ed.) *Agroecología. Processos ecológicos em agricultura sustentable.* (pp 509-538). Río Grande do Sul. Brasil: Editora da Universidade (Segunda Edición).

Gliessman S R (2002). *Agroecología. Procesos ecológicos y agricultura sostenible*. Costa Rica: CR. Catie, Turrialba. 359 pp.

Gliessman, S R, Rosado-May, FJ, Guadarrama-Zugasti, C, Jedlicka, J, Cohn, A, Mendea, VE, Cohen, R, Trujilla, L, Bacon, C y R Jaffe (2007). Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. *Ecosistemas* 16, 13-23.

Harte MJ (1995). Ecology, sustainability, and environment as capital. *Ecological Economics* 15, 157-164.

Iriarte LB, H Forján y Z López (2006). Soja: situación actual y perspectivas del cultivo en el centro -sur de la provincia de Buenos Aires. En: *Carpeta de actualización técnica para profesionales. Cosecha gruesa 2005/06.* (pp. 7-9). Tres Arroyos, Argentina: Ediciones Publicaciones Regionales INTA.

Iriarte LB y OE Valetti (2006). El cultivo de colza en la Argentina. *Aceites y Grasas* XVI (4) N°65, 646-650.

Iriarte LB y OE Valetti (2008). *Cultivo de colza.* C.A. de Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Iriarte LB y ZB López (2014). El cultivo de colza en Argentina. Situación actual y perspectivas. *Actas del 1º Simpósio Latino Americano de Canola*. Passo Fundo, RS, Brasil. 7pp. Recuperado de: http://www.cnpt.embrapa.br/slac/cd/pdf/Iriarte%20%20-%20Desarrollo%20del%20cultivo%20de%20colza%20en%20Argentina....pdf.

Lechenet M, V Bretagnolle, C Bockstaller, F Boissinot, M-S Petit, S Petit y MN Munier-Jolain, (2014). Reconciling pesticide reduction with economic and environmental sustainability in arable farming. *PLoS ONE* 9(6), e97922.

Manlay RJ, C Feller y MJ Swift (2007). Historical evolution of soil organic matter concepts and their relationships with the fertility and sustainability of cropping systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 119, 217-233.

Piedra-Muñoz L, E Galdeano-Gómez y JC Pérez-Mesa (2016). Is sustainability compatible with profitability? An empirical analysis on family farming activity. *Sustainability* 8, doi:10.3390/su8090893, 1-15.

Ponisio LC y PR Ehrlich (2016). Diversification, yield and a new agricultural revolution: problems and prospects. *Sustainability* 8, 1118; doi:10.3390/su8111118.

Sarandón SJ y CC Flores (2014). La agroecología: el enfoque necesario para una agricultura sustentable. En: Sarandón, S. J. y Flores, C. C. (Ed.). *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables.* (pp 42-69). Editorial de la Universidad de La Plata. Argentina. Recuperado de: http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/37280.

Stupino SA., MJ Iermanó, NA Gargoloff y MM Bonicatto (2014). La biodiversidad en los agroecosistemas. En: Sarandón, S. J. y Flores, C. C. (Ed.). *Agroecología: bases teóricas para*

el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. (pp 131-158). Editorial de la Universidad de La Plata. Argentina. Recuperado de: http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/37280.

Zazo, F, Flores CC y SJ Sarandón (2011). El "costo oculto" del deterioro del suelo durante el proceso de "sojización" en el Partido de Arrecifes, Argentina. *Revista Brasileira de Agroecologia* 6, 3-20.

Zentner RP, P Basnyat, SA Brandt, AG Thomas, D Ulrich, CA Campbell, CN Nagy, F Frick, R Lemke, SS Malhi y MR Fernández (2011). Effects of input management and crop diversity on non-renewable energy use efficiency of cropping systems in the Canadian Prairie. *European Journal of Agronomy* 34, 113-123.

CAPÍTULO 10
Uso sustentable del agua entre sistemas familiares y empresariales

María Luz Blandi y Santiago J. Sarandón

Introducción

El agua es imprescindible para la vida, ya que de ella depende la supervivencia de todas las especies y, en consecuencia, su futuro (Boff, 2015). Se encuentra en su mayor parte como agua salada en los océanos y sólo el 0,001% está disponible para el ser humano en forma de agua dulce en ríos, lagos y acuíferos (FAO, 2002). Por lo tanto, hay dos aspectos fundamentales que limitan el uso: su disponibilidad y calidad.

La agricultura es el sector económico de mayor consumo de agua, representando aproximadamente el 70% del agua total utilizada en el mundo, siendo una de las actividades que mayores impactos produce sobre el recurso. Puede producir el deterioro de su calidad debido a la contaminación por la aplicación inadecuada de fertilizantes y otros productos químicos, o, en zonas donde escasea, dejar el recurso indisponible para otras actividades. Sin embargo, los diferentes modelos de agricultura pueden tener diferentes consecuencias sobre este recurso. El grado de intensificación y el tipo de cultivo, tendrían distinta incidencia en la utilización del recurso y en el impacto en la calidad de este. Un uso del agua sustentable deberá conservar o mejorar el recurso, en calidad y cantidad, sin perjudicar al resto de bienes comunes ni poner en compromiso la soberanía alimentaria.

Este es un concepto multidimensional para lo que se necesita una metodología capaz de mantener su propia complejidad pero que, a su vez, permita analizarla y avanzar en la toma de decisiones. Necesitamos transformar este concepto complejo en valores claros y sencillos de interpretar y que permitan sintetizar mucha información, para entenderlo y analizarlo de una forma holística. Esto no es tarea fácil, ya que es necesario entender el concepto a evaluar, objetivar, trasladarlo a la realidad y ponerlo en práctica, es decir, hacerlo medible. Este desafío ha sido abordado con éxito mediante la utilización de la metodología de indicadores para evaluar la sustentabilidad de diferentes sistemas productivos (Abbona *et al* 2007; Nahed, 2008; Astier *et al*, 2011).

En esta ocasión, se aborda el desafío de analizar la utilidad de la metodología para evaluar otro concepto complejo: el uso sustentable del agua aplicándolo a un caso real.

El uso del agua en agroecosistemas cordobeses

En los últimos años, en Latinoamérica, se incorporaron a la producción bajo riego tierras de secano en gran escala. Ello fue posible por el avance tecnológico y porque, en la mayoría de los casos, se facilitó el acceso al agua través de canales de riego y/o por la explotación de acuíferos mediante pozos profundos (Pontes *et al*, 2013). Este avance de la frontera agropecuaria generó fuertes conflictos sociales (Fleitas y Paz, 2012). Numerosos pequeños agricultores sufren la falta de agua a partir de la instalación de estos grandes emprendimientos, ya sea porque les disminuyen los turnos de riego, o porque sus pozos se secan por el gran uso que hacen las empresas agrícolas, muchas veces con pozos más profundos de los que utilizan los agricultores familiares (Rigotto y Freitas, 2015). Además, fueron identificados otros conflictos, como la contaminación de los bienes comunes y los efectos de la contaminación sobre la salud de la población. Ejemplo de esta situación es lo que ocurre en la zona de Traslasierra, Córdoba, Argentina, en donde los agroecosistemas productivos de tipo industrial, principalmente de papa (*Solanum tuberosum)* por su gran utilización de agua, generan una gran competencia y provocan escasez en los agroecosistemas productivos de tipo familiar (Esteve, 2009).

Se considera que los sistemas de agricultura familiar, de base agroecológica, con una mayor diversidad de cultivos hacen un mejor uso de los recursos, entre ellos el agua, que los sistemas más empresariales. La agricultura familiar, a pesar de tener grandes restricciones en relación con la tierra y el agua, y no haber sido favorecida con políticas públicas por décadas, es responsable de gran parte de la producción agrícola destinada al consumo interno (Graziano da Silva, 2015), y como consecuencia, el agua utilizada para la producción se consume en el país en los alimentos producidos y no se exporta.

En este contexto, resulta interesante comparar el uso sustentable del agua entre empresas agrícolas y la agricultura familiar. Confirmar este supuesto brinda información importante para guiar la toma de decisiones que conduzcan a promover sistemas más sustentables.

Metodología

El trabajo se realizó en Traslasierra, provincia de Córdoba, Argentina. Se entrevistaron, como estudio de caso, 4 agricultores: 2 de tipo familiar y 2 empresariales. Los agricultores empresariales tienen entre 170 y 300 hectáreas, que dedican exclusivamente al cultivo de papa, pudiendo rotar en parte con maíz y trigo. El manejo que realizan de los cultivos es en forma convencional, con aplicación de pesticidas y fertilizantes. Los agricultores familiares cuentan con 3 hectáreas de cultivos, en donde realizan, entre 8 y 14 especies por año. El manejo que realizan de los cultivos también es convencional, utilizando pesticidas y fertilizantes.

Construcción de indicadores

Se consideró que un manejo agrícola es sustentable con relación al agua cuando conserva o mejora el recurso, en calidad y cantidad, sin perjudicar al resto de recursos naturales ni ponga en compromiso la soberanía alimentaria. A partir de esta definición, se propusieron los siguientes indicadores:

Cantidad de agua anual utilizada por hectárea

Se calculó el agua total utilizada para todos los cultivos por año según la fórmula:

Agua anual utilizada/ha= m3 de agua anual utilizada para todos los cultivos/has totales del establecimiento.

Eficiencia de uso del agua

Para llegar a este valor se realizó la sumatoria del rendimiento de todos los cultivos realizados en el año y se dividió por el total de agua anual utilizada.

Variedad de nutrientes ofrecidos

Se realizó la sumatoria de minerales y vitaminas que contienen todos los alimentos que se cultiva en cada establecimiento

Lugar de comercialización de los productos

Se tomó en cuenta este indicador para saber si los productos que se cultivan se quedan en la región, y consecuentemente el agua con la que fueron producidos, o existe una transferencia de recursos hacia otros países.

Riesgo potencial por utilización de pesticidas y fertilizantes

Se tuvo en cuenta la cantidad, frecuencia de uso y toxicidad de pesticidas y fertilizantes utilizados por los agricultores.

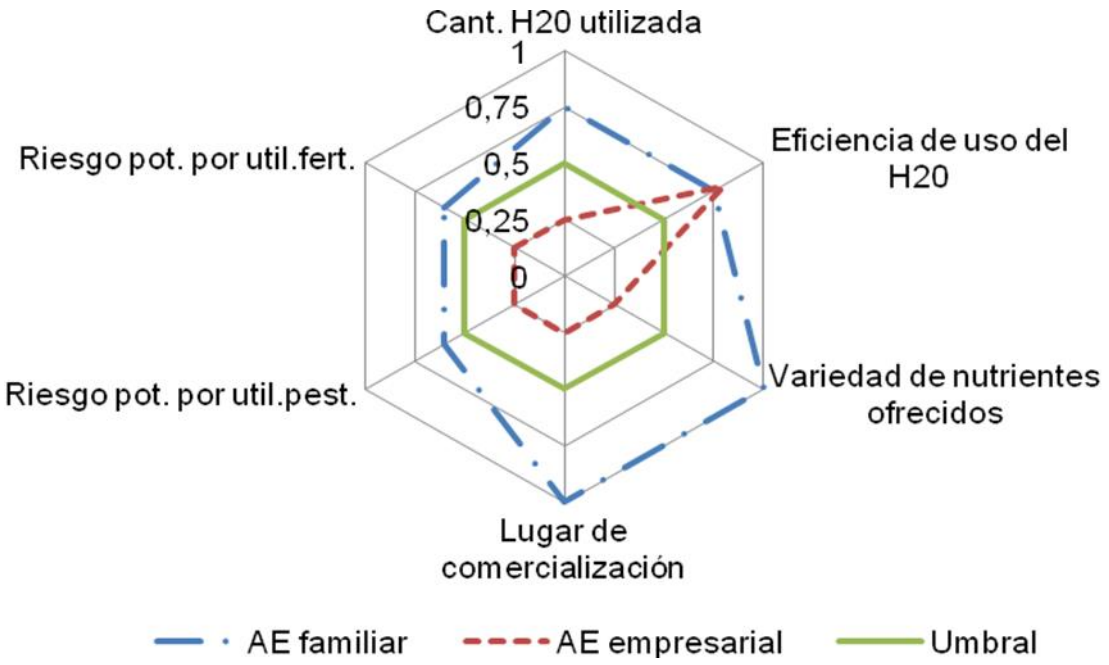
Para permitir la comparación de los modelos de producción y facilitar el análisis de las dimensiones del uso sustentable del agua, los indicadores se estandarizaron, mediante su transformación a una escala de 0 a 1, formada por 5 valores, siendo 1 el mayor valor de uso sustentable y 0 el más bajo. Posteriormente, los indicadores fueron ponderados multiplicando el valor de la escala por un coeficiente de acuerdo con la importancia relativa de cada variable respecto a la sustentabilidad (Sarandón *et al*, 2014). Para el análisis de los resultados y detección de los puntos críticos, se estableció previamente un valor umbral considerando que, por debajo del mismo, el manejo del agua del agroecosistema no cumpliría con los requisitos de sustentabilidad. Los resultados se representaron gráficamente mediante el diagrama tipo tela de araña (Sarandón *et al*, 2014).

Aplicación de indicadores

Los agricultores familiares realizan un manejo más sustentable del agua en comparación con los agricultores empresariales (Figura 1). En la mayoría de las variables analizadas se

observaron mejores resultados en los agricultores familiares que en los empresariales, y ninguna se encontró en una situación crítica. Por el contrario, en los agricultores empresariales se observó la mayoría de los aspectos analizados en una situación crítica.

Figura 10.1: Representación gráfica de indicadores de uso sustentable del agua de agroecosistemas familiares y empresariales de Traslasierra, Córdoba, Argentina.



Línea azul: agroecosistemas familiares; línea roja: agroecosistemas empresariales; línea verde: valor umbral.

Se confirmó que los agricultores familiares utilizan menos agua por hectárea, que los empresariales. Ello se debe al tipo de cultivo que realizan; mientras que los agricultores empresariales realizan principalmente papa, que precisa grandes cantidades de agua por hectárea, los agricultores familiares cultivan gran variedad de especies, que en su mayoría requieren menos cantidad de agua para su cultivo. Un aspecto interesante para analizar es la variedad de nutrientes ofrecidos por cada sistema. Los sistemas familiares ofrecen una gran variedad de nutrientes porque producen muchas especies. Los agroecosistemas empresariales al producir principalmente papa sólo ofrecen los nutrientes de dicha especie. El ofrecimiento de una variedad de nutrientes que garantice la soberanía alimentaria es un aspecto fundamental para la sustentabilidad de los sistemas agrarios (Altieri, 2009). Con relación al lugar de comercialización, los agricultores familiares ubican su producción en mercados locales, en cambio, los agricultores empresariales venden su producción a las industrias, quienes exportan gran parte de los alimentos procesados. En los últimos tiempos, cada vez es más cuestionada la transferencia de recursos que se realiza con la exportación de alimentos, como el agua y los nutrientes, que no es cuantificado ni se toma en cuenta en los análisis económicos y representa

una gran pérdida de recursos naturales (Pengue, 2006). El riesgo potencial de contaminación por la utilización de pesticidas y fertilizantes es menor en los agroecosistemas familiares ya que los utilizan en menor cantidad en comparación con los agroecosistemas empresariales.

El único aspecto en que los agroecosistemas empresariales son levemente mejores que los familiares es en la eficiencia del uso del agua, entendida como los litros de agua que se necesitan para producir 1kg de alimento. Esto se debe a que la papa tiene un alto rendimiento (es un cultivo pesado), y ese valor se incrementa porque los agricultores realizan 2 cosechas por año. En cambio, los agricultores familiares realizan variedad de cultivos, entre ellos varios de hoja, que no llegan a tener el mismo rendimiento que la papa.

Algunas consideraciones sobre los resultados

Durante mucho tiempo, desde las instituciones de investigación y extensión agropecuaria, se consideró que un sistema agropecuario era exitoso sólo si incorporaba los últimos avances tecnológicos. Además, se creía que todos los agricultores debían alcanzar ese ideal (INTA, 2005). Los datos del presente trabajo demuestran que no siempre los avances tecnológicos son sinónimo de éxito. Si bien los agroecosistemas empresariales tienen altos rendimientos, son a costa de una gran utilización de agua, que no es contabilizada en los análisis económicos.

A pesar de la visibilidad que ha tenido la agricultura familiar en los últimos tiempos, todavía es considerada por algunos como un modelo ¨degradado¨ de lo ideal, ineficiente y poco productivo (EMBRAPA, 2006). Sin embargo, cuando se evalúa su forma de producción con relación a objetivos más complejos, como la sustentabilidad o la conservación de los recursos naturales, estos agricultores cuentan con varias ventajas en comparación con los agricultores empresariales. Como lo demuestra este trabajo, los agricultores familiares utilizan menos agua para cultivar que los agricultores empresariales, esta característica es fundamental en un planeta que sólo cuenta con el 0,001% del agua total disponible para el ser humano en forma de agua dulce en ríos, lagos y acuíferos. En este sentido, es necesario tomar conciencia del problema de escases del agua, y optar por sistemas productivos que demanden menos cantidad de agua para producir alimentos (Altieri y Nicholls, 2001).

Además, según los resultados del presente trabajo, los agricultores familiares producen alimentos con gran variedad de nutrientes y son comercializados en el mismo territorio que son producidos, por lo tanto, el agua utilizada y los nutrientes generados no se exportan. Según Pengue (2006), los alimentos contienen una porción relativamente importante de agua en su estructura y han demandado porcentajes muchísimo más altos de este insumo durante el proceso de producción. Por ello, en el caso de los productores empresariales, se produce una gigantesca transferencia de agua y nutrientes, en forma de materias primas, desde nuestro país hacia otros en donde escasea sin estar contabilizada en los costos de producción

Otro dato para resaltar es que los agricultores familiares conservan mejor los bienes comunes, en este caso el agua, en comparación con los agricultores empresariales, ya que utilizan menos

cantidades de pesticidas y en dosis menores. Según Altieri y Nicholls (2012), el modelo tecnológico que impulsa la agricultura moderna se caracteriza por simplificar al máximo los sistemas, prácticamente con sólo el cultivo de interés. En dichos sistemas, al no contar con biodiversidad, se rompen procesos ecológicos esenciales, como la regulación de plagas y enfermedades, la polinización y la descomposición de residuos, por lo tanto, deben ser reemplazados por insumos externos. Además, cuanto más simplificados son los sistemas, más insumos son necesarios para compensar la falta de biodiversidad (IPES-Food, 2016). Este proceso, a su vez, genera resistencia en plagas y enfermedades, lo que lleva a utilizar cada vez dosis mayores de pesticidas. Por el contario, en los sistemas familiares, al contar con diversidad de especies vegetales y animales, se pueden regular varios procesos ecológicos (Kaiser-Bunbury et al., 2017), por lo tanto, esta podría ser una razón que justifica la menor utilización de pesticidas.

Es importante resaltar que las externalidades negativas del modelo agropecuario industrial, como la disminución del contenido de agua de los pozos y la contaminación de recursos naturales por el uso de pesticidas, entre otros, impactan directamente en los agroecosistemas familiares generando una injusticia ambiental, entendiendo como tal, a aquella en donde grandes inversiones y negocios se apropian de los recursos del territorio y concentran ganancia y poder, mientras que las externalidades negativas se distribuyen entre sus trabajadores, habitantes y los ecosistemas (Porto, 2005). Y es especialmente injusta porque son los agricultores familiares quienes producen alimentos de una forma más saludable, racional y que aportan a la soberanía alimentaria de la población, como lo demuestran los casos analizados.

Los datos del trabajo confirman que los agricultores familiares realizan un manejo más sustentable del agua que los empresariales. Estos resultados son esenciales para que los tomadores de decisiones de todos los niveles (locales, regionales y nacionales) implementen políticas para favorecer la agricultura familiar, y así, fomentar agriculturas más sustentables.

Conclusiones

La agricultura industrial cuenta cada vez con más problemas y desafíos complejos, productos del propio enfoque simplista que no permite su visualización. Este capítulo abordó el desafío de la evaluación del uso sustentable del agua, tomando como ejemplo agroecosistemas cordobeses. Se demostró que la metodología de indicadores resultó adecuada porque mantuvo la complejidad, pero permitió desglosarla en partes hasta transformarla en valores claros, medibles y sencillos de interpretar, es decir, los indicadores. Luego, se pudo analizar de una forma holística e integradora. El gráfico tipo tela de araña resultó adecuado para visualizar en forma sencilla los puntos críticos y la comparación entre grupos de agricultores.

Se confirma que la metodología de indicadores es una herramienta flexible y adecuada para abordar temáticas complejas, como el uso sustentable del agua, y contribuir en el entendimiento y funcionamiento de los agroecosistemas.

Referencias

Abbona, E.A., Sarandón, S.J., Marasas, M.E. y Astier, M. (2007). Ecological sustainability evaluation of traditional management in different vineyard systems in Berisso, Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 119, 335- 345.

Altieri, M.A. (2009). Agroecología, pequeñas fincas y soberanía alimentaria. *Ecología Política*, (38), 25-35.

Altieri, M. A., y Nicholls, C. (2001). Agroecología: principios y estrategias para una agricultura sustentable en la América Latina del siglo XXI. Disponible en la página www. agroeco.org.

Altieri, M. Á., & Nicholls, C. I. (2012). Agroecología: única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socioecológica. Agroecología, 7(2), 65-83.

Astier, M, Speelman, E.N., López-Ridaura, S., Masera, O.R. y Gonzalez-Esquivel, C.E. (2011). Sustainability indicators, alternative strategies and trade-offs in peasant agroecosystems: analysing 15 case studies from Latin America. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 9:3, 409-422.

Boff, L. (2015). A água no mundo e sua escassez no Brasil. Disponible en: https://leonardoboff.wordpress.com/2015/02/02/a-agua-no-mundo-e-sua-escassez-no-brasil/.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) (2006). Marco referencial em Agroecología. Grupo de trabajo em agroecología. Brasilia. 74pp. Disponible en: www.embrapa.br/publicacoes/transferencia/marco_ref.pdf/view Esteve, M. (2009). Tierra y agua para poder producir y vivir: El Movimiento Campesino Cordobés. *Revista Theomai,* 20, 186-200.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (2002). Agua y Cultivos: Logrando el uso óptimo del agua en la agricultura. Roma. Disponible en: http://www.fao.org/documents/card/es/c/51ab6f3b-7612-5ed5-9d7f-4c1acafabf68/.

Fleitas, K. y Paz, M. (2012). Problemática del agua e impacto social en las familias campesinas del noroeste cordobés. *Cuadernos de Antropología*. Número especial 39-62.

Graziano da Silva, J. (2015). La agricultura familiar: alimentar al mundo. Disponible en: http://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/260235/. Último acceso: febrero de 2023.

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) (2005) Programa Nacional de investigación y desarrollo tecnológico para la pequeña agricultura familiar. Documento base. International Panel Of Experts On Sustainable Food Systems (IPESFood) (2016). From uniformity to diversity. Coord. Frison E.A. 94 pp.

Kaiser-Bunbury CN, J Mougal, AE Whittington, T Valentin, R Gabriel, JM Olesen y N Blüthgen (2017). Ecosystem restoration strengthens pollination network resilience and function. *Nature*, 542(7640): 223-227.

Nahed, T.J. (2008). Aspectos metodológicos en la evaluación de la sostenibilidad de sistemas agrosilvopastoriles. *Avances en investigación agropecuaria*, 12(3), 3-19.

Pengue, W. (2006). Agua virtual, agronegocio sojero y cuestiones económico ambientales futuras. *Fronteras*, 5(5), 14-25.

Pontes, V.A.G., Gadelha, D., Freitas, B.M.C., Rigotto, R.M., Ferreira y M.J.M. (2013). Os perímetros irrigados como estratégia geopolítica para o desenvolvimento do semiárido e suas implicações à saúde, ao trabalho e ao ambiente. *Ciência & Saúde Coletiva*, 18(11), 3213-3222.

Rigotto, R.M. y Freitas, B.M.C. (2015). Dossier perímetro irrigados. Organizadoras: Rigotto RM & Freitas BMC. Disponible en: http://dossieperimetrosirrigados.net/. Último acceso: julio de 2015

Sarandon, S.J., Flores, C.C., Gargoloff, N.A. y Blandi, M.L. (2014). Análisis y evaluación de agroecosistemas: construcción y aplicación de indicadores. En: Sarandón, Santiago Javier y Flores, Claudia Cecilia (Eds.). *Agroecología. Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. 375-410pp. Disponible en: http://hdl.handle.net/10915/37280

CAPÍTULO 11
Indicadores de Heterogeneidad vegetal y regulación biótica de plagas

Valentina Isabel Fernández

Introducción

El Cinturón Hortícola de La Plata (CHLP), situado al este de la Provincia de Buenos Aires, es el área productiva de mayor relevancia del cinturón hortícola bonaerense, en la que los agricultores familiares representan un alto porcentaje de los productores de la región. La misma se caracteriza por una amplia superficie con cultivos bajo cubierta (García y Kebat, 2008), utilización de grandes cantidades de insumos químicos, simplificación del agroecosistema y pérdida de biodiversidad, con importantes impactos negativos ecológicos, económicos y sociales (Baldini *et al*, 2016). Uno de los principales problemas es la incidencia de plagas y el uso indiscriminado y creciente de pesticidas (Fernández *et al*,2019). En este sentido, se ha detectado que alrededor del 50% de los establecimientos con producción de hortalizas, utilizan al menos un producto de las categorías toxicológicas I y II (extremadamente tóxicos y altamente tóxicos respectivamente) (DPBA, 2015).

Para hacer referencia a la capacidad del agroecosistema para proveer el servicio de control biológico de plagas, se empleará el término potencial de regulación biótica. El potencial de regulación biótica de plagas podría ser estimado a partir de la heterogeneidad vegetal, analizada desde una perspectiva funcional (Fernández, 2021).

Por lo general, se considera que todos los sistemas de producción bajo manejo convencional tienden a simplificar el sistema, con tendencia al monocultivo y eliminación de la vegetación espontánea dentro y fuera del mismo. En este sentido, se ha encontrado que en el CHLP la diversidad vegetal es mayor en los sistemas de manejo orgánicos que en los convencionales (Stupino *et al*, 2007), resultados que se han observado y ratificado en otros trabajos en la zona (Fernández y Marasas, 2015). Es por esto por lo que, en sistemas bajo diferentes tipos de manejo, se presentarían distintas condiciones para promover y restaurar las funciones de la biodiversidad a partir de la heterogeneidad vegetal existente.

Pérez Consuegra (2004) explica los cambios en la abundancia de plagas en los cultivos por medio de dos hipótesis que, por un lado, plantean el vínculo directo entre la heterogeneidad vegetal y la probabilidad de evitar que la plaga se establezca en el cultivo; y, por otro lado, asocian esta diversidad vegetal con la colonización y efectividad de los enemigos naturales. En

esta línea, dos mecanismos se han señalado como responsables del control o regulación de las poblaciones plagas: el “top down” y el “bottom up” (Landis *et al*, 2000). El mecanismo top-down, plantea la regulación a través de un incremento en los mecanismos de control biológico (predación y parasitismo) (Hipótesis de Enemigos Naturales). El mecanismo bottom-up pone énfasis en la vegetación para explicar la abundancia de plagas (Hipótesis de Concentración de recursos).

Entendiendo que estas hipótesis o teorías explican de alguna manera el rol del componente vegetal a la hora de promover y mantener los mecanismos de regulación biótica y favorecer la regulación de plagas, surge la necesidad de contar con una herramienta práctica para aplicar a campo y que permita evaluar el potencial de regulación biótica presente en un agroecosistema. Este potencial de regulación biótica se expresa a través de la biodiversidad funcional. La misma se basa en aquellos componentes de la agrobiodiversidad que influyen en cómo funciona el agroecosistema (Tilman *et al*, 1997 en Schmera *et al*, 2017).

En la región hortícola de La Plata coexisten diferentes sistemas de manejo. Los sistemas convencionales, con alto uso de insumos, pocos cultivos y gran control de la vegetación espontánea y los sistemas bajo manejo agroecológico, donde no se aplican agroquímicos y se tienen mayores niveles de tolerancia a la vegetación espontánea, tanto dentro como fuera de los lotes de cultivo (ambientes seminaturales). Poder comparar los niveles de agrobiodiversidad funcional entre ambos sistemas, sería un avance muy importante, en el camino de buscar soluciones al problema de plagas, desde una perspectiva agroecológica.

La investigación agroecológica debe tener en cuenta la complejidad ecológica, intentando considerar el conjunto de las interacciones (Dubrovsky Beresztein, 2018) que se dan en el agroecosistema. Esto representa un enorme desafío a la hora de poder estudiar los agroecosistemas. Para abordar dicha complejidad, los indicadores han mostrado ser una herramienta apropiada, por ejemplo, en evaluación de la sustentabilidad de agroecosistemas (Sarandón *et al*, 2006). En este sentido se considera que los indicadores pueden ser útiles para evaluar el impacto del manejo del agroecosistema sobre los servicios ecosistémicos que provee la biodiversidad.

Los objetivos que guiaron este trabajo fueron:

-construir un conjunto de indicadores, que permitan predecir, a partir del análisis de la heterogeneidad vegetal, el potencial del sistema para proveer los mecanismos de regulación biótica asociados al control de plagas.

-Comparar a través de los indicadores sistemas de producción sujetos a distintos tipos de manejo.

Metodología

Construcción de Indicadores de Heterogeneidad vegetal

La construcción de los indicadores se realizó utilizando la PROMES (ver capítulo 1). De las tres dimensiones que integran la sustentabilidad de un agroecosistema (ecológico-productiva, sociocultural y económica) los indicadores propuestos se enfocaron en la dimensión ecológico-productiva, en particular en el componente vegetal del agroecosistema como primer nivel trófico en la provisión del servicio de control de plagas.

Los indicadores se construyeron teniendo en cuenta una escala predial. Los mismos se desarrollaron en base a relevamientos previos realizados a campo en fincas de producción hortícola familiar del CHLP (Fernández y Marasas, 2015) con diferente manejo (convencional y agroecológico), y también se basaron en la bibliografía consultada. Se consideraron todos los ambientes del predio productivo, que dieran cuenta de la heterogeneidad vegetal en el sistema: el lote cultivado, el borde de este, y la frontera continua al borde (Marshall y Moneen, 2002). Además, dentro del lote cultivado, se identificaron las franjas en descanso (FD) como otro ambiente particular a evaluar. La frontera (F) del lote cultivado es aquella referida a la barrera entre campos o entre dos tipos diferentes de uso de la tierra, donde pueden encontrarse el estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo. El borde (B), se ubica en los primeros metros lindantes hacia el exterior del cultivo, mayormente herbáceo, pero donde puede registrarse heterogeneidad de alturas dentro de ese estrato. El lote de cultivo (LC) es la porción de terreno con los cultivos en crecimiento. La franja en descanso (FD) está constituida por surcos de cultivos ya cosechados en los que se mantiene o no el rastrojo durante cierto tiempo, en función de decisiones de manejo, y en cuya superficie crecen variadas especies vegetales (Fernández *et al*, 2014).

Para el desarrollo de los indicadores, se organizaron dos categorías. Una de ellas (A) agrupa a los indicadores relacionados al control “Botton up”, y la otra (B) a aquellos vinculados al control “Top down” de plagas. De cada categoría de análisis se desprendieron subcategorías, descriptores e indicadores, que permitieron organizar y analizar con mayor profundidad los aspectos relevantes de la heterogeneidad vegetal, vinculados a los mecanismos atrayentes y disuasivos de plagas. En estos niveles de análisis fue necesario organizar las variables en procedimientos o fórmulas que expliquen su vinculación. Como las variables se expresan en distintas unidades, se las estandarizó, mediante una escala del 0 al 4 con el criterio de darle el mayor valor (4) a lo más favorable. Los indicadores se ponderaron según su importancia relativa. Para esto se multiplicó el valor de la escala de cada indicador por un coeficiente en base a la importancia asignada a cada uno en el servicio ecológico mencionado. Las ponderaciones se realizaron solo al nivel de los indicadores.

Implementación de indicadores a campo

Se evaluaron dos fincas de producción hortícola de tipo familiar del CHLP (provincia de Buenos Aires, Argentina), con diferentes manejos: convencional y de base agroecológica. Ambas fincas se localizan en la zona del Parque Pereyra Iraola del Cinturón mencionado, motivo por el cual la vegetación circundante a estas es similar.

El manejo convencional se caracteriza por un alto uso de agroquímicos de gran poder de control y persistencia (plaguicidas, fungicidas y herbicidas) aplicados de manera preventiva y bajo calendario, sin monitoreos previos. Además, los productores que realizan este tipo de manejo compran la totalidad de las semillas y plantines que utilizan. En el manejo de base agroecológica, no se realiza aplicación de agroquímicos. Los productores que realizan manejo agroecológico eventualmente realizan preparados caseros, orgánicos, para responder ante alguna plaga o enfermedad. Ellos compran las semillas y plantines para la producción de ciertos cultivos, pero también guardan semillas y producen sus propios plantines de algunas variedades.

Resultados

Se propusieron 22 indicadores, organizados en 2 categorías vinculadas a los mecanismos de control “Botton up” y “Top down” de plagas. Se observaron diferencias entre sistemas de manejo tanto en el potencial de regulación biótica en general como en las dos categorías (Top down y Bottom up) analizadas. Se observó que la Heterogeneidad vegetal funcional a la regulación biótica de plagas fue mayor en el sistema de manejo agroecológico que en el convencional.

Marco conceptual y metodológico para la construcción de los indicadores que permitieron evaluar el potencial de regulación biótica a partir de la heterogeneidad vegetal

Los indicadores de heterogeneidad vegetal se organizaron en 2 categorías. Una de ellas agrupa a los indicadores relacionados al control Top down de plagas (Categoría A) y la otra a aquellos vinculados al control Botton up de plagas (Categoría B). Se buscó que los indicadores sean relativamente sencillos de relevar, de manera tal que no requieran de un especialista.

En la tabla 11.1 se expresa en forma sintética la organización y desagregación de las categorías hasta obtener los indicadores. Para cada situación se describe la fórmula con la cual se construye.

A continuación, se fundamenta la concepción de cada categoría, subcategoría y descriptor, así como también se detallan las escalas construidas para cada indicador de Heterogeneidad vegetal. Para aquellos indicadores complejos*, formados por más de una variable, se incluye la ponderación de dichas variables, y la fórmula para calcular el valor final del indicador.

Categoría A. Heterogeneidad Vegetal favorable a los enemigos naturales (HVEN): para promover la presencia y actividad de los enemigos naturales, es necesario que posean fuentes

de alimento en todos sus estadíos, y hábitats favorables para su permanencia, hibernación, ovoposición y protección. Las 2 subcategorías de esta categoría se organizaron en función de las características de la vegetación necesarias para cada uno de los grupos de enemigos naturales más representativos, principalmente parasitoides y predadores.

Tabla 11.1: Categorías, subcategorías, descriptores e indicadores de Heterogeneidad Vegetal.

<table>
<tr><th>Categoría</th><th>Subcategoría</th><th>Descriptor</th><th>Indicador</th></tr>
<tr><td rowspan="6">A. Patrones de Heterogeneidad Vegetal favorables a los enemigos naturales (Control Top down) = (A1 + A2)/2</td><td rowspan="6">A1) Disponibilidad de Polen y Néctar = (I + II + III) / 3</td><td rowspan="2">I. Flores en ambientes seminaturales asociados al LC = (ax2 + b) /3</td><td>a) Flores en Borde</td></tr>
<tr><td>b) Flores en Frontera</td></tr>
<tr><td rowspan="2">II. Flores en el LC = (cx2 + d) /3</td><td>c) Flores de vegetación espontánea en LC</td></tr>
<tr><td>d) Flores de vegetación cultivada: % de superficie con cultivos que florecen antes de cosecha</td></tr>
<tr><td>III. Distribución espacial de flores</td><td>e) Nº de Ambientes del agroecosistema en los que se registran flores</td></tr>
<tr><td rowspan="14"></td><td rowspan="14">A2) Disponibilidad de nichos para refugio, reproducción, y alimentación de predatores = (IV+ V+ VI) / 3</td><td rowspan="3">IV. Heterogeneidad vegetal en ambientes seminaturales del agroecosistema = (f + g + h) /3</td><td>f) Heterogeneidad vegetal en Borde</td></tr>
<tr><td>g) Heterogeneidad vegetal en Frontera</td></tr>
<tr><td>h) Diversidad Natural circundante</td></tr>
<tr><td rowspan="8">V. Heterogeneidad vegetal en el LC = (ix2 + j + kx2 + l + m + n) /8</td><td>i) Franjas en Descanso: porcentaje de la superficie del lote de cultivo en descanso</td></tr>
<tr><td>j) Riqueza de cultivos</td></tr>
<tr><td>k) Nº familias de cultivos</td></tr>
<tr><td>l) EF de cultivos</td></tr>
<tr><td>m) Cobertura vegetal en LC</td></tr>
<tr><td>n) Cultivos perennes</td></tr>
<tr><td rowspan="2">VI. Interacción amb. seminatural-LC= (o + p) /2</td><td>o) Relación perímetro/área</td></tr>
<tr><td>p) Distancia del borde al Centro del Lote cultivado</td></tr>
<tr><td colspan="2">B. Heterogeneidad vegetal funcional a la disuasión de plagas (Control Bottom up) = (VII + VIII + IX + X) / 4</td><td>VII. Barreras mecánico-físicas = (q + r) /2</td><td>q) Barrera física en ambientes seminaturales aledaños al LC</td></tr>
<tr><td colspan="4">r) Barrera física en el LC</td></tr>
<tr><td colspan="2">VIII. Barreras disuasivas (visuales y/o químicas, no físicas) = (s + t + u) /3</td><td colspan="2">s) Diversidad de cultivos</td></tr>
<tr><td colspan="4">t) Intercalado de cultivos</td></tr>
<tr><td colspan="4">u) Especies aromáticas en el lote de cultivo y/o ambientes aledaños</td></tr>
</table>

IX. Heterogeneidad temporal	v) Rotaciones
X. Variedades botánicas locales	w) Nº de variedades locales cultivadas

En cada categoría, subcategoría y descriptor se indica en la Tabla la fórmula con la cual se calculan. En las fórmulas para la obtención del valor de cada descriptor, está expresada la ponderación que se le ha dado a cada indicador.

Subcategoría A1. Disponibilidad de Polen y Néctar: Las flores son las proveedoras de polen y néctar, alimento de los adultos parasitoides y de algunos estadios de depredadores (Alomar y Albajes, 2005). Los enemigos naturales pueden encontrar este recurso en las flores de las plantas cultivadas, en las plantas silvestres florecidas que se asocian a los cultivos, en la vegetación de los bordes y las fronteras, así como también en las plantas florecidas que crecen y se desarrollan en otros ambientes circundantes (Long *et al*, 1999 en Vázquez Moreno *et al*, 2008).

Descriptor I. Flores en ambientes seminaturales

La presencia de especies en flor en ambientes asociados al LC, como el Borde (B) y la Frontera (F), proveen de recursos necesarios para la alimentación de ciertos enemigos naturales, y resultan especialmente importantes cuando estos recursos no están presentes en el LC, o cuando las condiciones ambientales en el LC no son apropiadas (por ej. en el momento de aplicación de agroquímicos).

Este descriptor comprende 2 indicadores: **Flores en el Borde** y **Flores en la Frontera**. Ambos son indicadores complejos*, que resultan de las variables Riqueza de especies en flor, Abundancia de flores, Presencia/ausencia Familias Apiaceae, Fabaceae, Asteraceae (Brassicaceae, Lamiaceae y Boraginaceae) y Colores de Flores (Tabla 11.2)

Tabla 11.2: Indicadores para el Descriptor I (flores en ambientes naturales)

Indicadores		Escala de valoración
a) * Flores en Borde = (a1 + a2 x 3 + a3 x 2 + a4) /7	a1) Riqueza de especies en flor en el Borde	(0): hasta 1 especie en flor; (2): más de 1 y hasta 4 especies en flor; (4): más de 4 especies en flor
	a2) Abundancia de flores en el Borde (en base a escala abundancia/cobertura de Braun Blanquet)	(0): 0%; (1): entre mayor a 0%y menor a 2%; (2): entre 2% y menor del 5%; (3): entre 5% y menor del 10%; (4): 10% ó mayor
	a3) Presencia/Ausencia de familias Asteraceae, Fabaceae y Apiaceae (Borraginaceae, Brassicaceae, Lamiaceae) en el Borde	(0): Ausencia Apiaceae, Fabaceae, Asteraceae; (1): Presencia de 1 de las tres familias; (2): Presencia de 2 de las tres familias; (3): Presencia de las 3 familias; (4): Presencia de las 3 familias más Brassicaceae y/o Boraginaceae y/o Lamiaceae.
	a4) Colores de flores en el Borde	(0): Ausencia de flores, ningún color; (1): Flores de 1 color; (2): Flores de 2 colores; (3): Flores de 3 colores
b) * Flores en Frontera = (b1 + b2 x 3 + b3 x 2 +b4) /7	b1) Riqueza de especies en flor en la Frontera	(0): entre 0 y menos de 4 especies en flor; (2): entre 4 y menos de 8 especies en flor; (4): 8 ó más especies en flor
	b2) Abundancia de flores en la Frontera (en base a escala	(0): 0 %; (1): entre mayor a 0% y menor a 2%; (2): entre 2% y menor del 5%; (3):

	abundancia/cobertura de Braun Blanquet)	entre 5% y menor del 10%; (4): 10% ó mayor
	b3) Presencia/Ausencia de familias Asteraceae, Fabaceae y Apiaceae (Borraginaceae, Brassicaceae, Lamiaceae en la Frontera	(0): Ausencia Apiaceae, Fabaceae, Asteraceae; (1): Presencia de 1 de las tres familias; (2): Presencia de 2 de las tres familias; (3): Presencia de las 3 familias; (4): Presencia de las 3 familias más Brassicaceae y/o Boraginaceae y/o Lamiaceae.
	b4) Colores de flores en la Frontera	(0): Ausencia de flores, ningún color; (1): Flores de 1 color; (2): Flores de 2 colores (3): Flores de 3 colores; (4): Flores de 4 o más colores

Descriptor II. Flores en el Lote Cultivado

Las flores del lote cultivado pueden pertenecer tanto a la vegetación espontánea como a los cultivos. Se ha registrado que en las parcelas de mayor diversidad de especies vegetales con flor se desarrolló una mejor relación enemigo natural-plaga, que en las parcelas monoespecíficas (Lizardi, 2006).

Este descriptor está compuesto por dos indicadores: Flores de vegetación espontánea en LC, un indicador complejo* que resulta de las variables Riqueza de especies en flor, Abundancia de flores, Presencia/ausencia Familias Apiaceae, Fabaceae, Asteraceae (Brassicaceae, Lamiaceae y Boraginaceae) y Colores de Flores. Y el indicador Flores de la vegetación cultivada= Porcentaje de superficie con cultivos que florecen antes de cosecha (Tabla 11.3)

Tabla 11.3: Indicadores para el Descriptor II (flores en lote cultivado)

Indicadores		Escala de valoración
c)* Flores de vegetación espontánea en LC = (c1 + c2 x 3 + c3 x 2 +c4)/7	c1) Riqueza de especies de vegetación espontánea en flor en LC	(0): desde 0 hasta 2 especies en flor; (2): más de 2 y hasta 4 especies en flor; (4): más de 4 especies en flor
	c2) Abundancia de flores de vegetación espontánea en LC (en base a escala abundancia/cobertura de Braun Blanquet)	(0): 0 %; (1): mayor a 0% y menor a 2%; (2): entre 2% y menor del 5%; (3): entre 5% y menor del 10%; (4): 10% ó mayor
	c3) Presencia/Ausencia de familias Asteraceae, Fabaceae y Apiaceae (Borraginaceae, Brassicaceae, Lamiaceae) de vegetación espontánea en LC	(0): Ausencia Apiaceae, Fabaceae, Asteraceae; (1): Presencia de 1 de las tres familias; (2): Presencia de 2 de las tres familias; (3): Presencia de las 3 familias; (4): Presencia de las 3 familias más Brassicaceae y/o Boraginaceae y/o Lamiaceae.
	c4) Colores de flores de vegetación espontánea en LC	(0): Ausencia de flores, ningún color; (1): Flores de 1 color; (2): Flores de 2 colores (3): Flores de 3 colores; (4): Flores de 4 o más colores
d) Flores de vegetación cultivada: % de superficie con cultivos que florecen antes de cosecha		(0): 0%; (1): mayor a 0% y menor a 15%; (2): entre 15% y menor a 25%; (3): entre 25% y menor del 50%; (4): 50% ó mayor

Descriptor III. Distribución espacial de Flores

La distribución de las flores en el agroecosistema ya sea que estén presentes en el lote de cultivo y/o también en los ambientes asociados como los bordes y fronteras, crean distintas condiciones de hábitat favorables a los insectos benéficos (Nicholls y Altieri, 2013). El indicador para este descriptor es el Número de Ambientes del agroecosistema en los que se registran flores (Tabla 11.4).

Tabla 11.4: Indicadores para el Descriptor III (distribución espacial de flores)

Indicadores	Escala de valoración
e) Nº de Ambientes del agroecosistema en los que se registran flores	(0): Ausencia de flores en todos los ambientes; (2): Presencia de flores solo en los ambientes seminaturales o solo en el Lote cultivado; (4): Presencia de flores en todos los ambientes

Subcategoría A2. Disponibilidad de Nichos para refugio, reproducción y alimentación de predadores.

Para garantizar la presencia de predadores generalistas y especialistas en el agroecosistema, es necesaria la presencia de nichos para proveerles de refugio, condiciones para su reproducción y provisión de alimento. Esto se logra con la existencia de ambientes, que provean de hábitats favorables para que dichos predadores permanezcan en el sistema. Los predadores pueden encontrar condiciones aptas para su desarrollo, en los ambientes asociados al lote de cultivo, como así también en el propio lote cultivado (según el manejo que se realice en el mismo).

Descriptor IV. Heterogeneidad vegetal en ambientes seminaturales del agroecosistema asociados al LC

En estos ambientes se da la presencia de diversos tipos de parches, con vegetación espontánea o con vegetación implantada (ej. cortinas forestales, cercos vivos), lo cual posibilita la presencia de diferentes microhábitats dentro de un paisaje más uniforme. Estos ambientes con distinto tipo de vegetación albergan presas/hospederos para los enemigos naturales, proporcionando recursos estacionales y cubriendo brechas en los ciclos de vida de insectos entomopatógenos (Altieri y Whitcomb, 1979 en Nicholls, 2006). En cuanto a la diversidad estructural de la vegetación en estos ambientes, se tiene en cuenta la estructura vertical (número y/o naturaleza de los estratos verticales), ya que estos, con diferentes grados de exposición a la luz del sol, humedad y temperatura, son los que dan heterogeneidad de ambientes para los distintos requerimientos de los enemigos naturales predatores.

Este descriptor está compuesto por tres indicadores: **Heterogeneidad vegetal en el Borde**, el cual es un indicador complejo* que resulta de las variables Estratos verticales en el Borde,

Riqueza de especies en el Borde y Cobertura vegetal en el borde; **Heterogeneidad vegetal en la Frontera**, indicador complejo* que resulta de las variables Estratos verticales en la Frontera y Riqueza de especies en la Frontera; y el indicador **Diversidad natural circundante** (Tabla 11.5).

Tabla 11.5: Indicadores para el Descriptor IV (Heterogeneidad vegetal en ambientes seminaturales del agroecosistema asociados al LC)

Indicadores		Escala de valoración
f) * Heterogeneidad vegetal en Borde= (f1 + f2 + f3) /3	f1) Het. Vertical en borde (estratos cada 25 cm)	(1): Bordes con 1 estrato de vegetación espontánea; (2): Bordes con 2 a 3 estratos de vegetación espontánea; (3): Bordes con 4 a 6 estratos de vegetación espontánea; (4): Bordes con más de 6 estratos de vegetación espontánea
	f2) Riqueza de sp. en borde	(0): 0 a 5 especies; (2): 6 a 11 especies; (4): 12 especies ó más
	f3) Cobertura veg. en borde	(0): 0%-15%; (1): 15%-25%; (2): 25%-50%; (3): 50%-75%; (4): ≥75%
g) * Heterogeneidad vegetal en Frontera = (g1 + g2) /2	g1) Het. Vertical en frontera (estratos)	(0): Solo estrato herbáceo; (1): Estrato herbáceo y arbustivo o arbóreo de especie exótica; (2): Estrato herbáceo y arbustivo o arbóreo de especie nativa; (3): Estrato herbáceo, arbustivo y arbóreo de especie solo exótica; (4): Estrato herbáceo, arbustivo y arbóreo de especie nativa
	g2) Riqueza de sp. en frontera	(0): entre 0 y 4 especies; (1): entre 5 y 9 especies; (2): entre 10 y 14 especies; (3): entre 15 y 19 especies; (4): 20 especies ó mas
h) Diversidad Natural circundante		(0): Rodeado por caminos, calles, autopistas, invernáculos o monocultivos al aire libre con manejo convencional; (2): Rodeado al menos en un lateral por vegetación natural o seminatural; (4): Rodeado al menos en un 50% de los laterales por vegetación natural o seminatural.

Descriptor V. Heterogeneidad vegetal en el Lote Cultivado

En el lote cultivado se puede recrear heterogeneidad a partir de la diversidad de la vegetación cultivada, de la cobertura vegetal y la disposición de la vegetación espontánea, lo que redundará en la diversidad de hábitats para la presencia de predadores. Este descriptor está compuesto por seis indicadores: **Superficie del lote de cultivo en descanso** (franjas o surcos en descanso), **Cobertura vegetal, Número de cultivos, Número de familias botánicas de los cultivos, Estados Fenológicos (EF) de los cultivos y Cultivos perennes** (Tabla 11.6).

Tabla 11.6: Indicadores para el Descriptor V (Heterogeneidad vegetal en el Lote Cultivado)

Indicadores	Escala de valoración
i) Franjas en Descanso: porcentaje de la superficie del lote de cultivo en descanso	(0): 0% - 4% de la superficie del lote (1): 5% al 9% de la superficie del lote (2): 10% al 14% de la superficie del lote (3): 15% al 19% de la superficie del lote (4): ≥al 20% de la superficie del lote.
j) Riqueza de cultivos	(0): 1 cultivo; (1): 2 a 4 cultivos; (2): 5 a 7 cultivos; (3): 8 a 10 cultivos; (4): Mas de 10 cultivos
k) Nº familias de cultivos	(0): 1 familia botánica (1): 2 a 3 familias botánicas (2): 4 familias botánicas (3): 5 a 6 familias botánicas (4): 7 o más familias botánicas
l) Estados Fenológicos de los cultivos (EF)	(0): 1 EF; (2): 2 EF; (4): 3 o más EF
m) Cobertura vegetal en LC	(0): Entre 0% y 15% del lote cultivado (1): Entre15% y 25% del lote cultivado (2): Entre 25% y 50% del lote cultivado (3): Entre 50% y 75% del lote cultivado (4): Mayor a 75% del lote cultivado.
n) Cultivos perennes	(0): Ausencia de cultivo perenne (2): Cultivo perenne fuera del LC, a una distancia ≤ a 50 mts del LC (4): Cultivo perenne dentro del LC.

Descriptor VI. Interacción ambiente seminatural-lote de cultivo

La relación perímetro/área en el lote de cultivo influye en las poblaciones de insectos depredadores (Osman *et al*, 2001 en Muriel y Vélez, 2004). A mayores tasas de relación perímetro/área, se espera mejor acceso de los enemigos naturales al control de las poblaciones plaga, dado por la distancia que se mueven los depredadores desde los bordes hacia las áreas de cultivo. Los indicadores para este descriptor son la **Relación Perímetro área** y la **Distancia del borde al centro del Lote cultivado** (Tabla 11.7).

Tabla 11.7: Indicadores para el Descriptor VI (Interacción ambiente seminatural-lote de cultivo)

Indicadores	Escala de valoración
o) Relación perímetro/área	(0): menor a 0,02 m/m²; (1): de 0,02 m/m² a menor a 0,04 m/m²; (2): de 0,04 m/m² a menor a 0,06 m/m²; (3): de 0,06 m/m² a menor a 0,08 m/m²; (4): 0,08 m/m² o mayor
p) Distancia del borde al Centro del Lote cultivado	(0): igual o mayor a 50mts.; (2): entre mayor a 20mts. y menor a 50mts.; (4): igual o menor a 20 mts.

Categoría B. Heterogeneidad Vegetal funcional a la disuasión de plagas

Para evitar que los herbívoros (potenciales plagas) se establezcan en el cultivo de manera tal que su reproducción y alimentación sobre este supere el umbral de daño, se necesitan tener diversas estrategias como barreras disuasivas que impidan o limiten el arribo de estas (Vázquez Moreno *et al*, 2008). Los efectos disuasivos se pueden dar ya que, al aumentar la diversidad de plantas, se reduce la ocurrencia de plagas inmigrantes por efectos de barrera física, confusión (color, olor), por efecto de reducción en la concentración del recurso, y, por lo tanto, de fuentes de infestación (Vázquez, 2004 en Vázquez Moreno *et al*, 2008). La rotación de cultivos posee efectos disuasivos sobre ciertas plagas.

Descriptor VII. Barreras Mecánico-físicas

Las barreras mecánico-físicas son aquellas que impiden o limitan el arribo de las plagas por efecto de la estructura de la vegetación, constituyendo obstáculos físicos para el desplazamiento de estas, principalmente aquellas que se dispersan por el viento: áfidos, trips, ácaros. Las barreras físicas pueden estar formadas por vegetación cultivada o espontánea; arbórea, arbustiva o herbácea, entre 1,5 mts. o mayor (Bergelson y Kareiva, 1987). Este descriptor está compuesto por dos indicadores: **Barrera física en Ambientes seminaturales aledaños al LC** (un indicador complejo*, que resulta de las variables Distancia de la Barrera vegetal al borde del Lote cultivado y Número de estratos vegetales de la barrera) y **Barrera física en el Lote Cultivado=** Nº y disposición de hileras con características de barrera física (Tabla 11.8).

Tabla 11.8: Indicadores para el Descriptor VII (Barreras Mecánico-físicas)

Indicadores		Escala de valoración
q) * Barrera física en ambientes seminaturales aledaños al LC = (q1 + q2) /2	q1) Distancia de la barrera vegetal al borde del LC	(0): más de 5 mts.; (2): entre más de 3 mts. y hasta 5mts.; (4): 3 mts. ó menos
	q2) Nº estratos veg. de la barrera	(0): Frontera y/o bordes solo con estrato herbáceo; (2): Frontera y/o bordes con estrato herbáceo y arbustivo o arbóreo; (4): Frontera y/o bordes con estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo.
r) Barrera física en el LC: N° y disposición de hileras con característica de barrera física		(0): Ausencia de hilera de cultivo y/o de vegetación espontánea con características de barrera física; (1): 1 hacia el centro del LC; (2): 1 cercana a un borde del LC; (3): 2 o más intercaladas dentro del lote; (4): 2 o más cercanas a los bordes del LC

Descriptor VIII. Barreras disuasivas (visuales y/o químicas, no físicas) de plagas

Son aquellas que actúan a partir de aromas y colores distractivos, repelentes y de enmascaramiento. Son importantes ya que los insectos se desenvuelven en su medio ambiente respondiendo a una diversidad de señales o estímulos visuales y químicos. Los aromas de ciertas plantas pueden afectar la dinámica de búsqueda de algunas plagas (Altieri, 1999), al provocar enmascaramiento de las plantas hospederas, confusión y/o repelencia; ocasionándoles

inconvenientes en la invasión de los cultivos. Los policultivos crean un ambiente químico y visual que genera resistencia a los herbívoros (Pérez y Marasas, 2013) planteado en la "Hipótesis de Resistencia Asociacional". De allí que una alta diversidad de cultivos, su disposición intercalada en hileras o surcos, así como la asociación benéfica entre cultivos, son elementos que contribuyen en este sentido.

Este descriptor está compuesto por tres indicadores: **Diversidad de Cultivos** (indicador complejo que resulta de las variables Número de cultivos, Número de familias de cultivos y Número de estados fenológicos -EF-)**, Intercalado de cultivos** y **Especies aromáticas** (Tabla 11.9)

Tabla 11.9: Indicadores para el Descriptor VIII (Barreras disuasivas visuales y/o químicas de plagas)

Indicadores	Escala de valoración
s) Diversidad de cultivos Índice Diversidad de Cultivos= [(Nº cultivos) x1 + (Nº familias botánicas de los cultivos) x2 + (Nº EF) x1] / 4	(0): entre 0 y menor a 3; (2): entre 3 y menor a 6; (4): 6 o mayor
t) Intercalado de cultivos	(0): Ausencia de cultivos intercalados; (1): Hasta 2 cultivos intercalados en hileras o surcos; (2): Entre 3 y 4 cultivos intercalados en hileras o surcos; (3): Entre 5 y 6 cultivos intercalados en hileras o surcos; (4): Más de 6 cultivos intercalados en hileras o surcos
u) Especies aromáticas en el lote de cultivo y/o ambientes aledaños	(0): Ausencia de especies aromáticas; (1): Aromáticas en ambientes aledaños al LC a más de 10 mts del mismo; (2): 1 hilera/franja de aromáticas en el LC; (3): Mas de 1 hilera/franja de aromáticas cultivadas en el LC; (4): Aromáticas en LC y ambientes aledaños a menos de 10 mts del LC.

Descriptor IX. Heterogeneidad temporal

En los agroecosistemas donde se realizan rotaciones se pueden esperar bajos potenciales de plagas (Altieri, 1999), ya que los cultivos rotativos interfieren en los ciclos de vida de estas (Altieri y NIcholls, 2012). Además, los residuos de un cultivo pueden promover la actividad de organismos antagónicos de plagas para el cultivo siguiente (Gliessman, 2002 en Perez y Marasas, 2013). El indicador para este descriptor es **Rotaciones de cultivos** (Tabla 11.10).

Tabla 11.10: Indicadores para el Descriptor IX (Heterogeneidad temporal)

Indicadores	Escala de valoración
v) Rotaciones	(0): No realiza rotaciones; (1): Realiza rotaciones eventualmente, no todas las campañas de siembra; (2): Hay rotaciones casuales no planificadas; (3): Realiza rotaciones planificadas en función de no repetir cultivos; (4): Realiza rotaciones planificadas teniendo en cuenta las plagas de los cultivos y relación con organismos patógenos.

Descriptor X. Variedades botánicas locales

Las variedades locales, adaptadas a las características edafoclimáticas de la región (Garat *et al*, 2007) son más resistentes a las plagas y enfermedades. Entre las poblaciones de hortalizas locales identificadas en el CHLP, se encuentran, acelga cultivar "penca verde", ají "diablito", ají morrón; ají "putito"; ají vinagre; alcaucil "ñato" (3 poblaciones); apio "fajado" (varias poblaciones); brócoli "italiano" "criollo" o "calabrés"; cardo blanco; cebolla inverniz, grillo nabo; hinojo "platense" (dos poblaciones); nabiza; sandía ("cuarentina"); tomate platense (8 poblaciones); Zapallos de Angola, Turco, inglés, de tronco (Garat *et al*, 2009), hinojo de cabeza gigante (Hurrel *et al*, 2009). El indicador para este descriptor es **Número de variedades locales cultivadas** (Tabla 11.11).

Tabla 11.11: Indicadores para el Descriptor X (Variedades botánicas locales)

Indicadores	Escala de valoración
w) Nº de variedades locales cultivadas	(0): Ninguna variedad local; (1): 1 variedad local; (2): Entre 2 y 3 variedades locales; (3): Entre 4 y 5 variedades locales; (4): Mas de 5 variedades locales.

Implementación de los indicadores a campo

Se presentan los resultados de la implementación de los indicadores en 2 establecimientos productivos hortícolas, 1 de manejo agroecológico y 1 con manejo convencional.

A partir de la aplicación de los indicadores a campo, se detectaron importantes diferencias en el potencial de regulación biótica entre los sistemas de manejo evaluados, tanto en general como en sus dos dimensiones (Top down y Bottom up) analizadas.

En la Tabla 11.12 se detallan los valores obtenidos para las subcategorías A.1 y A.2, categorías A y B, y el valor de la Heterogeneidad Vegetal funcional a la regulación biótica de plagas total, para cada sistema de manejo. Los mayores valores de potencial de regulación

biótica se observaron en el sistema de manejo agroecológico, al igual que para las categorías A y B respectivamente.

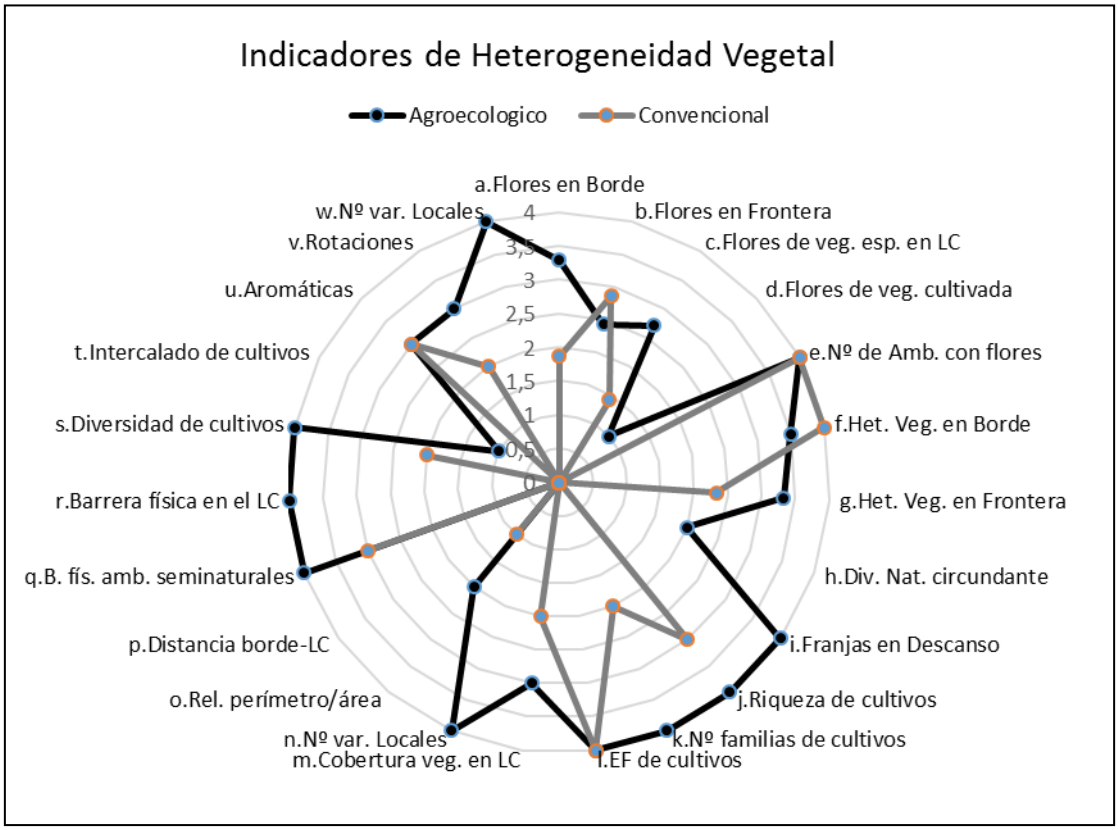
Para tener una mirada general de todos los indicadores de las categorías A y B, se generó el gráfico representado en la Figura 11.1 a partir del cual se pueden comparar los 2 sistemas de manejo evaluados

Tabla 11.12. Valores resultantes de la suma ponderada de todos los indicadores, para la Categoría A (Top down) y sub categorías A1 (Disponibilidad de Polen y Néctar) y A2 (Disponibilidad de Nichos para refugio, reproducción y alimentación de predatores); Categoría B (Bottom up), y totales.

Sistema de manejo	Sub Cat. A1	Sub Cat. A2	Categoría A Control Top down	Categoría B Control Bottom up	Heterogeneidad Vegetal funcional a la regulación de plagas
Convencional	2,38	1,41	**1,90**	**1,29**	**1,59**
Agroecológico	3,05	2,45	**2,75**	**3,42**	**3,08**

.

Figura 11.1. Gráfico de telaraña con el conjunto de indicadores de las categorías A "Heterogeneidad Vegetal favorable a los enemigos naturales" y B "Heterogeneidad Vegetal funcional a la disuasión de plagas" obtenidos para los sistemas de manejo agroecológico (AE), y convencional (Conv).



Se observa que, para la mayoría de los indicadores, los valores son mayores en el sistema agroecológico respecto al convencional. Solo en dos indicadores los valores en el sistema convencional superaron al agroecológico: Flores en Frontera (2,86 y 2,43 respectivamente), y Heterogeneidad vegetal en el borde (4 y 3,5 respectivamente), aunque los valores fueron cercanos entre ambos. Por otra parte, en 4 de los indicadores relevados, no se observaron diferencias entre los sistemas de manejo: Número de ambientes con flores, EF de los cultivos, Distancia del borde al centro del LC y Especies aromáticas en LC y/o ambientes aledaños.

Conclusiones

Los indicadores propuestos, basados en el análisis de la heterogeneidad vegetal desde una perspectiva funcional, constituyen una herramienta muy práctica, ya que permiten evaluar el potencial de regulación biótica de plagas en sistemas de producción hortícola familiar. De esta manera conceptos complejos como los mecanismos "Bottom-up" y "Top down" pueden analizarse a partir de valores precisos y medibles. Los indicadores, como resultado de su

medición a campo, muestran cómo dichos mecanismos pueden traducirse en variables concretas y cuantificables (Fernandez *et al*, 2019, p .13). Trabajar sobre el componente vegetal de los establecimientos hortícolas familiares, para promover los mecanismos de regulación de plagas de los agroecosistemas, es una opción apropiable por los agricultores.

Además, estos indicadores permiten identificar los aspectos a modificar o mejorar en relación con el componente vegetal para optimizar los mecanismos de regulación de plagas, posibilitando la orientación de prácticas de manejo.

Consolidar los mecanismos de regulación biótica de plagas en los agroecosistemas, permitirá reducir paulatinamente hasta suprimir la aplicación de plaguicidas de síntesis química, aspecto necesario para la producción de base agroecológica.

Referencias

Alomar O y R Albajes (2005). Control Biológico de Plagas: Biodiversidad Funcional y Gestión del Agroecosistema. Biojournal.net 1: 1-10.

Altieri MA (1999). Agroecología. Bases Científicas para una Agricultura Sustentable. Ed. Nordan–Comunidad. Montevideo-Uruguay. ISBN: 9974-42-052-0, 338 pp.

Altieri MA y CI Nicholls (2012). Agroecología: única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socioecológica. Universidad de Murcia. Revista Agroecología 7 (2):65-83.

Baldini C, ME Marasas, PE Palacios y AA Drozd (2016). Territorio en movimiento: Análisis de cambio del uso/cobertura del suelo en el partido de La Plata entre 2005 y 2015. First IUFRO Landscape Ecology Latin-American and Second IALE Latin-American Congress: Book of abstracts. Martínez Pastur, Guillermo José y Altamirano, Adison (eds.). Temuco (Chile). 250 pp.

Bergelson J y P Kareiva (1987). Barriers to movement and the response of herbivores to alternative cropping patterns. Oecologia (Berlin) 71:457-460.

DPBA (Defensoría del Pueblo de la Provincia de Buenos Aires) (2015). Relevamiento de la utilización de Agroquímicos en la Provincia de Buenos Aires – Mapa de Situación e incidencias sobre la salud. Informe técnico. 533 pp.

Dubrovsky Berensztein N (2018). Estudio de la entomofauna en agroecosistemas de cinturón hortícola de La Plata, para el diseño participativo de estrategias de control biológico por conservación (Tesis Doctoral). Recuperada de http://sedici.unlp.edu.ar

Fernández VI y ME Marasas (2015). Análisis comparativo del componente vegetal de la biodiversidad en sistemas de producción hortícola familiar del Cordón Hortícola de La Plata (CHLP), Provincia de Buenos Aires, Argentina. Su importancia para la transición agroecológica. Rev. Fac. Agron. 114 (Núm. Esp. 1, Agricultura Familiar, Agroecología y Territorio): 15-29.

Fernández V, N Dubrovsky Berenzstein y M Marasas (2014). Conocer y reconocer la agrobiodiversidad en sistemas hortícolas familiares: puesta en valor de su importancia y del

intercambio de saberes, para el control biológico por conservación. XVII Foro de Decanos de Facultades de Agronomía del Mercosur, Bolivia y Chile." La academia pilar fundamental del desarrollo agropecuario en la región": Red de cultivos no tradicionales de agricultura familiar: trabajos presentados: Paraná, Entre Ríos, Argentina, 6 y 7 de noviembre de 2014 (1a. edición.). Oro Verde, Paraná: Facultad de ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Entre Ríos.

Fernández V; M Marasas y S Sarandón (2019). Indicadores de Heterogeneidad vegetal. Una herramienta para evaluar el potencial de regulación biótica en agroecosistemas hortícolas del periurbano platense, provincia de Buenos Aires, Argentina. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata (2019) Vol. 118 (2): 1-17.

Fernández VI (2021). Heterogeneidad vegetal en sistemas hortícolas familiares: Análisis desde una perspectiva funcional para la regulación biótica de plagas (Tesis Doctoral). Recuperada de http://sedici.unlp.edu.ar

Garat JJ, A Castro, S Gramuglia, A Nico y A Ahumada (2007). El rescate de la biodiversidad local y la acción colectiva: una estrategia de desarrollo a través de la revalorización de hortalizas locales en el cinturón verde de La Plata, Buenos Aires, Argentina. Rev. Bras. Agroecologia, 2(1): 430-434.

Garat JJ, A. Ahumada, J Otero, L Terminiello, G Bello y ML Ciampagna (2009). Las hortalizas típicas locales en el cinturón verde de La Plata: su localización, preservación y valorización. Horticultura Argentina 28: 32-39.

García M y C Kebat (2008). Transformaciones en la horticultura platense. Una mirada a través de los censos. Realidad Económica 237: 110–134.

Hurrel JA; EA Ulibarri; G Delucchi y ML Pochettino (2009). Biota Rioplatense. Hortalizas, verduras y legumbres. Editorial LOLA. Buenos Aires. ISBN 978-987-1533-09-1. 240 p.

Landis DA, SD Wratten y GM Gurr (2000). Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. Annu Rev. Entomol. 45: 175–201. DOI: 10.1146/annurev.ento.45.1.175.

Lizardi NA (2006). Estudio de los artrópodos asociados a una banda floral implementada como método de diversificación vegetal en cerezo (*Prunus avium* L.) Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Católica de Valparaíso. 46pp.

Marshall, EJP y A-C Moneen. 2002. Field Margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. Agriculture, Ecosystems and Environment 89: 5-21.

Muriel SB y LD Vélez (2004). Evaluando la diversidad de plantas en los agroecosistemas como estrategia para el control de plagas. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) 71: 13-20.

Nicholls CI (2006). Bases agroecológicas para diseñar e implementar una estrategia de manejo de hábitat para control biológico de plagas. Agroecología 1: 37-48.

Nicholls CI y MA Altieri (2013). Plant biodiversity enhances bees and other insect pollinators in agroecosystems. A review. Agronomy for Sustainable Development, Springer Verlag/EDP Sciences/INRA, 33 (2): 257-274.

Pérez M y ME Marasas (2013). Servicios de regulación y prácticas de manejo: aportes para una horticultura de base agroecológica. Ecosistemas 22(1):36-43.

Pérez Consuegra N (2004). Manejo Ecológico de Plagas. Centro de Estudios de Desarrollo Agrario y Rural-CEDAR. Universidad Agraria de la Habana, San José de las Lajas, Cuba. 296 p.

Sarandón SJ (2002). El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En: Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable (Sarandón SJ, ed). Ediciones Científicas Americanas, La Plata. Cap. 20: 393-414.

Sarandón SJ, MS Zuluaga, R Cieza, C Gómez, L Janjetic y E Negrete (2006). Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. Agroecología 1:19-28.

Schmera, D; J Heino; J Podani; T Erös y S Dolédec (2017). Functional diversity: a review of methodology and current knowledge in freshwater macroinvertebrate research. Hydrobiologia 787: 27–44. DOI 10.1007/s10750-016-2974-5.

Stupino SA, AC Ferreira, J Frangi y SJ Sarandón (2007). Agrobiodiversidad en sistemas hortícolas orgánicos y convencionales (La Plata, Buenos Aires, Argentina). Revista Brasileira de Agroecología, Edición Especial: Resúmenes del II Congreso Brasileiro de Agroecología, 2 (1):339-342.

Vázquez Moreno L, Matienzo Brito, M. M. Veitía Rubio y J. Alfonso Simoneti (2008). Conservación y manejo de enemigos naturales de insectos fitófagos en los sistemas agrícolas de Cuba. Editorial CIDISAV, La Habana, Cuba. ISBN 978-959-7194-17-0. 202 pp.

CAPÍTULO 12
Indicadores para estimar presencia y actividad de murciélagos en fincas

Melisa D'Occhio; Ayelén Lutz y Santiago J. Sarandón

Introducción

Una de las características más destacadas de la agricultura industrial moderna ha sido la disminución de la biodiversidad, al centrarse en sólo unos pocos cultivos y variedades "exitosas", disminuyendo así la diversidad de especies cultivadas y las silvestres. Esta menor biodiversidad se ha traducido en la pérdida o debilitamiento de varios procesos ecológicos y con ello, de muchos servicios que ofrecen los ecosistemas, derivando en un aumento en el uso de insumos químicos (principalmente plaguicidas). Por otra parte, este uso creciente de plaguicidas en Argentina ha tenido efectos negativos en la salud de los consumidores y en la población rural expuesta permanentemente a estos productos. Por ejemplo, Nogar y Larsen (2014) señalan que, en ese momento, se utilizaban casi 230 millones de litros de herbicidas y 350 millones de litros de agroquímicos líquidos, principalmente glifosato, endosulfán, clorpirifós durante el ciclo de soja. Hoy esta cifra está cercana ya a los 500 millones de litros (INTA, 2022), señalando la magnitud del problema. Aunque parte de este aumento se relaciona con el aumento de superficie sembrada, el incremento ha sido más que proporcional, confirmando la necesidad creciente de biocidas para mantener las poblaciones silvestres bajo control por la aparición recurrente de resistencia a los plaguicidas. La solución no está, por lo tanto, en realizar buenas prácticas agrícolas o en disminuir un poco la toxicidad de los productos o aplicarlos con más cuidado. La solución es un cambio de modelo, una revolución del pensamiento en las ciencias agrarias (Sarandón, 2021).

La agroecología surge como ese nuevo paradigma que señala que es posible diseñar y manejar agroecosistemas sustentables que minimicen o eliminen el uso de insumos químicos, caros y peligrosos. No es cuestión solamente de disminuir los riesgos asociados a su uso, sino de rediseñar los sistemas para recuperar y/o fortalecer los procesos ecológicos que provee una mayor biodiversidad.

Para poder llevar esto a la práctica es importante aportar elementos prácticos para la detección y fortalecimiento de los principales procesos ecológicos. Uno de los más importantes es el potencial de regulación biótica (PRB), entendido como la capacidad potencial de un agroecosistema para mantener reguladas las poblaciones de aquellos organismos considerados

perjudiciales en la que intervienen distintas dimensiones de la agrobiodiversidad mediante diferentes funciones y mecanismos (Iermanó *et al*, 2015). Es posible rediseñar los agroecosistemas y los ambientes aledaños, para crear condiciones propicias para el desarrollo y actividad de poblaciones de controladores, lo que se conoce como control biológico por conservación.

En general, se ha investigado bastante sobre las posibilidades de control biológico ejercido por los artrópodos predadores (vaquitas, arañas) o parasitoides (microhimenópteros) y otros grupos. Pero no son tan abundantes los estudios sobre otros tipos de controladores.

Uno de los grupos potencialmente más importantes es el de los murciélagos. Los murciélagos son mamíferos, es decir, al igual que los humanos, las hembras amamantan a sus crías. Se diferencian de otros mamíferos porque son los únicos capaces de mantener un vuelo activo, gracias a que sus miembros anteriores están modificados como alas. Se reconocen alrededor de 1300 especies, que se agrupan en el orden Chiroptera, que es el segundo orden más diverso de mamíferos a nivel global. Se distribuyen en todo el mundo, excepto en los polos, siendo significativa la riqueza y abundancia de los quirópteros en diferentes ecosistemas terrestres. La diversidad de murciélagos también se refleja en la amplia variedad de alimentos en los que se especializan las diferentes especies. Hay murciélagos nectarívoros, frugívoros, **insectívoros** (figuras 12.1 y 12.2), hematófagos, piscívoros, carnívoros y omnívoros.

Fig. 12.1: *Eptesicus furinalis*.



Ejemplar capturado en el tambo "Santa Ana", Provincia de Buenos Aires, Argentina (Foto: German Tettamanti).

Fig. 12.2: *Eumops bonariensis*



Ejemplar capturado en la finca "San Francisco", Provincia de Buenos Aires, Argentina (Foto: German Tettamanti)

Los roles ecológicos que desempeñan los murciélagos en la naturaleza se traducen en importantes prestaciones de servicios ambientales, que incluso se evidencian, en ocasiones, en la economía humana. Por lo tanto, su presencia y actividad pueden tener un lugar importante en las estrategias en el fortalecimiento del PRB.

Su actividad está asociada a la presencia de los recursos y condiciones que necesitan los murciélagos: alimento, agua y refugio. Pero, además, depende de cuestiones culturales asociadas al manejo de los agroecosistemas, por ejemplo, la decisión de aplicar pesticidas. En la provincia de Buenos Aires los murciélagos son exclusivamente insectívoros, y juegan un papel fundamental en áreas naturales como reguladores de las poblaciones de insectos.

Esto sugiere la importancia y necesidad de poder estimar en agroecosistemas reales, las posibilidades existentes para la presencia y actividad de los murciélagos.

Los indicadores como instrumentos

La presencia y actividad de los murciélagos depende de muchos factores o variables. La evaluación de la capacidad de un agroecosistema de proveer las condiciones y los recursos necesarios para favorecerlas requiere conocer bien sus necesidades, pero, a su vez, poder traducir y simplificar esta serie de variables de distinta magnitud y unidades en variables sencillas

lo que permitiría disponer de una herramienta factible de ser aplicada en el campo, muchas veces, en una visita breve, para estimar la posibilidad de su contribución al potencial de regulación biótica.

Esto puede resolverse a través del desarrollo de indicadores. La construcción de los indicadores requiere conocer y contemplar los requerimientos básicos de los murciélagos, pero, a través de su uso, es posible simplificar la realidad compleja.

La estimación de la capacidad de un agroecosistema y sus ambientes circundantes para favorecer y mantener la fauna es, entonces, un compleja, multidimensional, y requiere ser traducido en indicadores prácticos que ayuden a la toma de decisiones a los técnicos y agricultores/as. Esta simplificación de la complejidad de la realidad es el gran desafío de la actualidad.

Construcción de los indicadores

Se construyeron indicadores siguiendo los lineamientos de la PROMES (ver capítulo 1) para estimar si están dadas las condiciones para la presencia y actividad de los murciélagos en fincas o agroecosistemas pampeanos.

La ecorregión Pampa está constituida por praderas y un relieve relativamente plano, con suelos aptos para la agricultura. Las temperaturas medias oscilan entre los 14 y los 20ºC (Brown *et al*, 2005).

Se tomó como criterio que los indicadores fuesen sencillos de medir en fincas. Se construyeron indicadores relacionados con dos dimensiones: a) **las referidas a la existencia de las condiciones o recursos adecuados para los murciélagos** y b) **las relacionadas con el manejo que hacen los productores que favorecen o no la presencia de murciélagos**.

Para la primera dimensión se consideraron tres recursos principales que permiten la presencia de los murciélagos: agua, refugio y alimento (que va a depender del manejo de insecticidas que realicen los productores/as). La presencia de cuerpos de agua para beber y de estructuras que puedan ser usadas como refugios se consideraron como elementos importantes para favorecer la presencia de murciélagos. Los refugios naturales son cuevas o árboles. La cantidad y disposición de la vegetación es importante, y los quirópteros utilizan como refugio tanto especies arbóreas nativas como exóticas (por lo que no se tuvo en cuenta en el indicador el origen de la vegetación). En el área de estudio no hay cuevas o cavernas, pero si construcciones que cumplen una función similar (figura 12.3) y son refugios artificiales, por tanto, los tipos de construcciones, así como la cantidad y disposición se consideraron elementos fundamentales. Los indicadores asociados a la presencia de cuerpos de agua (naturales y artificiales) y a la presencia de refugios (naturales y artificiales) se dividieron en dos categorías que valuaban su presencia dentro del agroecosistema y en un área circundante de aproximadamente 2 kilómetros (distancia que recorren los murciélagos en una noche).

En lo que se refiere a la dimensión b) relacionada con el manejo, se consideró como un modo indirecto de estimar la disponibilidad de alimento. Se asumió que la diversidad y abundancia de insectos será mayor si hay diversidad de cultivos y de vegetación espontánea, y si se evita la aplicación de pesticidas. También se tuvo en cuenta la valoración cultural que consistió en la realización de entrevistas a productores y/o dueños de las fincas para conocer la percepción que tienen de los murciélagos, lo cual está relacionado a que permitan, si las hubiera, la permanencia de colonias en sus fincas.

Fig. 12.3: Refugio artificial de murciélagos.



Galpón de ladrillo y chapa típico de un campo de la provincia de Buenos Aires, Argentina (Foto: Melisa D'Occhio).

A fin de facilitar su integración, los indicadores se estandarizaron mediante una escala que varió entre 0 (menos favorable) y 3 (más favorable) a la presencia y actividad de murciélagos. Se ponderaron con un valor mayor el subindicador de agua natural y el indicador de refugio (natural y artificial) debido a que se consideraron relativamente más importantes que el resto debido a la dependencia que tienen los quirópteros de estos recursos. La fórmula para la obtención de un valor de indicador fue: **(a*3 + b*1 + c*1) /x** donde **a**, **b** y **c** es el valor en la escala del indicador, el segundo (que lo multiplica) es su ponderación o peso (varía según el indicador),

y el denominador (**x**) es la suma de los valores de los factores de ponderación. La lista de indicadores construidos en las distintas dimensiones, y su escala, puede verse en la tabla 12.1.

Tabla 12.1: Indicadores de sustentabilidad que se utilizaron en el área de muestreo

	Indicadores		Descripcion
AGUA	AGUA EN EL TERRITORIO		
	Cuerpos de agua naturales		
		0	Sin cuerpo de agua natural
		1	charcas temporales
		2	lagunas temporales en primavera/verano
		3	arroyo o laguna permanente
	Cuerpos de agua artificiales		
		0	Sin cuerpo de agua artificial
		1	bebederos para ganado
		2	tanque australiano o pileta
		3	laguna artificial amplia
	AGUA EN EL AREA CIRCUNDANTE		
	Cuerpos de agua naturales		
		0	Sin cuerpo de agua natural hasta 20 kilometros
		1	charcas temporales hasta 20 kilometros
		2	lagunas temporales en primavera/verano hasta 20 kilometros
		3	arroyo o laguna permanente hasta 20 kilometros
	Cuerpos de agua artificiales		
		0	Sin cuerpo de agua artificial hasta 20 kilometros
		1	bebederos para ganado hasta 20 kilometros
		2	tanque australiano o pileta hasta 20 kilometros
		3	laguna artificial amplia hasta 20 kilometros
REFUGIO	REFUGIO EN EL TERRITORIO		
	Refugios naturales		
		0	sin arboles/palmeras o con arboles pequeños (altura menos a 3 metros) que no forman oquedades
		1	Arboles/palmeras que forman oquedades, de gran porte (altura mayor a 3 m) aislados o formando cortinas menores de 100 m
		2	Arboles/palmeras que forman oquedades, de gran porte (altura mayor a 3 m) formando grupos que ocupen al menos 10 m2 de superficie o cortinas que ocupen menos de 100 m de longitud
		3	arboles/palmeras que forman oquedades de gran porte (altura mayor a 3m) formando grupos que ocupen mas de 10 m2 de superficie o cortinas que ocupen mas de 100 m de longitud

Indicadores			Descripcion
REFUGIO	Refugios artificiales		
		0	sin construcciones
		1	un tinglado
		2	al menos una construccion con paredes y techo
		3	mas de una construccion con paredes y techos
	REFUGIO EN AREA CIRCUNDANTE		
	refugio natural	**0**	sin arboles/palmeras o con arboles pequeños (altura menos a 3 metros) que no forman oquedades hasta 20 kilometros
		1	Arboles/palmeras de gran porte hasta 20 kilometros
		2	Arboles/palmeras de gran porte hasta 10 kilometros
		3	grupos o cortinas de arboles/palmeras en los limites externos de las fincas hasta 2 kilometros
	refugio artificial		
		0	sin construcciones hasta 20 kilometros
		1	de 1 a 3 construcciones hasta 10 kilometros
		2	mas de 4 construcciones hasta 10 kilometros
		3	mas de 4 construcciones en los limites externos de la finca hasta 2 kilometros
CULTURAL	VALORACION CULTURAL		
		0	valoracion negativa de los murcielagos en el campo
		1	valoracion indiferente de los murcielagos en el campo
		2	valoracion positiva de los murcielagos en el campo. Aunque no resultan animales agradables
		3	valoracion positiva de los murcielagos en el campo, y resultan animales agradables
ALIMENTO	MANEJO		
	Insecticida		
		0	Uso intensivo de insecticidas (Aplica cada mes o semana)
		1	Uso moderado de insecticidas (Aplica cada 3 meses)
		2	Uso solo en ocaciones puntuales
		3	No se usan insecticidas
	herbicida		
		0	Uso intensivo de herbicida (Aplica cada mes o semana)
		1	Uso moderado de herbicidas (Aplica cada 3 meses)
		2	Uso solo en ocaciones puntuales
		3	No se usan herbicidas

Indicadores			Descripcion
ALIMENTO	diversidad de cultivos		
		0	monocultivo
		1	Diversidad de cultivos
		2	Diversidad de cultivos y mantiene vegetacion espontanea/silvestre
		3	diversidad de cultivos, vegetacion espontanea y Rotacion de cultivos

La primera columna señala los diferentes indicadores propuestos tanto para el territorio como para el contexto. La segunda columna fija el valor para cada caso en particular siendo 0 el "menos sustentable" y 3 el "más sustentable". La tercera columna describe las escalas para cada indicador: "agua" y "refugio" son características estructurales esenciales para sostener poblaciones de murciélagos; "manejo" es un modo indirecto de estimar la disponibilidad de alimento (insectos); "cultural" se relaciona a la percepción que los productores tienen de los murciélagos y permite evaluar las posibilidades de conservación de estos.

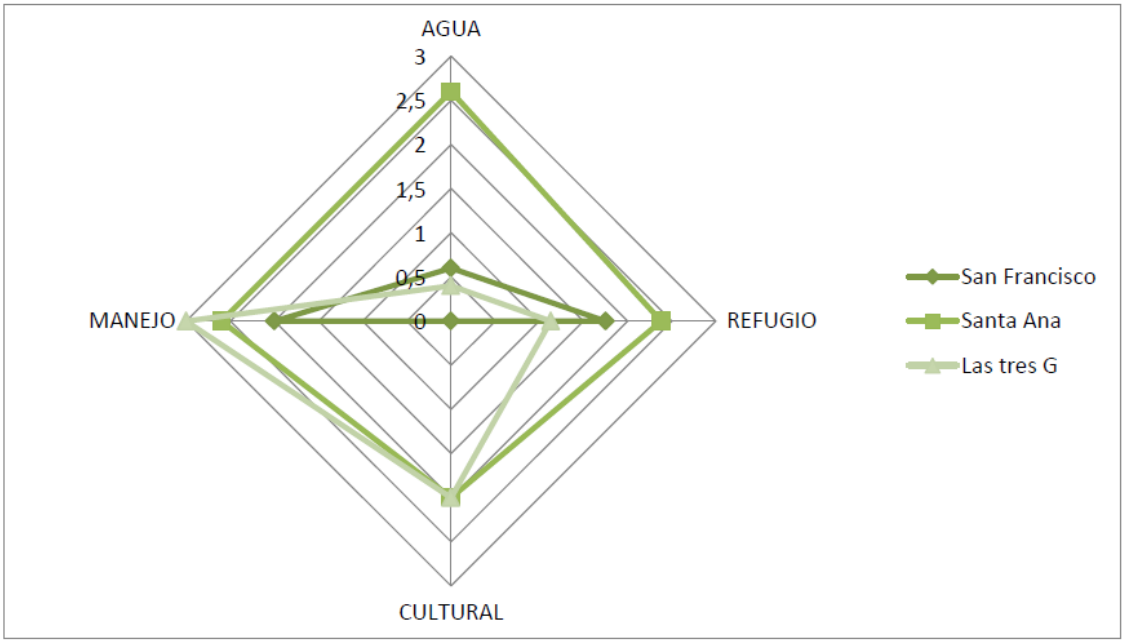
Comprobación "in situ"

Una vez construidos lo indicadores consideramos necesario comprobar su utilidad y versatilidad "in situ". Para ello se seleccionaron tres fincas con manejos contrastantes en la Provincia de Buenos Aires, en las que se podía evaluar si existía una relación entre el valor señalado por los indicadores y la presencia y actividad de los murciélagos. En cada una de las fincas se evaluó la abundancia y cantidad de especies presentes de murciélagos. Los muestreos se realizaron en el año 2018, durante el período comprendido entre enero y marzo, donde la probabilidad de captura es mayor debido a que se produce un aumento de la disponibilidad de alimento y, por lo tanto, de la actividad.

La aplicación de los indicadores en tres fincas contrastantes de la provincia de Buenos Aires arrojó diferencias, mostrando la sensibilidad de este instrumento (figura 12.4). La finca "San Francisco" presentó las peores condiciones para la presencia y actividad de los murciélagos, mientras que la finca "Santa Ana" presentó el valor más alto de los indicadores, reuniendo las condiciones necesarias para su presencia. En el caso de la finca "Las Tres G" el valor fue intermedio, pero también bastante elevado, excepto por la falta de agua.

Se realizaron muestreos durante cinco noches en cada campo, dos noches completas abarcando los dos picos de actividad (desde la puesta de sol hasta el amanecer), y tres noches cortas (desde la puesta de sol hasta la medianoche aproximadamente). Los muestreos se realizaron utilizando redes de niebla (Figura 12.5) debido a que este método permite determinar las especies y conseguir datos como edad, sexo y condiciones fisiológicas; además de posibilitar la obtención de heces para su estudio posterior. Para la captura de murciélagos, se utilizaron entre cuatro y cinco redes de niebla de 6, 7, 9, 10 y 12 metros de ancho, variando sus posiciones cada noche. A cada red se le asignaba un número, y se diagramaba su posición, de manera de tener un registro del sitio puntual de captura de cada individuo.

Figura 12.4: Representación gráfica de los indicadores de sustentabilidad



Se representan los valores de las dos fincas del partido de La Plata, "Santa Ana" y "San Francisco", y de la finca "Las 3 G" de la localidad General Mansilla.

Fig. 12.5: Red de niebla para la captura de murciélagos.



Red semi abierta en la finca "Santa Ana" de la provincia de Buenos Aires, Argentina (Foto: Melisa D'Occhio).

Datos encontrados en campo

En total, se capturaron e identificaron 64 ejemplares de murciélagos de seis especies pertenecientes a las familias Vespertilionidae y Molossidae confirmando que actualmente se encuentran utilizando sectores agropecuarios por lo menos 6 de las 17 especies registradas para la región de la Pampa Ondulada en provincia de Buenos Aires. Todas las especies son de hábitos insectívoros. La abundancia fue mayor para las fincas “Santa Ana” (38 individuos) y “Las 3 G” (21), mientras que en la finca “San Francisco” solo se capturaron 5 individuos. Estos datos coinciden con los valores de los indicadores construidos para predecir su presencia y actividad.

Tabla 12.2: especies y cantidad de individuos encontrados en cada finca.

Especie	San Francisco	Las 3 G	Santa Ana
Molossus		16	
Tadarida brasiliensis		16	
Eumops bonariensis	1		2
Myotis dinellii	2		1
Lasiurus blossevillii	2		1
Eptesicus furinalis	3		20
Total	5	21	38

Discusión y reflexión

Si bien la construcción de los indicadores no resultó sencilla, su aplicación mostró ser efectiva para la evaluación de las condiciones favorables para la presencia y actividad de los murciélagos en esta región de la Provincia de Buenos Aires, llegando a ser una herramienta muy eficaz y facilitando la obtención de datos en el campo. Las coincidencias entre los valores de los indicadores y los resultados de las capturas de murciélagos sugieren que puede ser una herramienta sencilla y útil para observar aquellas características de los agroecosistemas que favorecen o no la posibilidad de albergar murciélagos.

Las principales limitantes para la construcción de los indicadores fueron reunir datos de diferentes dimensiones como sociocultural, económica, biológica, entre otras, algunas de las cuales son difíciles de cuantificar. Se concluye también, que el factor “agua” no es tan importante a nivel de finca debido a que los murciélagos son capaces de volar varios kilómetros para beber agua. Esto se comprobó en la finca “Las Tres G” donde se encontró una alta abundancia de murciélagos, a pesar de no contar con cuerpos de agua cercanos.

El propiciar las condiciones para favorecer un aumento en el número de los murciélagos en las fincas, constituye una alternativa natural al uso intensivo de insecticidas en los cultivos que impactan negativamente tanto en la biodiversidad como en la salud del hombre, brindando además un beneficio económico a los productores.

Referencias

Brown A, U Martínez Ortiz, Acerbi M. y Corcuera J (2005). La Situación Ambiental Argentina. *Fundación Vida Silvestre Argentina*, Buenos Aires, 2006.

INTA (2022). Los productos fitosanitarios en los sistemas productivos de la Argentina. Una mirada desde el INTA. *Mesa de análisis y propuestas para el abordaje integral del uso de productos fitosanitarios,* 62 pp.

Nogar AG y Larsen BA (2014). Análisis de riesgos en la salud de la población rural de la pampa Argentina por el uso de agroquímicos en cultivos de soja. Vol. 5, N 2, ISSN 2145- 6097

Sarandón SJ (2021). Agroecología: una revolución del pensamiento en las ciencias agrarias. *Ciencia, Tecnología y Política*, Año 4, N°6:1-11, e055, Mayo 2021, ISSN 2618-3188, https://www.researchgate.net/publication/352006755_Agroecologia_una_revolucion_del_pensamiento_en_las_ciencias_agrarias

Iermanó MJ, SJ Sarandón, Tamagno LN y A Maggio A.D. (2015). Evaluación de la agrobiodiversidad funcional como indicador del "potencial de regulación biótica" en agroecosistemas del sudeste bonaerense. *Rev. Fac. Agron. La Plata* (2015) Vol. 114 (Núm. Esp.1) Agricultura Familiar, Agroecología y Territorio: 1-14. ISSN 0041-8676 - ISSN (on line) 1669-9513.https://www.researchgate.net/publication/316256545_Evaluacion_de_la_agrobiodiversidad_funcional_como_indicador_del_potencial_de_regulacion_biotica_en_agroecosistemas_del_sudeste_bonaerense

CAPÍTULO 13
Indicadores de sustentabilidad del manejo de malezas en lino

Griselda E. Sánchez Vallduví y Santiago J. Sarandón

Las malezas: un componente de los agroecosistemas

Históricamente, la agricultura ha sido una de las actividades más importantes para la humanidad dado que produce bienes y servicios esenciales, entre ellos los alimentos. La agricultura consiste en modificar ecosistemas naturales para transformarlos en otro tipo de sistemas, los agroecosistemas. Estos contienen componentes domesticados que interactúan de diversas maneras con los componentes silvestres (espontáneos) determinando sus particularidades. Los agroecosistemas modernos se caracterizan por su alta uniformidad: unas pocas especies y variedades de cultivo continuo, lo que se conoce como monocultivos. Esto determina condiciones que generan cambios en las poblaciones silvestres para adaptarse a estos nuevos ambientes. Las especies entonces cambian, evolucionan permanentemente.

Las especies vegetales espontáneas, que se adecuan a las condiciones que generamos con el manejo de los agroecosistemas son las que denominamos “malezas”. Bajo el paradigma productivista dominante de Argentina, la presencia de vegetación espontánea ha sido considerada como algo indeseable, sin ningún valor o con valor negativo, por lo que deben ser eliminadas o erradicadas. Aunque esta vegetación cumple simultáneamente varias funciones, ha predominado la idea de que ocasiona importantes mermas en el rendimiento de los cultivos por lo que se las considera como problema, dejando de lado otros roles o funciones que cumplen en los agroecosistemas (Stupino *et al*, 2015).

En la Argentina, como en muchas partes del mundo, la principal manera de controlar o erradicar a las malezas es a través de herbicidas, buscando maximizar los rendimientos y la rentabilidad de pocos cultivos. Son numerosos y reconocidos los efectos negativos de su uso tales como la disminución de la biodiversidad, la aparición de malezas tolerantes o resistentes a herbicidas, contaminación ambiental y daños en la salud humana.

En el marco de una agricultura sustentable es necesario incorporar estrategias de manejo de malezas alternativas al uso de herbicidas. Por este motivo y desde una perspectiva agroecológica las estrategias de manejo deben ser adaptadas localmente. Se puede considerar un manejo agroecológico de malezas a aquel que aplica un conjunto de criterios que integran estrategias adecuadas para diseñar y manejar agroecosistemas con el objetivo de disminuir las interacciones

negativas de las poblaciones de vegetación espontánea, conservando u optimizando sus roles positivos en el agroecosistema, considerando el largo plazo, respetando las particularidades socioculturales de los agricultores y teniendo en cuenta todos los costos (Sánchez Vallduví y Sarandón, 2014). El manejo agroecológico de malezas debe incorporar estrategias que, además de minimizar la competencia (Alonso-Ayuso *et al*, 2018), disminuyan el costo económico y ambiental y fortalezcan un mejor uso de los recursos. Esto no ocurre a partir del manejo ampliamente difundido con herbicidas. Resulta necesario entonces, desarrollar y elegir estrategias para un manejo agroecológico y evaluar el efecto de su utilización en forma integral teniendo en cuenta la complejidad del agroecosistema (Tasawar *et al*, 2018).

Análisis sencillo de un problema complejo

No cabe duda de que es necesario lograr que los agroecosistemas sean más sustentables. Para ello debemos reconocerlos como sistemas complejos y abordar su manejo en forma multidimensional. Cualquier evaluación de la capacidad para brindar bienes y servicios y hacer frente a situaciones de estrés de un determinado agroecosistema, debe hacerse teniendo en cuenta dicha complejidad (Flores y Sarandón, 2003). En este contexto, el manejo de la vegetación espontánea debe encararse desde un paradigma que contemple la complejidad y la incertidumbre, pensando, a su vez, que las prácticas propuestas sean ecológicamente adecuadas y socialmente aceptables.

El manejo agroecológico de malezas requiere un abordaje a nivel ecosistema (Sarandón y Flores, 2014) y tener en cuenta las consecuencias de las prácticas de producción sobre la sustentabilidad en el largo plazo (Flores y Sarandón, 2004; Gontier *et al*, 2006). Para esto hay que superar la visión estrictamente económica (crematística) por otra donde el rendimiento y la rentabilidad sean una variable más a tener en cuenta, lo que requiere abordarlos desde un análisis multiobjetivo (Sarandón y Flores, 2009).

El abordaje desde la complejidad debe ser traducido en la capacidad de tomar medidas al respecto. Esto requiere de instrumentos que permitan simplificar mantenido su integridad. En este sentido el desarrollo y uso de indicadores puede facilitar este análisis (Viglizzo *et al*, 2006, Sarandón y Flores, 2009). Mediante su aplicación es posible prever las consecuencias de determinados manejos durante varios años por lo que constituyen una herramienta práctica para monitorear la sustentabilidad de los agroecosistemas y detectar sus puntos críticos.

Contar con indicadores adecuados para evaluar el impacto del manejo de malezas de modo sencillo y rápido, que sirvan para discriminar el efecto de las distintas estrategias sobre la capacidad productiva al agroecosistema y el ambiente externo al mismo, permite encontrar aquellos puntos críticos del manejo y tomar decisiones que favorezcan su sustentabilidad. En este capítulo se pretende mostrar de qué manera el uso de indicadores, permite arrojar luz sobre un problema complejo de las ciencias agropecuarias cómo es la sustentabilidad de estrategias de manejo de malezas.

Uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad ecológica de distintas estrategias de manejo de malezas en lino (*Linum usitatissimum* L.)

Uno de los problemas de la agricultura moderna extensiva de la región pampeana Argentina es su baja biodiversidad. En general, esta región se caracteriza por grandes extensiones con muy pocos cultivos. La incorporación de una especie cultivada a estos sistemas agrícolas puede significar un aporte interesante. El lino, es una especie de ciclo invernal con posibilidades de ser incluida en las rotaciones en los sistemas de producción agrícola de la Argentina. Tiene bajo costo de producción, se adapta a zonas marginales y constituye una alternativa para sistemas ganaderos al adecuarse a siembras consociadas. Sin embargo, la arquitectura de la planta, su lento crecimiento y su pobre cobertura del suelo determinan una baja capacidad competitiva, por lo cual la interferencia con las malezas es uno de los problemas para alcanzar rendimientos aceptables (Sánchez Vallduví y Sarandón, 2011; Kurtenbach *et al*, 2019). El control de las malezas en este cultivo se hace casi exclusivamente a través del uso de herbicidas, que tienen un efecto negativo sobre el crecimiento del lino ya que es muy sensible a los mismos (Lutman, 1991). Es imprescindible compatibilizar niveles adecuados de productividad con la conservación del ambiente y los recursos naturales (Parris, 1999), por lo cual en el marco de una agricultura sustentable es necesario incorporar al manejo de malezas estrategias alternativas al uso de herbicidas y analizar su sustentabilidad.

Esto requiere una evaluación desde la complejidad por la multidimensión del concepto. Para abordar este desafío se construyeron indicadores apropiados para evaluar estrategias ecológicas de manejo de malezas en lino (Sánchez Vallduví y Sarandón, 2021).

Se siguió la PROMES (ver capítulo 1) para evaluar si el manejo ecológico de malezas a través del aumento de la densidad de siembra del lino y/o su intercultivo con *Trifolium pratense* L. (trébol rojo) era más sustentable que el manejo convencional con el uso de herbicidas.

Para la construcción de los indicadores se tuvieron en cuenta los principios señalados por Reinjntjes *et al*, (1992) (citado por Altieri 2002):

- Aumentar el reciclado de biomasa y optimizar la disponibilidad y flujo balanceado de nutrientes.
- Asegurar condiciones del suelo favorables para el crecimiento de las plantas, particularmente a través del manejo de la materia orgánica y aumentando la actividad biótica del suelo.
- Minimizar las pérdidas debidas a flujos de radiación solar, aire y agua mediante el manejo del microclima, cosecha de agua y el manejo de suelo a través del aumento en cobertura.
- Diversificar específica y genéticamente el agroecosistema en tiempo y espacio.
- Aumentar las interacciones biológicas y los sinergismos entre componentes de la biodiversidad promoviendo procesos y servicios ecológicos claves.

Metodología

En primer lugar, se definió el marco conceptual bajo el cual se trabajó. Se consensuó como definición de *desarrollo sustentable* a lo señalado en el informe Brundtland, WCED (1987), como aquel que permite satisfacer las necesidades de las generaciones presentes, sin comprometer a las necesidades de las generaciones futuras. En dicho contexto se consideró que la Agricultura Sustentable es aquella que mantiene en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfagan las necesidades alimenticias, socioeconómicas y culturales de la población, dentro de los límites biofísicos que establece el correcto funcionamiento de los sistemas naturales (agroecosistemas) que lo soportan (Sarandón *et al*, 2006).

Se adoptó el concepto de sustentabilidad fuerte por lo que se consideró que el capital natural (reservas ambientales), sólo en algunos casos puede ser sustituido por capital hecho por el hombre (manufacturado) (Harte, 1995). Se consideró que para que una agricultura sea considerada sustentable debe ser *suficientemente productiva, económicamente viable, ecológicamente adecuada y cultural y socialmente aceptable*, requisitos necesarios para conservar los recursos naturales y preservar la integridad del ambiente a nivel local, regional y global los que deben poder mantenerse a lo largo del tiempo (Sarandón y Flores 2014). A partir de estas premisas, se tuvieron en cuenta aspectos relacionados con el uso y conservación de los recursos intra y extraprediales.

Se evaluaron aspectos ambientales a través de indicadores ecológicos. Se seleccionaron indicadores de presión que son aquellos que indican el efecto que ejercen las distintas prácticas de manejo sobre el funcionamiento del sistema (Sarandón y Flores, 2009) o el medioambiente (van der Werf y Petit, 2002). Se eligieron indicadores sencillos, fáciles de obtener y pertinentes de acuerdo con la PROMES y los lineamientos de Smyth y Dumansky (1995) y Astier y Masera (1996).

Se tuvo en cuenta la importancia y confiabilidad de los indicadores en función a su aporte a la sustentabilidad, los que se calcularon a partir de datos obtenidos en parcelas de ensayos y datos bibliográficos (Sánchez Vallduví, 2012).

En ensayos a campo se comparó el lino sembrado en monocultivo vs. en intercultivo con trébol rojo (*Trifolium pratense* L.)*,* con y sin control de malezas y a dos densidades de siembra (normal y alta). En el intercultivo el trébol rojo se sembró en el surco junto con el lino a razón de 5 kg ha^{-1}. Las densidades del lino fueron de 800 y 1.600 semillas por m^{-2} para la densidad normal y alta, respectivamente. Cuando el lino tenía 20 cm de altura se calculó la cobertura relativa del suelo. En madurez comercial del lino se cosecharon el lino, el trébol y las malezas por separado. Se registró el rendimiento en semilla del lino, la biomasa vegetativa y total del lino, de malezas y del trébol y se calculó la suma de las biomasas. Se determinó el contenido de nitrógeno en semilla de lino y en la biomasa del trébol y se calculó el balance de nitrógeno. En los casos que se realizó control de malezas, este se hizo en forma manual. Pero para el desarrollo de los indicadores, se consideró como si se hubiera aplicado el herbicida MCPA 28 % (1000 $cm^3.ha^{-1}$) en post emergencia. Los indicadores se estandarizaron, se ponderaron y se representaron en un

diagrama tipo tela de araña. A partir de los indicadores se sintetizaron en un índice de sustentabilidad.

Selección de los indicadores

Para construir los indicadores ecológicos se asumió que una agricultura sustentable debe garantizar tanto la capacidad productiva del agroecosistema a lo largo del tiempo como la conservación de los bienes comunes extraprediales. Se definieron dos dimensiones de análisis: la capacidad productiva del agroecosistema y el impacto ambiental externo al predio.

I- La capacidad productiva del agroecosistema (CPAS): El mantenimiento o mejoramiento de los recursos productivos, es una condición necesaria para alcanzar la sustentabilidad. El ritmo de utilización de los recursos naturales renovables debe ser menor o igual al de su reposición (Flores y Sarandón, 2003). Se tuvieron en cuenta los recursos **suelo** y **biodiversidad** del agroecosistema cultivado.

Se consideró calidad del suelo a la capacidad de este para funcionar dentro de los límites del ecosistema para sostener la productividad biológica, mantener la calidad ambiental y promover la sanidad vegetal y animal (Doran y Parkin, 1994). Para que el manejo del suelo sea sustentable, se debe mantener y/o mejorar sus propiedades, ya que estas se encuentran estrechamente relacionadas con la calidad de este. Las actividades relacionadas con el uso de la tierra, particularmente las relacionadas con la agricultura y la forestación, pueden tener un considerable impacto sobre la habilidad para mantener su capacidad productiva, manejar el estrés y recuperar el equilibrio luego de una perturbación (Park y Cousins, 1995). Las prácticas de manejo y los factores ambientales modifican las características biológicas, físicas y químicas del suelo y, consecuentemente, determinan diferente grado de sustentabilidad del sistema.

Para la evaluación del suelo se tuvieron en cuenta sus propiedades: **químicas** (a través del indicador balance de nitrógeno), **físicas** (a través de los indicadores % de cobertura del suelo, cantidad de residuo remanente y % de residuo remanente) y las **biológicas (**a través de los indicadores diversidad vegetal, uso de herbicidas y materia seca restituida al sistema).

Se consideró que otro recurso importante que deben mantenerse en el tiempo es la **agrobiodiversidad**. Esta favorece varias funciones o servicios agroecológicos entre ellos el reciclaje de nutrientes, el control de plagas y la conservación de agua y del suelo. Cuanto mayor sea la diversidad biótica de un suelo, este tendrá mayor posibilidad de adaptarse a disturbios ocurridos en el sistema. Por lo tanto, aquella práctica de manejo que favorezca la biodiversidad del sistema hará un mayor aporte a su sustentabilidad (Malézieux *et al*, 2009). La evaluación de la biodiversidad se realizó a través del indicador diversidad vegetal.

II- **El impacto ambiental externo al predio (IAE):** Se consideraron aquellos aspectos que, aunque no atentan contra la productividad del sistema, causan un daño al ambiente o a la salud de animales y/o de la población en el corto o largo plazo. Entre ellos están los que ocasionan contaminación del ambiente tal como la presencia de agroquímicos. Por otra parte, una

agricultura sustentable, requiere mucha energía (mayormente fósil) por lo que es necesario evaluar la eficiencia de uso de esta para caracterizar a los sistemas de cultivo. Otro aspecto importante que impacta sobre el ambiente externo al predio es la dinámica del C, muy afectada por las prácticas agrícolas-ganaderas. A través del proceso de fotosíntesis, los vegetales secuestran dióxido de carbono desde la atmósfera y lo convierten en biomasa. Se consideraron como indicadores de impacto ambiental externos al predio al uso de herbicidas, la eficiencia energética y la biomasa vegetal como indicador de captura de carbono.

Construcción de los indicadores

Se presenta la fundamentación y la manera como se construyeron los indicadores (Sánchez Vallduví, 2012; Sánchez Vallduví y Sarandón, 2021).

Indicador **balance de nitrógeno** (BN): Se calculó como la diferencia entre el ingreso y egreso de nitrógeno (N): Ingreso de N (fijado en la biomasa por el trébol rojo, sólo en los intercultivos de lino con trébol) - N acumulado en los órganos de cosecha (N en semilla de lino). Se asumió que el 80 % del N contenido en la biomasa aérea del trébol fue fijado simbióticamente (Scheineiter, 2001) y que dicho valor es repuesto al suelo a través de la incorporación del residuo luego de la cosecha del lino. Se consideró que un sistema será más sustentable cuanto menos negativo sea el balance de N.

Indicador **% cobertura de suelo** (%cob.): Se construyó midiendo la superficie de suelo cubierta con vegetación (lino, trébol y maleza). Se consideró que los sistemas de manejo con mayor cobertura del suelo realizarán un aporte mayor a la sustentabilidad del mismo que aquellos con menor cobertura.

Indicador **materia seca restituida al sistema** (MS): Se calculó como la sumatoria de la biomasa vegetativa ($kg.ka^{-1}$) del lino, de la maleza y del trébol, lo cual dependió de la composición de cada sistema evaluado. Se consideró que aquellas prácticas de manejo de malezas que restituyan más materia seca total al suelo harán un mayor aporte a la sustentabilidad del mismo.

Indicador **cantidad de residuo remanente** (RR): se construyó de la misma manera que la cantidad de materia seca ($kg.ka^{-1}$) restituida al sistema. Se consideró que aquellas prácticas de manejo de malezas que tiendan a incorporar mayor cantidad de residuo remanente al sistema, realizan un mayor aporte a la sustentabilidad del mismo.

Indicador **% de residuo remanente** (%RR): se calculó la proporción de materia seca remanente luego de la cosecha de lino (vegetativa de lino, trébol, maleza) sobre el total de materia seca producida por el sistema (total de lino, trébol, maleza). Se consideró que las prácticas de manejo de malezas que dejen mayor porcentaje de materia seca restituida al sistema en relación a la materia seca aérea total acumulada al final del ciclo del cultivo, realizarán un mayor aporte a la sustentabilidad del mismo.

Indicador **diversidad vegetal** (D): se tuvo en cuenta la cantidad y tipo de especies (cultivadas y espontáneas) del sistema. A mayor riqueza más sustentable. La presencia de especies de la familia de las Fabaceas se consideró positiva.

Indicador **Uso de herbicida** (UH): El indicador se construyó en función del uso de herbicida para controlar las malezas y la toxicidad del mismo. Se consideró que aquellos sistemas que no usen herbicida o estos sean de menor toxicidad, serán más sustentables.

Indicador **eficiencia energética** (EE): se calcularon las unidades de energía producida (egresos o energía de salida: ES) y las unidades de energía que se invierten en el sistema productivo (ingresos o energía ingresada: EI). Se consideró como energía asociada a aquella cantidad de energía necesaria para la obtención de un insumo dado prorrateada por el tiempo de vida útil del mismo. Se convirtieron todas las entradas y salidas en unidades equivalentes (MJ) de acuerdo con valores obtenidos de la bibliografía. La EE se calculó como: energía cosechada en semilla de lino (ES)/energía ingresada al sistema (EI). Valores superiores a 1 indican que se obtiene más cantidad de energía que la que se incorpora al sistema. Se consideró que serán más sustentables aquellas estrategias de manejo que utilicen más eficientemente la energía fósil.

Para el cálculo de la energía ingresada al sistema, se tuvieron en cuenta los gastos directos de energía, es decir aquellos aportes de energía realizados dentro del propio lote de ensayo, y la energía asociada a la fabricación de los insumos utilizados en dicho sistema (Gliessman, 2001), para lo cual se tuvieron en cuenta todas las labores e insumos necesarios desde la preparación del suelo hasta la cosecha del cultivo.

En una segunda instancia se recalculó la eficiencia energética teniendo en cuenta la necesidad de reponer, mediante fertilización, el N extraído del sistema. Para el cálculo de la cantidad de energía ingresada por la aplicación del fertilizante, se consideró la energía ingresada por el fertilizante de acuerdo con la cantidad requerida en cada caso y a su aplicación.

Como energía salida del sistema se consideró un valor energético contenido en el grano de lino (Morris, 2007) afectándose el rendimiento en semilla de lino obtenido en cada tratamiento.

Indicador **biomasa vegetal** (BV): Para su cálculo se realizó la suma de la biomasa aérea total (kg ka^{-1}) del lino, de la maleza y del trébol. Los componentes en la suma dependieron de la composición de cada tratamiento. Se considera que son más sustentables aquellos sistemas que acumulan más biomasa vegetal porque capturan más carbono desde la atmósfera.

Estandarización y ponderación de los indicadores

Para permitir la comparación de las distintas estrategias de manejo de malezas y facilitar el análisis los indicadores se transformaron y estandarizaron mediante una escala de 0 (menos sustentable) a 3 (más sustentable). Todos los valores independientemente de su unidad se transformaron a esa escala (Tabla 13.1 y 13.2).

Los indicadores fueron ponderados multiplicando el valor de la escala por el coeficiente asignado de acuerdo con su importancia relativa. Para la ponderación se tuvieron en cuenta los criterios de reversibilidad y de dependencia. Se consideró que un productor valora más la capacidad productiva de su sistema de producción, que el impacto que las prácticas tengan sobre el medio ambiente. Por esto, se dio un mayor factor de ponderación a la capacidad productiva del agroecosistema (CPAS) que al impacto ambiental externo (IAE). El índice de sustentabilidad (IS) se calculó como: IS: 2*CPAS+1*IAE/3.

Tabla 13.1: Indicadores propuestos para la evaluación de la capacidad productiva del agroecosistema del uso de diferentes estrategias de manejo de malezas en lino

Recurso	Propiedades	Indicador	Escala de estandarización
SUELO	I-Propiedades químicas	Balance de N	3: positivo o igual al balance de N 2: déficit ≤ al 34 % del N extraído 1: déficit entre 35-69 % del N extraído 0: déficit de 70-100 % del N extraído
	II-Propiedades físicas	% de cobertura de suelo	3: ≥ al 70 % 2: entre 51-69 % 1: entre 31-50 % 0: ≤ al 30 %
		Cantidad de residuo remanente	3: ≥ a 6000 kg ha^{-1} 2: entre 4000-5999 kg ha^{-1} 1: entre 2001-3999 kg ha^{-1} 0: ≤ 2000 kg ha^{-1}
		% de residuo remanente	3: ≥ al 70 % 2: entre 51-69 % 1: entre 31-50 % 0: ≤ al 30 %
	III-Propiedades biológicas	Diversidad vegetal	3: sistema compuesto por dos especies cultivadas (una de ellas leguminosa) + espontáneas 2: sistema compuesto por dos especies cultivadas (una de ellas leguminosa) 1: sistema compuesto por una especie cultivada (no leguminosa) + espontáneas 0: sistema compuesto por una especie cultivada no leguminosa
		Uso de herbicida	3: sin uso de herbicida 2: toxicidad del producto clase IV 1: toxicidad del producto clase II o III 0: toxicidad del producto clase Ia o Ib
		Materia seca restituida al sistema	3: ≥ a 6000 kg ha^{-1} 2: entre 4000-5999 kg ha^{-1} 1: entre 2001-3999 kg ha^{-1} 0: ≤ 2000 kg ha^{-1}

BIODIVERSIDAD	Diversidad vegetal	3: sistema compuesto por dos especies cultivadas (una de ellas leguminosa) + espontáneas 2: sistema compuesto por dos especies cultivadas (una de ellas leguminosa) 1: sistema compuesto por una especie cultivada (no leguminosa) + espontáneas 0: sistema compuesto por una especie cultivada no leguminosa

Luego se ponderaron los recursos que afectan la capacidad productiva del agroecosistema. Se consideró más importante la biodiversidad (B) que el recurso suelo (S). Por lo que la CPAS se calculó como: 1*S +2*B/3.

Tabla 13.2: Indicadores utilizados para la evaluación del impacto ambiental externo del uso de diferentes estrategias de manejo de malezas en lino

Indicador	Escala de estandarización
Uso de herbicidas	3: sin uso de herbicida 2: toxicidad del producto clase IV 1: toxicidad del producto clase II o III 0: toxicidad del producto clase Ia o Ib
Eficiencia energética	3: Eficiencia energética ≥ 5 2: Eficiencia energética entre 3-4,9 1: Eficiencia energética entre 1,1-2,9 0: Eficiencia energética ≤ 1
Biomasa vegetal	3: ≥ a 10000 kg ha^{-1} 2: entre 6500-9999 kg ha^{-1} 1: entre 3001-6499 kg ha^{-1} 0: ≤ 3000 kg ha^{-1}

Dentro de los indicadores del recurso suelo (S), teniendo en cuenta el criterio de reposición, se ponderó más a las propiedades biológicas (PB) que a las propiedades físicas (PF) y estas más que las propiedades químicas (PQ) (criterio de irreversibilidad del deterioro). Se tuvo en cuenta que es más fácil reponer la fertilidad química del suelo que las propiedades físicas, y es muy difícil reconstruir la vida del suelo. Por lo que la ponderación de los indicadores dentro del recurso suelo se calculó como S: 1*PQ+2*PF+3*PB/6.

Dentro de los indicadores de suelo, se otorgó igual peso a todos los indicadores de las propiedades bióticas, esta igualdad se realizó teniendo en cuenta que no está claro el efecto que tienen los herbicidas sobre la vida del suelo, cómo ésta es afectada por la materia seca aportada

al suelo y la escasa diversidad existente en el ensayo. Por lo tanto, las PB se calcularon como: PB: 1*UH + 1*MS + 1*D/3

Al no contar con elementos de juicio para otorgar distinta ponderación a los indicadores evaluados dentro de las propiedades físicas del suelo (PF) se le dio igual peso de los indicadores por lo que las PF se calcularon como: PF: 1*RR +1*%cob. + 1*%RR/3.

Dentro de los indicadores de impacto ambiental externo (IAE), teniendo en cuenta que el efecto del uso de herbicidas (UH) es inmediato y de efecto local, se le dio mayor ponderación que a los otros indicadores. En segundo lugar, se ponderó a la eficiencia energética (EE) y, en tercer lugar, se valoró a la biomasa vegetal (BAT) ya que este indicador es de importancia más global. Por lo tanto, el IAE se calculó como: IAE: 3*UH+2*EE+1*BV/6.

Los indicadores se sintetizaron en el índice de sustentabilidad agroecológica (IS). Se consideró que un mayor índice de sustentabilidad indica mayor aporte a la sustentabilidad de las estrategias de manejo de malezas que se analizaron.

Evaluación de la sustentabilidad ecológica

La metodología usada resultó una herramienta valiosa a partir de la cual se simplificaron aspectos de naturaleza compleja y se facilitó la comparación de la sustentabilidad ecológica de distintas estrategias de manejo de malezas en lino y su efecto sobre los recursos internos y externos al agroecosistema. La elaboración de los indicadores fue una tarea simple contando con los datos obtenidos de ensayos y de bibliografía y fueron de fácil aplicación para la comparación de las estrategias evaluadas para el manejo de malezas en lino. Es así como dicho instrumento permitió analizar e interpretar de manera sencilla un problema que es complejo.

La estandarización y la ponderación de los indicadores, permitió sintetizar mucha información en una tabla (tabla 13.3) y construir índices de sustentabilidad. Posibilitó hacer un análisis integral, comparar las alternativas de manejo de malezas probadas en lino, detectar puntos críticos de dichas estrategias para la sustentabilidad ecológica y analizar los efectos sobre la capacidad productiva del agroecosistema y el ambiente externo al mismo si se continúa en el largo plazo con el uso exclusivo de herbicidas para controlar malezas.

Tabla 13.3: Indicadores ecológicos de sustentabilidad e índice de sustentabilidad para lino sembrado en monocultivo o intercultivo con trébol rojo, a densidad normal o alta del lino y con o sin control de malezas con herbicida. Sobre un valor máximo de 3.

INDICADORES	Monocultivo				Intercultivo			
	Con Herbicida		Sin Herbicida		Con Herbicida		Sin Herbicida	
	DN	DA	DN	DA	DN	DA	DN	DA
CPAS[1]	0,25	0,25	1,25	1,25	1,94	1,88	2,96	2,96
SUELO	0,77	0,77	1,77	1,77	1,83	1,66	2,88	2,88
Propiedades bióticas	0,66	0,66	2	2	1,66	1,66	3	3
Diversidad vegetal	0	0	1	1	2	2	3	3
Uso de herbicidas	1	1	3	3	1	1	3	3
MS restituida al sistema	1	1	2	2	2	2	3	3
Propiedades físicas	1,33	1,33	2,33	2,33	2	2	2,66	2,66
% de cobertura del suelo	1	1	2	2	1	1	2	2
Residuo remanente	1	1	2	2	2	2	3	3
% residuo remanente	2	2	3	3	3	3	3	3
Propiedades químicas	0	0	0	0	2	1	3	3
Balance de N	0	0	0	0	2	1	3	3
BIODIVERSIDAD	0	0	1	1	2	2	3	3
Diversidad vegetal	0	0	1	1	2	2	3	3
IAE[2]	1	1	2	2	1,83	1,5	2,83	2,83
Uso de herbicidas	1	1	3	3	1	1	3	3
EE[3] con reposición de N	1	1	1	1	3	2	3	3
Biomasa	1	1	1	1	2	2	2	2
IS[4]	0,5	0,5	1,5	1,5	1,90	1,75	2,91	2,91

1: CPAS: Indicadores de capacidad productiva del agroecosistema. 2: IAE: Indicadores de impacto ambiental externo. 3: EE: Eficiencia energética. 4: IS: Índice de sustentabilidad. DN: Densidad normal. DA: Densidad alta.

Se pudieron identificar diferencias en la conservación del N en el suelo en las distintas estrategias de manejo. Se observó un mejor balance de N cuando el lino se sembró en intercultivo con trébol rojo que en monocultivo y cuando no se usó herbicida. Esto sugiere que, si se continúa con la siembra en monocultivo y con uso de herbicidas se verá comprometida la conservación del N en el suelo, uno de los aspectos importantes que hacen a la conservación de las propiedades químicas del mismo.

Este análisis evidenció claramente que la aplicación de herbicidas disminuye el porcentaje de cobertura del suelo en todas las situaciones. Una “externalidad” que no siempre es percibida cuando el análisis se simplifica y reduce al rendimiento del cultivo.

A partir de estos indicadores se pudo identificar que el monocultivo de lino con uso de herbicida es la opción que menos residuos deja en el suelo y, consecuentemente, la menos sustentable en este aspecto (Tabla 13.4).

Tabla 13.4: Balance de nitrógeno, cobertura relativa del suelo (CRT), residuo remanente (RR), porcentaje de biomasa restituida al suelo (% RR) y biomasa aérea total (BAT) para un cultivo de lino sembrado en monocultivo o intercultivo con trébol rojo, a densidad normal o alta del lino y con o sin uso de herbicida

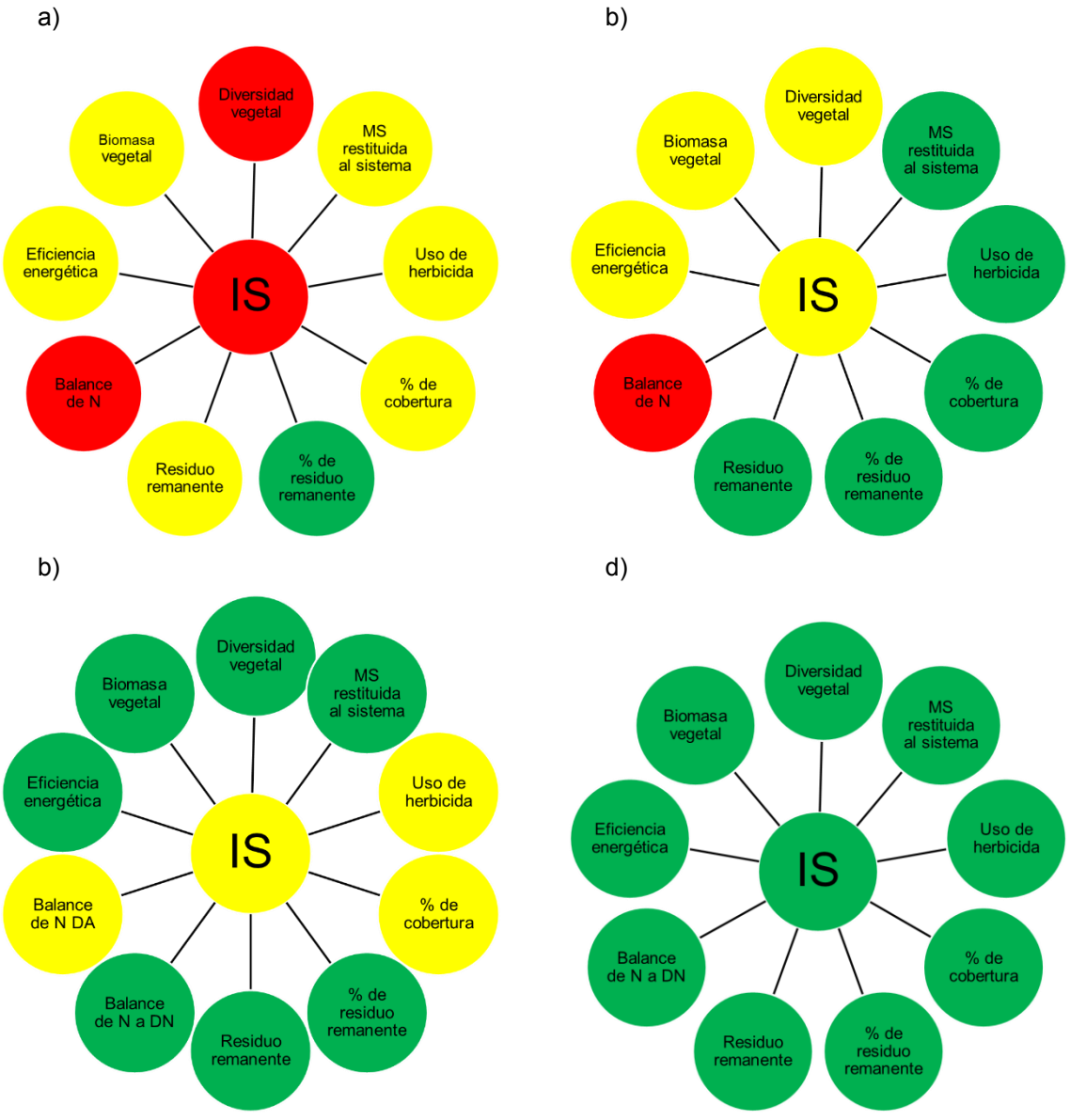
Tratamiento	Balance N kg ha^{-1}	CRT %	RR kg ha^{-1}	(%RR)	BAT kg ha^{-1}
Monocultivo de lino a densidad normal con uso de herbicida	-50	37	3239	68	4784
Monocultivo de lino a densidad alta con uso de herbicida	-50	44	3543	69	5154
Monocultivo de lino a densidad normal sin uso de herbicida	-37	59	4892	81	6030
Monocultivo de lino a densidad alta sin uso de herbicida	-43	59	5009	79	6354
Intercultivo de lino a densidad normal y con uso de herbicida	**-10,6**	41	5062	76	6651
Intercultivo de lino a densidad alta y con uso de herbicida	**-19,6**	48	5163	75	6846
Intercultivo de lino a densidad normal y sin uso de herbicida	**11**	58	6370	85	7492
Intercultivo de lino a densidad alta y sin control de malezas	**1,4**	60	6941	85	8202

Por otra parte, este análisis permitió inferir que el uso de herbicida disminuye la diversidad y puede afectar a otros organismos del suelo (otra externalidad). El análisis de la **diversidad vegetal** permitió confirmar que los intercultivos junto con el lino, mejoran la biodiversidad del sistema.

Los indicadores de impacto externo aportaron interesante información. Se observó una baja **eficiencia energética** en el monocultivo de lino, debido, principalmente al uso de fertilizante nitrogenado. Por otro lado, el uso de intercultivos con leguminosas disminuyó la necesidad de reponer nitrógeno en forma de fertilizante, un aspecto o ventaja no siempre tenida en cuenta en los análisis.

A partir del análisis de los indicadores se pudieron detectar los puntos más críticos sobre la sustentabilidad de las estrategias de manejo analizadas. Es posible, para facilitar la visualización de las diferencias existentes entre los indicadores e índice de sustentabilidad, establecer distintos niveles de riesgo o peligrosidad con los colores de un semáforo. Los valores (Tabla 13.3) entre 0 y 0,99 se asimilaron al color rojo, entre 1 y 1,99, al amarillo y entre 2 y 3 con verde (Figura 13.1).

Figura 13.1: Representación de puntos críticos de los indicadores evaluados en monocultivo de lino a) con uso de herbicida, b) sin uso de herbicida, en Intercultivo c) con uso de herbicida, d) sin uso de herbicida. A densidad normal y alta, salvo en (b) donde el balance de N se representó a ambas densidades



Esto permite ver rápidamente que los puntos más críticos se observan en el monocultivo con uso de herbicidas (Figura 13.1 a), cuyo índice de sustentabilidad (IS) es rojo, mismo color que la biodiversidad vegetal y el balance de N, lo que ubica a estos con los valores más críticos. Dicho escenario mejora con el agregado del trébol rojo junto a la siembra del lino. En el intercultivo con uso de herbicida (Figura 13.1 c) no se registra ningún indicador en rojo. El IS está en amarillo al igual que 3 indicadores. El resto es de color verde, indicando buenos valores.

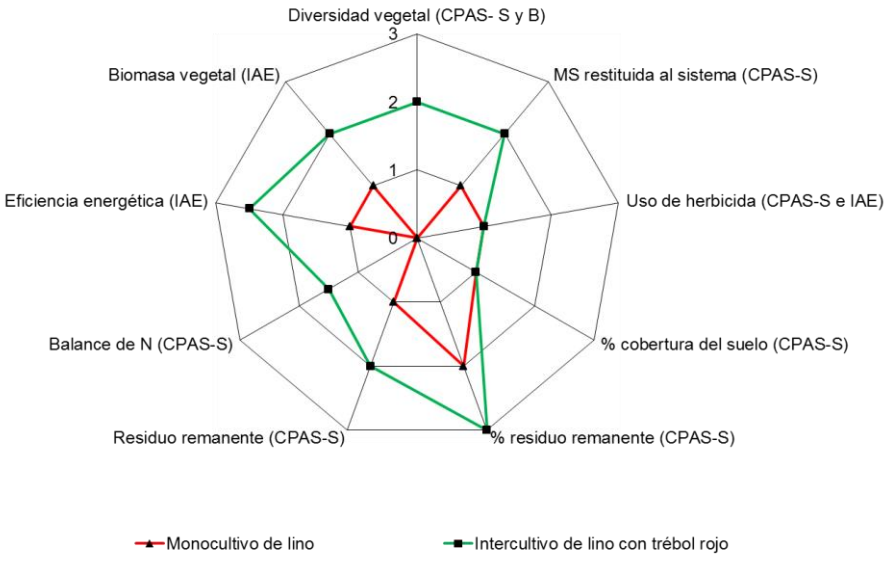
El monocultivo sin uso de herbicida (Figura 13.1 b), mejora respecto al monocultivo con herbicida (Figura 13.1 a), pero el balance de N sigue siendo rojo por lo que continúa crítico para la sustentabilidad ecológica. Tampoco se modifican la eficiencia energética y la biomasa vegetal, indicadores que siguen con color amarillo. Cuatro indicadores pasan a tener color verde, pero esto no ocurre con el IS, el cual mejora, pero queda en amarillo, lo que sugiere un estado de alerta para la sustentabilidad ecológica cuando el lino se siembra en monocultivo, aunque no se use herbicida.

El único indicador que no presenta riesgo para la sustentabilidad en ninguna de las estrategias analizadas es el % de residuo restituido al suelo y la única estrategia que no presenta puntos críticos (todos los indicadores y el IS en verde) es en el intercultivo sin uso de herbicida.

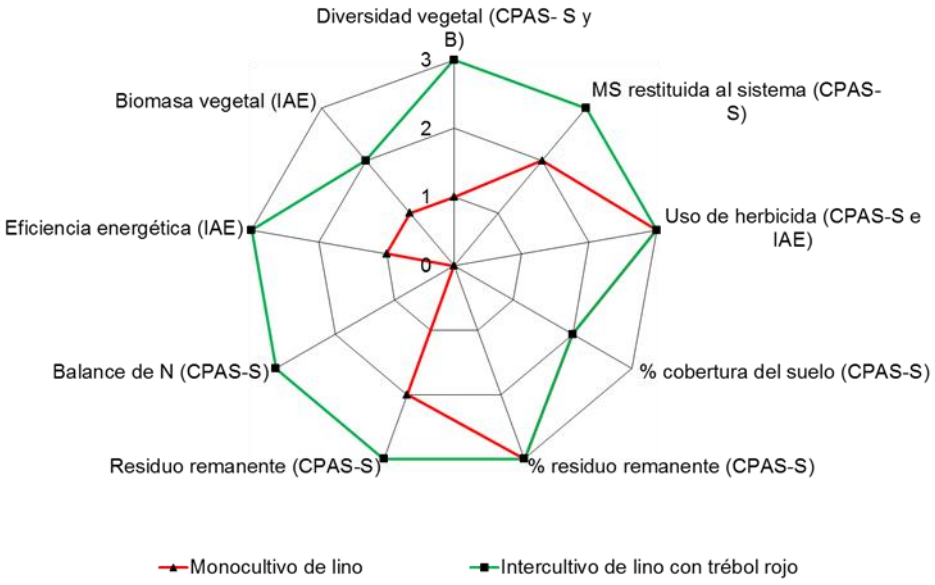
La estandarización de los indicadores permitió también volcarlos en un diagrama en tela de araña (Figura 13.2). A partir del análisis se pudo identificar que el intercultivo constituyó una estrategia ecológicamente más sustentable que el monocultivo, presentando puntos más favorables para la sustentabilidad cuando no se usa herbicida.

Figura 13.2: Representación gráfica de indicadores ecológicos de sustentabilidad para un cultivo de lino sembrado en monocultivo o en intercultivo con trébol rojo a) con control de malezas con herbicida, b) sin control de malezas (promedio de dos densidades de siembra).

a) Con herbicida



b) Sin herbicida



Referencias: CPAS: capacidad productiva del agroecosistema, S: recurso suelo, B: recurso biodiversidad, IAE: impacto ambiental externo

El uso de los indicadores permitió identificar que el control de malezas con herbicidas tendrá un efecto negativo sobre la biodiversidad y pondrá en peligro las propiedades del suelo y los servicios que el mismo pueda brindar (Sánchez Vallduví y Sarandón 2021).

Reflexiones sobre potencialidades y limitaciones del uso de indicadores para evaluar estrategias de manejo de malezas

Se sabe que los agroecosistemas son complejos y esto dificulta establecer los límites entre sistemas sustentables y no sustentables (Ferraro *et al* 2003). Es necesario hacer una evaluación de la sustentabilidad en forma integral, y la aplicación de la PROMES, resultó una herramienta apropiada para el análisis de alternativas de manejo de malezas.

Potencialidades de los indicadores para evaluar estrategias de manejo de malezas

Esta metodología de evaluación de la sustentabilidad es valiosa para poder detectar puntos débiles o críticos (Sarandón *et al* 2014) y así tomar definiciones para subsanar o mejorar el efecto

negativo que determinadas estrategias de manejo pueden presentar para promover la sustentabilidad.

Del uso de esta metodología surgen algunas recomendaciones. Un aspecto importante para considerar es la definición de la **escala de análisis**, la cual puede realizarse a nivel de predio o a una escala mayor a nivel regional. Se sabe que el impacto de los factores que regulan y modifican los servicios del agroecosistema no son iguales de acuerdo con la escala de análisis (Frank, 2007) y la influencia de factores antrópicos tienden a aumentar a medida que nos movemos a escalas menores y con mayor resolución. En este sentido, es esperable encontrar un distinto efecto de las diversas estrategias de manejo de malezas según la escala de análisis considerada. La adopción de una estrategia en forma aislada puede tener un efecto local, pero si se aumenta la escala de análisis y varios productores adoptan una misma práctica pueden tener lugar otros fenómenos que se modificarían (Viglizzo, *et al*, 2004). La complejidad de un análisis a nivel predio o regional será diferente y, en consecuencia, evaluar la sustentabilidad de estrategias de manejo de malezas a distinta escala de análisis permitirá detectar diferentes problemas. Si bien, en principio la definición de la escala de análisis puede tener cierta dificultad, es muy importante porque aporta información diferente y valiosa de acuerdo con el o los objetivos que se hayan planeado evaluar y contribuye a dar información de utilidad para tomar definiciones a distintos niveles de acción. Las estrategias no son necesariamente extrapolables de un nivel a otro.

Esta metodología de análisis ofrece **flexibilidad** para adaptarlos a distintos sistemas productivos y en distintos ambientes, lo que incluye el manejo de las malezas en los diferentes contextos. Esta plasticidad permite la adaptación de diferentes indicadores a las distintas situaciones y objetivos (Sarandón y Flores, 2009) y a partir de su análisis detectar aspectos que atentan contra la sustentabilidad en los distintos escenarios. Si bien dichos aspectos pueden ser el resultado de una misma estrategia, al evaluarse en un ambiente y/o sistema productivo diferente los efectos también pueden ser diferentes, por lo que los planteos para corregir aquellos puntos críticos también deberán adecuarse a cada situación en particular. Esta característica, da la posibilidad de contar con elementos para la toma de decisiones diferenciados de acuerdo con la situación que se esté estudiando.

La evaluación de la sustentabilidad considera el **largo plazo**. La metodología de indicadores se puede aplicar para analizar una estrategia de manejo en un momento dado y para evaluar los efectos a lo largo del tiempo. Para esto, una alternativa es repetir el análisis luego de que haya transcurrido un lapso durante el cual se haya puesto en práctica dicha estrategia y de ese modo evaluar las consecuencias de esta sobre la sustentabilidad en el largo plazo.

Desafíos para el avance en el uso de indicadores evaluar la sustentabilidad de estrategias de manejo de malezas

Entendiendo que un sistema será sustentable si es económicamente viable, ecológicamente adecuado y cultural y socialmente aceptable (Sarandón *et al,* 2006), un análisis integral de la sustentabilidad de las estrategias de manejo de malezas requiere evaluar las tres dimensiones mencionadas: la ecológica, la económica y la sociocultural. En este capítulo se analizaron algunos indicadores para evaluar la sustentabilidad ecológica de determinadas estrategias de manejo y en un cultivo determinado (lino). Si bien esto significa un aporte al estudio de las estrategias de malezas, un análisis **multidimensional** requiere incorporar indicadores ecológicos, económicos y socioculturales. Muchas veces esto puede resultar complejo, pero no imposible, siendo un aspecto en el cual hay que avanzar para lograr el objetivo de una evaluación realmente integral.

Contar con experiencias que muestren cómo evaluar los efectos de determinada estrategia de manejo de malezas sobre la sustentabilidad y en alguna de las dimensiones es sin duda un avance importante. En el ejemplo presentado en este capítulo se trabajó con algunos indicadores para evaluar la sustentabilidad ecológica de estrategias de manejo de malezas en lino (Sánchez Vallduví y Sarandón, 2021). Un desafío es avanzar en el análisis del manejo de las malezas con un enfoque sistémico, lo que implica entender cómo funciona el agroecosistema, cuál es su límite, cuáles son sus componentes y cómo se interrelacionan. De esta manera, se avanzaría en la evaluación del impacto de una estrategia de manejo en particular, pero, al tener en cuenta la complejidad del agroecosistema se puede percibir las consecuencias sobre los distintos componentes del sistema y sus interrelaciones.

Algunos trabajos han usado otros indicadores relacionados directamente con la competencia con malezas ante un determinado sistema productivo como por ejemplo la *biomasa de malezas* relacionada al rendimiento del cultivo de interés comercial (Dellepiane *et al*, 2015) y la *capacidad de supresión de especies espontáneas* (en base a los rendimientos relativos de las malezas) (Dellepiane *et al*, 2017; Sánchez Vallduví *et al*, 2020). Por otra parte, otros autores han utilizado diversos indicadores que podrían ser adaptados para evaluar estrategias de manejo de malezas. Ejemplo de ello son el *balance fósforo y de potasio*, el *manejo de la materia orgánica*, las *prácticas de manejo del suelo*, la *protección del hábitat de los organismos del suelo*, el *riesgo de contaminación por pesticidas*, *biodiversidad genética*, *temporal* y *espacial,* los que fueron usados para evaluar cambios en la sustentabilidad de producciones hortícolas en proceso de transición agroecológica (Flores y Sarandón, 2015). Además, la *dosis*, *toxicidad* y *frecuencia de aplicación del agroquímico* se usaron para evaluar el riesgo de contaminación con agroquímicos (Deluchi *et al*, 2015).

La evaluación de la dimensión social podría ampliarse con otros indicadores como el *riesgo de contaminación por agroquímicos*, la *aceptabilidad del sistema productivo* (por parte del productor) (Flores y Sarandón, 2015), el *riesgo a la salud*, la *forma de dosificación y aplicación de pesticidas* (Blandi *et al*, 2015). En la dimensión económica pueden sumarse indicadores como

la *dependencia de insumos externos*, la *rentabilidad* o las *estrategias financieras* (Blandi *et al*, 2015).

Los indicadores mencionados son ejemplos utilizados en los casos de estudio señalados y sirven para mostrar la diversidad de aspectos a considerar al momento de desarrollar un indicador. Se sabe que no hay indicadores preestablecidos, sino que deben ser elaborados para evaluar determinada práctica y en un determinado sistema (Sarandón y Flores, 2009). Por este motivo, construir los indicadores que cumplan las características y funciones para detectar los puntos críticos para la sustentabilidad para cada estrategia de manejo de malezas y sistema en particular, es un desafío en sí mismo, a veces arduo pero necesario para contar con elementos para tomar decisiones orientadas a la corrección de estos.

Por otra parte, los indicadores deberán ser coherentes con los objetivos de sustentabilidad planteados. Al momento de decidir la estandarización y la ponderación de los indicadores entra en juego la subjetividad (Sarandón y Flores, 2009). Aparecen aspectos relacionados con los objetivos del modelo de producción donde se inserta la estrategia de manejo de malezas que se pretende evaluar y el grado de conocimiento de las funciones e interacciones que existen entre los distintos componentes del agroecosistema.

Teniendo en cuenta que el modelo de producción dominante de la Argentina es fuertemente cuestionado por su insostenibilidad, es necesario que la evaluación de la sustentabilidad de estrategias de manejo de malezas se realice con un enfoque que busque superar a dicho modelo. Por esto, un gran desafío es adecuar los indicadores para la analizar la sustentabilidad de estrategias de manejo de malezas bajo un paradigma superador en el cual se encuentra la producción de base agroecológica. Para que esto sea posible, entre los aspectos a considerar, están los relacionados con la formación de técnicos, profesionales, docentes, investigadores y extensionistas. Es evidente que las universidades y otras instituciones educativas deben cumplir un rol fundamental en este aspecto, aportando a la formación de profesionales y técnicos preparados para resolver problemas de naturaleza compleja (Sarandón, 2020).

Un gran desafío en sí mismo es que la evaluación de las estrategias de manejo de malezas se analice con un enfoque agroecológico. Es aquí, desde donde los profesionales de la agronomía pueden actuar analizando el problema de las malezas y su manejo con un enfoque holístico y sistémico, seleccionando las estrategias más adecuadas para una agricultura sea sustentable. Para que esto sea posible es necesario formar egresados/as capacitados/as en el abordaje integral de dicha problemática.

Referencias

Altieri M (2002). Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. Sarandón, S. J. (Ed.). Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable (49-56). Argentina, Ediciones Científicas Americanas.

Alonso-Ayuso, M, JL Gabriel, I García-González, JP Del Monte y M Quemada (2018). Weed density and diversity in a long-term cover crop experiment background. *Crop Protection*, 112, 103-11.

Astier, M y O Masera. **(**1996). Metodología para la evaluación de sistemas de manejo incorporando indicadores de sustentabilidad (MESMIS). Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada. Gira. Documento de trabajo 17, 1-30.

Blandi ML, SJ Sarandón, CC Flores y I Veiga (2015). Evaluación de la sustentabilidad de la incorporación del cultivo bajo cubierta en la horticultura platense. *Revista de la Facultad de Agronomía*, Vol 114 (2), 251-264.

Dellepiane AV, GE Sánchez Vallduví y LN Tamagno (2015). Sustentabilidad del monocultivo e intercultivo de *Helianthus annus* L. (girasol) con *Trifolium pratense*, *Trifolium repens* o *Lotus corniculatus* en La Plata, Argentina. Evaluación mediante indicadores. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 114 (Núm. Esp. 1) Agricultura Familiar, Agroecología y Territorio, 85-94.

Dellepiane AV, GE Sánchez Vallduví. y LN Tamagno (2017). Evaluación de sustentabilidad en el monocultivo e intercultivo de Girasol con leguminosas forrajeras en la zona de 25 de Mayo. VI Congresso Latinoamericano, X Congresso Brasileiro e V Seminario do DF e Entorno de Agroecología realizado entre del 12 al 15 de septiembre de 2017, Brasilia / DF. *Cadernos de Agroecologia*, Vol. 13 N° 1 (julio 2018): Anais do VI CLAA, X CBA, V SEMF. Recuperado de: http://cadernos.aba-agroecologia.org.br/index.php/cadernos/article/view/1024/535

Deluchi, SG, CC Flores y SJ Sarandón (2015). Análisis de la sustentabilidad de luso de recurso hídrico bajo tres estilos de producción hortícola en el cinturón hortícola platense. *Revista de la Facultad de Agronomía*, Vol 114 (2), 287-294.

Doran JW y TB Parkin (1994). Defining and assessing soil quality. En: Doran, J.W., Coleman, D. C., Bezdicek, D. F. y Steart, B. A. (Editores.), Defining Soil for a Sustainable Environment (3-21). Soil Science Society of America, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin USA.

Ferraro DO, CM Ghersa y GA Sznaider (2003). Evaluation of environmental impact indicators using fuzzy logia to assess the mixed cropping systems of the Inland Pampa, Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 96, 1-18.

Frank FC (2007). Impacto agroecológico del uso de la tierra a diferentes escalas en la Región Pampeana Argentina. Tesis de Magíster Scientae. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Mar del Plata. Balcarce. Pp 1-164.

Flores CC y Sarandón SJ **(**2003). ¿Racionalidad económica versus sustentabilidad ecológica? El ejemplo del costo oculto de la pérdida de fertilidad del suelo durante el proceso de Agriculturización en la Región Pampeana Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía*. Universidad Nacional de La Plata. 105 N° 1, 53-68.

Flores CC y Sarandón SJ (2015). Evaluación de la sustentabilidad de un proceso de transición agroecológica en sistemas de producción hortícola familiares del partido de La Plata, Buenos Aires, Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 114 (Núm. Esp. 1) Agricultura Familiar, Agroecología y Territorio, 52-66.

Gontier M, B Balfors y U Mörtberg (2006). Biodiversity in environmental assessment-current practice and tools for prediction. Environmental Impact Assessment Review 26: 268-286.

Gliessman S (2001). A energética dos agroecosistemas. En: *Agroecología. Processos ecológicos em agricultura sustentable*. Segunda Edición (509-538). Editora da Universidade Río Grande do Sul Brasil. Porto Alegre, Brasil.

Harte MJ (1995). Ecology, sustainability, and environment as capital. *Ecological Economics* 15, 157-164.

Kurtenbach ME, EN Johnson, RH Gulden, S Duguid, MF Dyck y CJ Willenborg (2019). Integrating cultural practices with herbicides augments weed management in flax. *Agronomy Journal*, 111 (4), 1904-1912.

Lutman PJW (1991). Weed control in linseed: a review. *Aspects of Applied Biology*, 28, 137-144.

Malézieux, E, Y Crozat, C Dupraz, M Laurans, D Makowski, H. Ozier-Lafontaine, B. Rapidel, S De Tourdonnet y M Valentin-Morison (2009). Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. A review. Agronomy Sustainable Development 29 (1): 44-62 Recuperado de: https://www.agronomy-journal.org/articles/agro/pdf/2009/01/a7086.pdf.: ultimo acceso junio 2022.

Morris DH (2007). Linaza - Una Recopilación sobre sus Efectos en la Salud y Nutrición. Flax Council of Canada. Recuperado de: www.flaxcouncil.ca

Park, J y SH Cousins (1995). Soil biological health and agro-ecological change. *Agriculture, Ecosystems y Environment*, 56, 137-148.

Parris K (1999). Environmental indicators for agriculture: overview in OECD countries (25-44). En: Browe, F. M. y Crabtree, J. R., (Ed), Environmental Indicators and Agricultural policy. CAB International.

Sanchez_Vallduvi GE y SJ Sarandón (2011). Effects of changes in flax (*Linum usitatissimum* L.) density and interseeding with red clover (*Trifolium pratense* L.) on the competitive ability of flax against Brassica weed. *Journal of Soustainable Agriculture*, 35 (8), 914-926.

Sánchez Vallduví GE y SJ Sarandón (2014). Principios de manejo agroecológico de malezas. En: Sarandón, S. J. y Flores, C. C. (Coordinadores), Agroecología: Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables (286-313). La Plata. EDULP. Recuperado de: http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/37280

Sanchez_Vallduví GE (2012). Manejo de malezas en lino. Evaluación de la competencia cultivo-maleza con un enfoque agroecológico. Tesis doctoral. Disponible on line: http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/26043.

Sánchez Vallduví GE; LN Tamagno y AV Dellepiane (2020). El uso de indicadores para evaluar el aporte a la sustentabilidad del intercultivo de girasol con leguminosas forrajeras. VIII Congreso Latinoamericano de Agroecología. Montevideo Uruguay. 25-27 de noviembre 2020

Sánchez Vallduví GE y SJ Sarandón. (2021). Análisis de la sustentabilidad ecológica de distintas estratégias de manejo de malezas em el cultivo de lino oleaginoso (Linum usitatissimum L.) en Argentina. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata 129 (2): 1-23.

Sarandón SJ, MS Zuluaga, R Cieza, C Gomez, L Janjetic y E Negrete (2006). Evaluación de La sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas em Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Revista Agroecología*, 1, 19-28.

Sarandón SJ y CC Flores (2009). Evaluación de la sustentabilidad en Agroecosistemas: una propuesta metodológica. *Revista Agroecología*, V (4), 19-28.

Sarandón SJ y CC Flores (2014). La agroecología: el enfoque necesario para una agricultura sustentable. En: Sarandón S. J. y Flores, C. C. (Coordinadores), *Agroecología: Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*, (42-69). La Plata. EDULP. Recuperado de: http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/37280

Sarandón SJ, CC Flores, NA Gargoloff y ML Blandi (2014). Análisis y evaluación de agroecosistemas: construcción y aplicación de indicadores. En: Sarandón S. J. y Flores, C. C. (Coordinadores), Agroecología: Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables, (375-410). La Plata. EDULP. Recuperado de: http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/37280

Sarandón SJ (2020). El papel de la agricultura en la transformación social-ecológica de América Latina. Serie Cuadernos de la transformación, 11. México, Friedrich Ebert Stiftung.

Scheineiter O (2001). Trébol rojo. En Forrajeras y Pasturas del ecosistema templado húmedo de la Argentina (317-338). INTA. Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Facultad de Ciencias Agrarias.

Smyth AJ y J Dumanski (1995). A framework for evaluating sustainable land management. *Canadian Journal of soil Science*, 75, 401-406.

Stupino SA, MJ Iermanó, NA Gargoloff y MM Bonicatto (2014). La biodiversidad en los agroecosistemas. En: Sarandón S. J. y Flores, C. C. (Coordinadores), Agroecología: Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables, (131-158). La Plata. EDULP. Recuperado de: http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/37280

Tasawar A, ZA Zahir, M Naveed y RJ Kremer (2018). Chapter Five - Limitations of Existing Weed Control Practices Necessitate Development of Alternative Techniques Based on Biological Approaches. D.L. Sparks (Ed.). *Advances in Agronomy*, 147, 239-280.

Viglizzo, EF, AJ Pordomingo, MG Castro, FA Lértora y JN Bernardos (2004). Scale-dependent controls on ecological functions in agroecosystems of Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 101, 39-51.

van der Werf HMG y J Petit (2002). Evaluation of the environmental impact of agriculture at the farm level: a comparison and analysis of 12 indicator-based methods. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 93, 131-145.

World Comission of Enviromental y Development (WCED) (1987). Our common future. Oxford Univ. Press, Oxford.

CAPÍTULO 14
Índice de hábitat potencial de biodiversidad funcional en periurbanos

Lucía del Barrio y Santiago J. Sarandón

Agricultura en las interfases urbano-rurales

Las ciudades de Argentina responden a un patrón de crecimiento de baja densidad (Lanfranchi *et al*, 2018). Este tipo de expansión urbana, demanda grandes extensiones de suelo y de otros bienes naturales para el desarrollo de infraestructuras de residencias, comercios y servicios, lo que genera una fuerte presión sobre las áreas productivas y naturales. Muchas ciudades argentinas se están expandiendo sobre zonas agrícolas.

La urbanización de áreas agrícolas conforma paisajes discontinuos en los que conviven usos del suelo productivos y residenciales. Se crean espacios mixtos, también llamados de **interfase urbano rural**. Para definir las interfases urbano-rurales, existe una amplia riqueza de conceptos y denominaciones: periurbano, franja urbana, franja rururbana, continuo urbano–rural, bordes productivos, territorio de borde, cinturón verde, espacios agrícolas periurbanos, territorios productivos periurbanos, entre otros. Sin embargo, más allá de la forma en que se nombre a estos territorios, numerosos autores coinciden en que se trata de un **espacio complejo y conflictivo**, conformado por un mosaico **dinámico** de usos, procesos y problemas que contienen características comunes tanto de la ciudad, como del campo.

En las interfases urbano-rurales, la agricultura está expuesta a nuevas problemáticas complejas y multidimensionales. Entre estas, puede mencionarse la competencia que se produce con los usos residenciales del suelo por los bienes naturales -principalmente suelo y agua-. Cabe destacar que la mayor parte de las veces se resuelve a favor del uso más rentable del suelo que en estos territorios es el uso urbano. Además, la agricultura de estas zonas tiene mayores costos de producción debido al incremento en el costo de oportunidad por mantenerse en la actividad, la obligación de pago de tasas e impuestos urbanos ya que muchas veces no están diferenciados por actividad, y en el caso de los productores arrendatarios, el aumento del precio del alquiler. Otra problemática importante es la pérdida de "atmósfera productiva" y el deterioro de las relaciones de confianza, debido al incremento de conflictos con los nuevos vecinos urbanos vinculados a las prácticas agrícolas como es el uso de agroquímicos (especialmente plaguicidas). Todo esto, agudiza las pérdidas de sostenibilidad que sufre la actividad agrícola y

atenta contra el desarrollo de la agricultura en estas zonas (Andrada, 2018; Dalmasso *et al*, 2021; Van den Bosch & Brés, 2021).

La creciente conformación de áreas de interfase urbano rural y las presiones que se ejercen sobre la agricultura en todo el país, alertan sobre el riesgo, actual y futuro, que conlleva no disponer de espacios con capacidad productiva para sostener la producción de alimentos y de otros bienes y funciones ecosistémicas de beneficio común (Giobellina, 2018; del Barrio & D'Amario, 2020; Goites *et al*, 2020; Tittonell, 2020).

Problemáticas complejas en territorios complejos: conformación de interfases urbano-rurales en áreas bajo riego

La agricultura en las áreas agrícolas bajo riego -como es el caso de la provincia de Mendoza- se circunscribe a los oasis o zonas con disponibilidad de agua para riego y, a diferencia de lo que ocurre en otras regiones del país, la agricultura no puede desplazarse más allá de los límites de estos oasis[10].

En Mendoza, se está produciendo un crecimiento acelerado y desordenado de la ciudad. La superficie urbana dentro del oasis Norte, aumentó casi un 90 % en los últimos 30 años (Olmedo *et al*, 2016). Este crecimiento se produjo sobre áreas agrícolas próximas al Área Metropolitana de Mendoza, con un aumento de 11.000 hectáreas de suelo urbano en el periodo 1987 – 2018 (Rojas *et al*, 2020).

Dalmasso *et al* (2021), señalan la falta de control del crecimiento urbano sobre tierras agrícolas en el oasis Norte de Mendoza y los problemas que surgen con la conformación de áreas de interfase urbano rural. Entre las problemáticas que identificaron los mencionados autores a partir de entrevistas en profundidad a viticultores de la zona, destacan conflictos con los nuevos vecinos urbanos por el uso del recurso hídrico y por ciertas prácticas agrícolas como el uso de agroquímicos y la quema de restos de poda. También mencionan el incremento de la delincuencia e inseguridad en los establecimientos agrícolas.

En todo el país las interfases urbano-rurales son el escenario de problemáticas y conflictos socioambientales. Tienen especial relevancia los conflictos asociados con los efectos del uso de plaguicidas en cercanía a centros poblados debido al impacto en la salud de las comunidades (Zulaica *et al*, 2015; Pengue *et al*, 2018; Molpeceres *et al*, 2020).

[10] Mendoza presenta un clima árido a semiárido, con un promedio de precipitaciones de alrededor de 250 mm anuales. La escasez y el régimen que presentan las precipitaciones (monzónico), limitan su uso para riego. El desarrollo de la provincia depende de la gestión del recurso hídrico de los ríos que descienden de la cordillera de los Andes por la fusión de nieves y glaciares. En el cauce medio de la cuenca de estos ríos, se han ido formando sobre las planicies, grandes conos aluviales en los que fueron depositadas las tierras más fértiles y donde se han establecido los oasis (Abraham, 2000). Mendoza tiene seis oasis que ocupan únicamente el 5 % de su superficie.
El oasis Norte, abastecido por el río Mendoza, comprende las áreas irrigadas de los departamentos de Ciudad de Mendoza, Godoy Cruz, Luján de Cuyo, Lavalle, Las Heras, Guaymallén y Maipú. Es oasis de mayor tamaño, ocupa el 1,8 % de la superficie provincial y aloja a más del 80% de la población provincial (Colli *et al*,2020).

En Mendoza, se registró un antecedente de conflictividad socioambiental por la fumigación aérea de plaguicidas para el control de la "polilla de la vid" (*Lobesia botrana*) (Barrientos *et al*, 2018). Si bien no presentó la magnitud de los conflictos identificados en la región Pampeana, permite suponer que a medida que se urbanicen los paisajes agrícolas de Mendoza, los conflictos socioambientales se agudizarán, sumándose un nuevo desafío para los agricultores de las áreas de interfase urbano rural.

Agroecología en interfases urbano-rurales: alternativa para un problema complejo

El uso de plaguicidas para el control de plagas es una de las prácticas convencionales de manejo de la agricultura que genera mayores impactos socioambientales. El manejo agroecológico se plantea como una solución para disminuir dichos impactos dado que se basa en recuperar y/o fortalecer funciones ecosistémicas, que permiten disminuir el uso de plaguicidas y otros insumos químicos.

En áreas de interfase urbano rural, donde es urgente disminuir el uso de plaguicidas, es necesario promover la función ecosistémica de control biológico de plagas. Para esto se debe conservar las comunidades vegetales con capacidad de brindar hábitat a artrópodos, parasitoides y depredadores generalistas (del Barrio *et al*, 2022).

Las comunidades vegetales que pueden constituir un hábitat adecuado para esta biodiversidad funcional son aquellas que ofrecen fuentes de alimento para diferentes especies de artrópodos y disponibilidad de nichos para su refugio y reproducción. La **vegetación hábitat** con estas características se encuentra en diferentes zonas del paisaje y, para poder conservarla, hay que identificarla y conocer su ubicación precisa.

Muchas veces, las zonas del paisaje en las que se encuentra esta vegetación hábitat coinciden con áreas privadas o municipales, por lo que, para su conservación y gestión, son necesarios instrumentos normativos y de planificación territorial. El ordenamiento ambiental territorial, es un instrumento normativo -citado en la Ley General del Ambiente-, que tiene injerencia para precisar la localización de actividades antrópicas y el desarrollo de asentamientos humanos en función de los recursos ambientales y la sustentabilidad social, económica y ecológica (Psathakis *et al*, 2010).

El ordenamiento ambiental territorial, se plantea entonces como un instrumento para la mejora de la sostenibilidad de la actividad agrícola en las interfases urbano-rurales a partir de la conservación de aquellas unidades del paisaje que proveen funciones ecosistémicas como el control biológico de plagas. Para su utilización, los gobiernos municipales y provinciales precisan información, criterios e indicadores que analicen numerosas dimensiones y variables del territorio y su interacción, mejorando la toma de decisiones de planificación territorial (Giobellina & Barchuck, 2020, en Suez, 2020).

El objetivo de este capítulo es analizar la utilidad de la construcción de indicadores a nivel paisaje para resolver problemas complejos como es la sostenibilidad de la agricultura en territorios de interfases urbano rural.

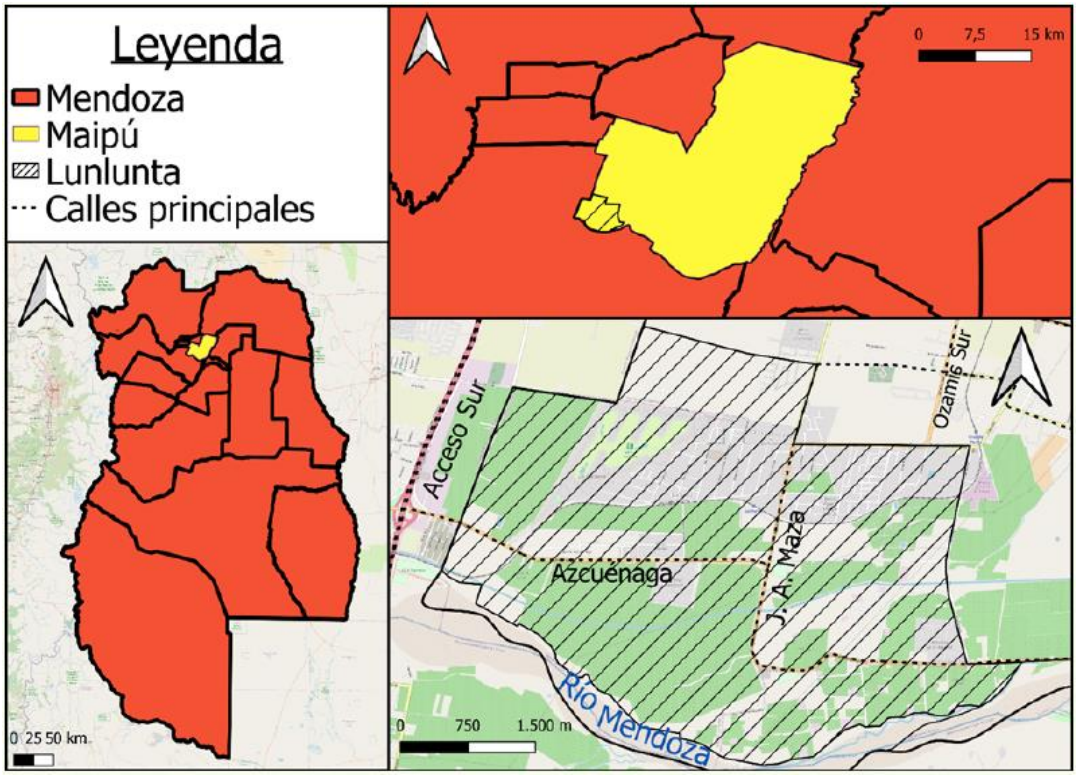
Para esto se toma como ejemplo, la construcción y aplicación del Í**ndice de hábitat potencial de biodiversidad funcional (IHPB)** en 6 unidades de paisaje de un área de interfase urbano rural bajo riego en Mendoza y los aportes y recomendaciones que pueden hacerse para las políticas de planificación territorial.

Metodología

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el distrito de Lunlunta (departamento de Maipú), ubicado en la zona periurbana del Área Metropolitana del oasis Norte de la provincia de Mendoza, República Argentina (Figura 20.1). Su uso del suelo ha cambiado por el crecimiento disperso de la ciudad, transformándose en un territorio de interfase urbano rural. Sin embargo, a diferencia de los poblados aledaños que se encuentran altamente urbanizados, este distrito se caracteriza por mantener gran parte de su superficie con agricultura, coberturas naturales y seminaturales.

Figura 14.1: Mapa de la ubicación del área de estudio en la Provincia de Mendoza, Argentina



El sistema de cultivo predominante en el distrito de Lunlunta es de vid (*Vitis vinifera* var. Malbec) en sistemas consociados con olivo (Olea europaea) aunque también se observan algunos cultivos de durazneros (*Prunus persica*) (Van den Bosch & Brés, 2021).

Es una zona tradicional, en la que se conservan viñedos de cepajes finos conducidos en espalderos con más de 50 años de antigüedad. Dada esta antigüedad, las uvas Malbec de la zona gozan de un reconocido prestigio en la industria. El precio pagado es relativamente mayor por tratarse de un producto no replicable, de oferta limitada y de alta calidad reservado a vinos Premium (Van den Bosch & Brés, 2021).

Según un estudio cualitativo antecedente, en el que se entrevistó a numerosos actores agrícolas (específicamente productores vitícolas) de la zona periurbana del oasis Norte, los productores de Lunlunta, Cruz de Piedra y Vistalba tienen una visión de futuro sostenida en la actividad agrícola, basada principalmente en nuevas inversiones para ofrecer servicios de agroturismo (Dalmasso *et al*, 2021). Es por esto que, en el área de estudio, se supone que existiría la oportunidad para sostener la agricultura más allá de seguir creciendo las zonas urbanizadas.

La vegetación nativa que puede encontrarse en los sectores no irrigados, ni perturbados corresponde a las especies dominantes de la provincia fitogeográfica del Monte: arbustos xerofíticos de follaje perenne, pertenecientes en su mayoría a la familia Zigofilaceae, con escasez de gramíneas y árboles (Oyarzabal *et al*, 2018). Debido a la presencia de una napa freática poco profunda y a zonas de surgencia natural de agua subterránea, se identifican algunas variantes azonales como especies arbustivas de halófitas y bosques abiertos freatofíticos (Roig *et al*, 2009 en Oyarzabal *et al*, 2018). En los márgenes del río en el límite sur del distrito, se encuentran bosques naturales de sauces (*Salix sp.*) y cortaderas (*Cortadeira selloana*), especies adaptadas a zonas de ribera (Méndez, 1998).

Las comunidades de especies vegetales espontáneas que acompañan los viñedos y que son dominantes en toda la zona agrícola del oasis Norte, corresponden principalmente a especies introducidas de las familias Solanaceae, Polygonaceae y Chenopodiaceae junto a las especies nativas como clavel amarillo (*Wedelia glauca*) y papilla (*Pitraea cuneato-ovata*) (Mendéz, 2014).

Unidades de paisaje

Las comunidades vegetales presentes en un paisaje representan la síntesis de los factores físicos, bióticos y sociales interactuantes (Barchuk *et al*, 2007). Es por esto, que se utilizaron los componentes de la vegetación para delimitar subáreas en el área de estudio, utilizando el concepto de unidades de paisaje (UP) (Barchuk *et al*, 2007; Mazzoni, 2014).

Las unidades de paisaje facilitan el estudio y la identificación de oportunidades y limitaciones de un territorio. Pueden definirse como la expresión integrada de componentes físicos, biológicos y culturales que se presenta en el espacio geográfico y genera una fisonomía particular,

permitiendo diferenciar una parte del paisaje, de otra (López-Barajas & Cervantes-Borja, 2002 en Barchuk *et al*, 2007).

Se partió del supuesto de que, ambientes con distintos usos del suelo conllevan el establecimiento de diferentes comunidades vegetales y para determinarlos, se utilizó el mapa de coberturas del suelo. Quedaron definidas seis Unidades de Paisaje (Tabla 20.1).

Tabla 14.1: Descripción de las unidades de paisaje para el área de interfase urbano rural de Lunlunta, Mendoza – Argentina

	**Agrícola biodiversa** Unidad de paisaje compuesta por agroecosistemas de cultivos perennes, principalmente vid y olivo, en sistemas de cultivo mixtos en los que se conserva vegetación espontánea en espacios no cultivados (interfilares, bordes de cultivo, callejones y caminos internos que se utilizan para el movimiento dentro de la finca, como el paso del tractor).
	**Agrícola convencional** Unidad de paisaje compuesta por agroecosistemas de cultivos perennes, principalmente vid y olivo, en sistemas de cultivo mixtos en los que se mantienen descubiertos tanto la línea de plantación como los espacios no cultivados, mediante uso intensivo de labranza mecánica y/o herbicidas.
	**Natural de ribera** Unidad de paisaje colindante con el río Mendoza. Compuesta por zonas de vegetación natural ribereña con elevada presencia de especies autóctonas y donde el recurso hídrico es más abundante que en resto del área de estudio.

	**Natural de secano** En esta unidad de paisaje se incluyeron las áreas con vegetación xerófila típica de la Provincia Biogeográfica del Monte, cuya única fuente de agua son las escasas precipitaciones.
	**Seminatural** Conformada por ambientes antropizados que han cambiado de uso, mayoritariamente fincas abandonadas y desmontes para fines urbanísticos. La vegetación corresponde mayormente a especies espontáneas en diferentes estadios sucesionales, dependiendo del tiempo que lleven en desuso.
	**Urbana** Conformada por la vegetación de jardines residenciales y plazas públicas. Las residencias del área de estudio, tienen grandes superficies de jardín con relación a las áreas urbanas más consolidadas y, al encontrarse en un distrito cuya vocación ha sido principalmente agrícola, es común encontrarse con jardines muy vegetados.

Construcción del índice

Tomando como base la PROMES (ver capítulo 1) se construyó un instrumento para **evaluar la capacidad de las unidades de paisaje de proveer hábitat para controladores biológicos**, denominado ***Índice de Hábitat Potencial para la Biodiversidad*** **(IHPB)**. Se hace referencia a hábitat potencial, ya que no se midió la presencia de controladores biológicos ni las tasas de depredación o parasitismo, sino que se construyeron indicadores para evaluar las coberturas vegetales en función de la capacidad de proveer hábitat.

Según la citada metodología, una vez definidos los objetivos de la evaluación y luego de haber realizado un diagnóstico del sistema a caracterizar, es necesario identificar las dimensiones del análisis para la generación de un índice. Para la construcción de este índice, se definieron dos

dimensiones que determinan la capacidad potencial de ofrecer hábitat para la biodiversidad: **alimento** y **refugio**. Posteriormente, basados en características de la vegetación que aportan a dichas dimensiones, se elaboraron cinco indicadores que valoran las condiciones que necesitan los controladores biológicos artrópodos parasitoides y depredadores para su supervivencia (Tabla 14.2).

Tabla 14.2: Descripción y fórmula de los indicadores que conforman el *Índice de Hábitat Potencial para la Biodiversidad* (IHPB)

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	IMPORTANCIA
Cobertura Vegetal (CV)	Representa el porcentaje de la superficie que se encontraba cubierta con vegetación al momento del censo. La cobertura del suelo promedio de la Provincia Biogeográfica del Monte oscila entre 30% y 50% (Villagra *et al*, 2004). Sin embargo, en el área de estudio puede alcanzar valores superiores al 95% por el aporte del riego (Méndez, 2003; 2014). Con el objetivo de que los máximos valores de cobertura no superen el 50%, acorde a las características de la región, se pondera por un coeficiente de 0.5. *CV= CVT * 0.5*	El porcentaje de suelo cubierto se relaciona con la disponibilidad de alimento para los organismos depredadores, ya que cuanto mayor es la cobertura vegetal del suelo más favorables son las condiciones para la presencia de organismos herbívoros, proporcionando una mayor abundancia de presas (Paleologos *et al*, 2008; Uzman *et al*, 2020), así como mayor oferta de refugio (López García *et al*, 2019).
Diversidad vegetal (H)	Para su cálculo se utiliza el índice de Shannon (H) siguiendo la ecuación descrita por Shannon-Weaver (Peet, 1974): $H = -\sum_{x=1}^{113}(pi * lnpi)$ *Donde pi =cobertura relativa de la especie i para el censo x.* La diversidad será mayor, cuanto mayor sea la riqueza de especies y más equitativa la distribución de los individuos de cada especie. Valores de H cercanos a 1, corresponden a alta diversidad.	En estudios realizados en diferentes sistemas agrícolas de Argentina, se menciona una relación positiva entre la abundancia de enemigos naturales y la riqueza de especies vegetales (Paleologos *et al*, 2008; Stupino, 2018; Fernández *et al*, 2019; López García *et al*, 2019).
Cobertura relativa de familias relevantes con flor (CRFF)	Representa la cobertura relativa de especies dicotiledóneas de las familias Fabaceae, Apiaceae, Asteracea, Brassicaceae, Malvaceae, Convolvulaceae y Polygonaceae. Para su cálculo, se utiliza la siguiente ecuación: $CRFF = \frac{p\ flores}{p\ total}$ *Donde p flores= cobertura de las especies herbáceas dicotiledóneas de las familias consideradas relevantes y p total= cobertura de todas las especies inventariadas en cada censo.* Puede tomar valores de 0 a 1, siendo 1 el valor obtenido cuando toda la cobertura del censo corresponde a especies dicotiledóneas de familias relevantes.	La cobertura de especies con flores en general, ofrecen recursos azucarados y polen para satisfacer los requerimientos fisiológicos y reproductivos de numerosas especies de insectos. En particular las especies con flores (dicotiledóneas) pertenecientes a las familias botánicas Fabaceae, Apiaceae, Asteracea, Brassicaceae, Malvaceae, Convolvulaceae y Polygonaceae han sido citadas como favorecedoras de la presencia de enemigos naturales y, por lo tanto, son un indicador de provisión potencial de alimentoo para estos artrópodos (Nicholls Estrada, 2008; Dubrovsky Beresztein *et al*, 2015; Paleologos *et al* 2015; Simao *et al*, 2018; Fernández *et al*, 2019; López García *et al*, 2019; Polack *et al*, 2020).

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	IMPORTANCIA
Cobertura relativa de gramíneas perennes (CRGP)	Es la relación entre la proporción de suelo cubierto con especies perennes de la familia Poaceae (p gramíneas perennes) y la cobertura de todas las especies inventariadas en cada censo (p total). $CRGP = \frac{p\ gramíneas\ perennes}{p\ total}$	Los hábitats perennes son importantes en la dinámica temporal de los refugios ya que brindan ambientes estables. En particular las gramíneas perennes se han identificado como como hábitat de refugio invernal de artrópodos controladores biológicos (Veres *et al*, 2013; Iermanó *et al*, 2015; Cánepa *et al*, 2015).
Cobertura relativa de especies arbóreas y arbustivas nativas (CRAAN)	Para su cálculo se considera la cobertura relativa de las especies arbóreas y arbustivas de origen nativo. $CRAAN = \frac{p\ nativas\ arbustivas\ y\ arbóreas}{p\ total}$ Puede tomar valores de 0 a 1, siendo 1 cuando toda la cobertura del censo corresponde a especies arbóreas y arbustivas de origen nativo.	Cuanto más estratificada es la estructura de la vegetación, genera mayor número de microhábitats que aportan una amplia gama de recursos para los diversos requerimientos de los artrópodos (Rosas-Ramos *et al*, 2018; Fernández *et al* 2019). Si a su vez, la composición vegetal corresponde a especies de origen nativo, entonces, se ofrecen recursos alimenticios florales de elevada calidad y durante un periodo prolongado, por lo que, estas comunidades son promotoras de la presencia de artrópodos benéficos con los que han co-evolucionado (Stupino, 2018; Rojas Rodriguez *et al*, 2019; Gayer *et al*, 2019; López García *et al*, 2019; Uzman *et al*, 2020).

Valores más altos del ***Índice de Hábitat Potencial para la Biodiversidad***, indican mayor provisión de hábitat potencial para la biodiversidad de controladores biológicos, siendo 4,5 el valor máximo posible. Para su cálculo**,** se utilizó la siguiente fórmula:

IHPB = CV + H + CRFF + CRPG + CRAAN

Donde CV= Cobertura Vegetal; H= Diversidad vegetal, CRFF= Cobertura relativa de familias relevantes con flor, CRPG= Cobertura relativa de gramíneas perennes y CRAAN= Cobertura relativa de especies arbóreas y arbustivas nativas.

Relevamiento de vegetación

El relevamiento de la vegetación de las unidades de paisaje y de sus características, se realizó siguiendo el método de abundancia dominancia Braun-Blanquet (Braun-Blanquet, 1979) (Figura 20.2). Para esto, se utilizó una unidad censal de 10 m por 10 m (100 m2) en las que se inventariaron las especies presentes, asignándoles un valor de cobertura. Además, se estimó la cobertura vegetal total y se registró el estrato de las especies relevadas según correspondiera a:

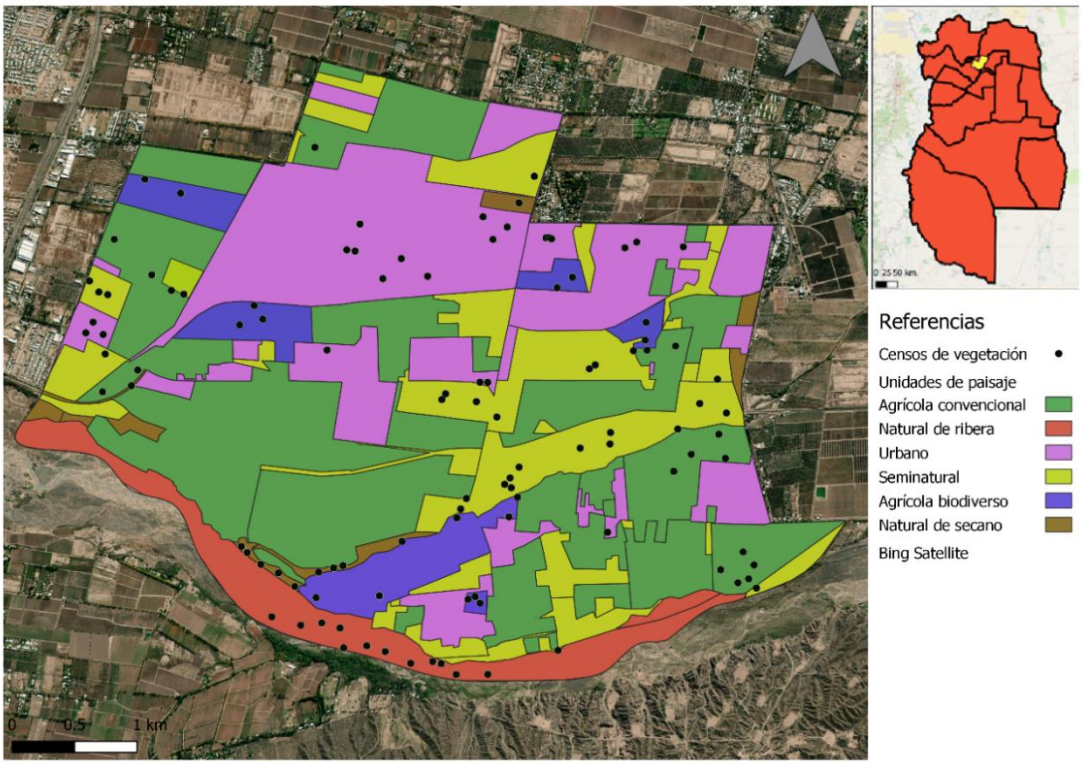
árboles, arbustos o herbáceas. Para cada especie inventariada se registró la familia botánica y su origen (nativo o exótico) según bibliografía y herbarios digitales.

Los relevamientos se realizaron durante los meses de verano (diciembre a febrero del año 2020), coincidiendo con la época de mayor frecuencia de lluvias. Esto permitió relevar elementos anuales de la vegetación y facilitó la identificación de las especies, por encontrarse mayormente en estadios de floración y fructificación.

En cada unidad de paisaje, la cantidad de relevamientos se determinó a partir de la variación de su composición florística. En los ambientes de composición más homogénea, las especies y sus valores de cobertura fueron redundantes en menos repeticiones, por lo que se hicieron menor cantidad de censos. En las unidades de paisaje Agrícola biodiversa y convencional se realizaron 18 censos respectivamente, 25 en los ambientes Seminatural y Urbana, 14 en sitios Naturales de secano y 13 en Natural de ribera. Resultando en un total de 113 censos de vegetación.

Los inventarios de cada censo fueron transcriptos en planillas Excel en las que se sistematizaron los datos base para el cálculo de los indicadores.

Figura 14.2: Ubicación de los censos de vegetación según unidades de paisaje en Lunlunta, Mendoza-Argentina



Resultados

Resultados del Índice

Los resultados del Índice de Hábitat Potencial para la Biodiversidad (IHPB) varió entre las unidades de paisaje. Alcanzó el valor promedio más alto (2,10) en la unidad de paisaje Natural de secano y el más bajo (1,23) en la Agrícola convencional. Las unidades de paisaje Seminatural, Natural de ribera y Urbana presentaron valores medios del IHPB, más similares entre sí que con las unidades Natural de secano y Agrícolas (Tabla 20.3).

Tabla 14.3: Valores promedio del Índice de Hábitat Potencial para la Biodiversidad (IHPB) obtenidos en las unidades de paisaje de Lunlunta, Mendoza- Argentina. Valor máximo posible: 4,5.

Unidad de paisaje (UP)	Agrícola biodiverso	Agrícola convencional	Natural de ribera	Natural de secano	Seminatural	Urbano
IHPB Promedio	1,55	1,23	1,79	2,10	1,82	1,69

Resultados de los indicadores

Para comprender mejor los resultados del índice, se analizaron los valores obtenidos de los indicadores y se utilizó una coloración tipo semáforo para mejorar su visibilidad. Para esto, se agruparon los valores obtenidos de los indicadores en tres categorías:

- Indicadores con valores promedio de 0,01 a 0,22 corresponden a la categoría de provisión media baja (rojo)
- Indicadores con valores promedio de 0,23 a 0,45 corresponden a la categoría de provisión media (amarillo)
- Indicadores con valores promedio de 0,46 a 0,66 corresponden a la categoría media alta (verde)

Al considerar estas categorías, puede observarse que para toda el área de estudio la provisión de flores de familias relevantes, de gramíneas perennes y la cobertura vegetal es media a baja. Los valores medios de los indicadores (CRFF, CVT y CRGP) oscilaron entre 0,01 y 0,66 (Tabla 20.4).

Como aspecto positivo, se destaca la alta diversidad de especies. El indicador de diversidad vegetal (H) presentó valores superiores a 0,5 en todas las unidades de paisaje. Por su parte, para el indicador de Cobertura relativa de especies arbóreas y arbustivas nativas (CRAAN), se

obtuvo una gran variabilidad de resultados entre las unidades de paisaje; presentando los valores más altos en Seminatural y Natural de secano y valores cercanos a cero en las unidades de paisaje Agrícola convencional, Agrícola biodiversa y Urbana.

Tabla 14.4: Categorías de provisión de condiciones de hábitat para la biodiversidad funcional

Unidad de paisaje	Agrícola biodiverso	Agrícola convencional	Natural de ribera	Natural de secano	Seminatural	Urbano
Indicador						
Diversidad vegetal (H)	**0,61**	**0,49**	**0,49**	**0,66**	**0,45**	**0,63**
Cobertura relativa de familias relevantes con flor (CRFF)	**0,28**	**0,27**	**0,44**	**0,34**	**0,29**	**0,21**
Cobertura relativa de especies arbóreas y arbustivas nativas (CRAAN)	**0,02**	**0,01**	**0,26**	**0,47**	**0,47**	**0,04**
Cobertura relativa de gramíneas perennes (CRGP)	**0,24**	**0,18**	**0,25**	**0,2**	**0,31**	**0,39**
Cobertura Vegetal (CV)	**0,4**	**0,28**	**0,35**	**0,43**	**0,29**	**0,43**

Resultados por unidad de paisaje

Las unidades agrícolas de esta región tienen una provisión media baja de especies arbustivas y arbóreas nativas y para el caso de Agrícola convencional, también es baja la provisión de gramíneas perennes. Los valores mínimos del indicador Cobertura relativa de especies arbóreas y arbustivas nativas (CRAAN) fueron observados en las unidades de paisaje agrícolas. Por lo tanto, la **dimensión refugio**, se ve muy afectada por las prácticas agrícolas con las que se desarrolla la agricultura en el distrito de Lunlunta.

En la unidad de paisaje Natural de ribera, se registraron valores medios de todos los indicadores y el valor promedio del indicador Cobertura relativa de especies con flores de familias

relevantes (CRFF) fue el más alto de todo Lunlunta. Por su parte, la comunidad vegetal de la unidad de paisaje Natural de secano se destacó por su elevada diversidad y cobertura vegetal, alcanzando los valores más altos para estos indicadores.

La unidad de paisaje Natural de secano aporta mejores condiciones de estratos nativos –coincidiendo en esta característica con los ambientes Seminaturales– que la Natural de ribera, pero provee gramíneas perennes en valores más bajos. El mayor valor del indicador CRAAN se obtuvo en la UP Seminatural. Sin embargo, es importante señalar que su cobertura vegetal fue la más baja, junto con la UP Agrícola convencional.

La unidad de paisaje Urbana presentó el mayor valor de diversidad vegetal, pero se encontró que estos ambientes proveen escasamente flores de familias relevantes y especies nativas de árboles y arbustos, predominando en las residencias las especies vegetales exóticas.

Reflexión sobre los resultados

El Índice de Hábitat Potencial para la Biodiversidad (IHPB) y los indicadores que lo constituyen, mostraron sensibilidad para evaluar la provisión de hábitat potencial para controladores biológicos de las diferentes unidades de paisaje del área de estudio. También permitieron resaltar las diferencias entre las unidades de paisaje e identificar áreas para conservar y para implementar mejoras en su manejo, siendo una herramienta sencilla de ordenamiento ambiental para la promoción de la agroecología.

Resultaron instrumentos de fácil y rápida medición y, al estar basados en las características de la vegetación, podrán ser utilizados en otras unidades de paisaje y áreas de interfase urbano rural.

Su aplicación en el distrito de Lunlunta (Maipú-Mendoza), mostró que todas las unidades de paisaje aportan función de hábitat, presentando diferentes condiciones de refugio y alimentos según las características de sus comunidades vegetales y que la vegetación presente en las unidades de paisaje Natural de ribera, Natural de secano y Seminatural es la que ofrece mayores recursos.

La construcción y aplicación de los indicadores, permitió identificar las características de la vegetación que pueden mejorarse para aumentar la provisión de hábitat en cada unidad de paisaje. Por su parte, la definición de rangos y categorías de provisión permitió dar cuenta de manera sencilla aquellas unidades de paisaje que presentan condiciones de hábitat más precarias con el fin de proponer intervenciones urgentes (rojo), de mediano (amarillo) y largo plazo (verde).

Recomendaciones para la planificación territorial

Los resultados señalan la influencia que tiene el manejo de la vegetación de los ambientes del área de interfase urbano rural en la provisión de funciones ecosistémicas. Esto resalta la importante responsabilidad de los decisores, no sólo públicos sino también privados, urbanos y agrícolas, en la definición de la capacidad del paisaje de proveer hábitat para controladores biológicos.

La aplicación del índice y los indicadores permitió visibilizar y corroboran la importancia de conservar áreas naturales y seminaturales debido a su potencialidad para sostener a la entomofauna benéfica en los paisajes de interfase urbano rural y destacó la importancia de la provisión de refugio invernal y la diversidad de fuentes alimenticias que ofrece la unidad de paisaje urbano. Esto señala que, al menos en la provisión de hábitat para estos organismos, no existe incompatibilidad de usos.

Dado que los ambientes agrícolas ocupan la mayor proporción de superficie del área de estudio, se propone en primera instancia implantar o restaurar, en los casos posibles, especies arbóreas y arbustivas nativas a modo de cortavientos o cierre perimetral en las unidades agrícolas. De esta manera, estas especies vegetales mejorarán la condición de hábitat potencial de los sistemas agrícolas de Lunlunta para la implementación de un modelo de producción de base agroecológica, a la vez que aportan otro servicio ecosistémico.

En caso de decidirse promover un sistema de producción de base agroecológico a escala de paisaje, el uso de indicadores permite evaluar numerosas variables, de diferentes dimensiones lo que facilita el abordaje de la complejidad que caracteriza a las áreas de interfase urbano rural. El uso del IHPB, marca un norte para los gestores y tomadores de decisión del territorio en cuanto a la identificación, ubicación y evaluación de áreas hábitat de biodiversidad funcional, tanto para su conservación como para promover nuevas áreas hábitat.

Referencias

Abraham EM (2000). Geomorfología de la Provincia de Mendoza. In E. M. Abraham & F. Rodríguez Martínez (Eds.), Recursos y Problemas Ambientales de la Zona Árida. Primera Parte: Provincias de Mendoza, San Juan y La Rioja. Tomo I: Caracterización Ambiental. (pp. 29–48). GTZ (Cooperación Técnica Argentino-Alemana), IDR (Univ. De Granada), IADIZA (Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas), SDSyPA (Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental) e INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria).

Andrada, NF (2018). Análisis de los conflictos territoriales asociados a la percepción de la producción hortícola bajo cubierta por parte de los actores sociales en el periurbano platense, 101.

Barchuk AH, S Basconcelo, H Britos, JA Santa y M del R Iglesias (2007). Unidades de paisaje para el desarrollo sustentable y manejo de los recursos naturales en el NO de Córdoba. In S. D. Mateucci (Ed.), Panorama de la ecología de paisajes en Argentina y países Sudamericanos (1 era, pp. 139–163). Buenos Aires: INTA Ediciones.

Barrientos J, SC Ferrer y T Manzur (2018). Controversias socio-técnicas en torno a las fumigaciones aéreas con agrotóxicos en la provincia de Mendoza. In Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología Rural (ALASRU). Montevideo, Uruguay.

Braun-Blanquet (1979). Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. (Blume Edic). Madrid.

Cánepa ME, GA Montero y IM Barberis (2015). Tussock grasses as shelters for overwintering arthropods in Pampean agroecosystems: Effects of plant size, clustering and architecture. Ecología Austral, 25(2), 119–127. https://doi.org/10.25260/EA.15.25.2.0.156

Colli MF, E Correa y CF Martinez (2020). De Mendoza-Argentina Para Definir Zonas Climáticas Locales. Revista Urbano, 42, 18–31.

Dalmasso C, Lettelier MD, E Brés, J Silva Colomer, J Gudiño, L del Barrio y MA Perez (2021). Transformaciones territoriales y producción vitícola en el oasis norte de Mendoza Una mirada desde los productores. (M. A. Perez & C. Dalmasso, Eds.). Buenos Aires: Ediciones INTA.

Del Barrio L y MJ D'Amario (2020). Servicio ecosistémico producción de alimentos en áreas periurbanas. Una aplicación en el cinturón verde de Mendoza, Argentina. Proyección: Estudios Geográficos y de Ordenamiento Territorial., XIV(27), 216–234.

del Barrio L, A Fruitos, SJ Sarandón, JA Portela, J D´Amario, MJ Martín Velasco y MA Perez (2022). Índice de provisión de hábitat potencial para la biodiversidad de controladores biológicos en un paisaje de interfase urbano rural en Mendoza, Argentina. Ecología Austral, 32. Disponible en: http://ojs.ecologiaaustral.com.ar/index.php/Ecologia_Austral/article/view/1780

Dubrovsky Beresztein N, V Fernández y M Marasas (2015). Análisis de las interacciones entre los componentes de la agrobiodiversidad como estrategia para el control biológico por conservación en el Cinturón Hortícola de La Plata, Bs. As. Argentina. In Congreso Latinoamericano de Agroecología (p. 6). La Plata: Universidad Nacional de La Plata.

Fernández V , M Marasas y SJ Sarandón (2019). Indicadores de Heterogeneidad vegetal. Una herramienta para evaluar el potencial de regulación biótica en agroecosistemas hortícolas del periurbano platense, provincia de Buenos Aires, Argentina. Revista de La Facultad de Agronomía, 118(2), 030. https://doi.org/10.24215/16699513e030

Gayer C, GL Lövei, T Magura, M Dieterich y P Batáry (2019). Carabid functional diversity is enhanced by conventional flowering fields, organic winter cereals and edge habitats. Agriculture, Ecosystems and Environment, 284. https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106579

Giobellina B (2018). La alimentación de las ciudades. Transformaciones territoriales y cambio climático en el cinturón verde de Córdoba. Ediciones INTA, 229–258.

Goites E, G Tito, P Nugent, MM Patrouilleau, JA Vitale Gutiérrez, MA Pérez, y C Dalmasso (2020). Espacios agrícolas periurbanos: oportunidades y desafíos para la planificación y

gestión territorial en Argentina (INTA Ediciones). Buenos Aires.

Iermanó, MJ, SJ Sarandón, LN Tamagno y A Maggio (2015). Evaluación de la agrobiodiversidad funcional como indicador del "potencial de regulación biótica" en agroecosistemas del sudeste bonaerense. Rev. Fac. Agron. La Plata, 114(1), 1–14.

Lanfranchi G, C Cordara, J Duarte, T Gimenez Hutton, S Rodriguez y F Ferlicca (2018). ¿Cómo crecen las ciudades argentinas? Estudio de la expasión urbana de los 33 grandes aglomerados. CIPPEC (Centro de Implementación de Políticas Públicas para la Equidad y el Crecimiento). Retrieved from www.cippec.org

López García GP, ME Mazzitelli, A Fruitos, M González, B Marcucci, R Giusti, y G Debandi (2019). Biodiversidad de insectos polinizadores y depredadores en agroecosistemas vitícolas de Mendoza, Argentina: Consideraciones para el manejo del hábitat. Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo, 51(1), 309–322. Retrieved from https://bdigital.uncu.edu.ar/13695

Mazzoni E (2014). Unidades de paisaje como base para la organización y gestión territorial. Estudios Socioterritoriales. Revista de Geografía, 2(16), 51–81.

Méndez E (1998). Bosque de Salix en las terrazas aluviales del río Mendoza, Argentina. Lilloa, 39(2), 183–190.Recuperado de: http://www.lillo.org.ar/journals/index.php/lilloa/article/view/1285

Méndez E (2003). Flora y vegetación de céspedes de parques públicos. (Mendoza, Argentina). Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo, 35(1), 51–62.

Méndez E (2014). Cambios estacionales de las comunidades vegetales de malezas en viñedos de Mendoza, Argentina. Boletín de Estudios Geográficos, 103.

Molpeceres C, L Zulaica y A Barsky (2020). De la restricción del uso de agroquímicos a la promoción de la agroecología. Controversias ante el conflicto por las fumigaciones en el periurbano hortícola de Mar del Plata (2000-2020). Proyección: Estudios Geográficos y de Ordenamiento Territorial, XIV (27), 160–186.

Nicholls Estrada CI (2008). Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico (Primera ed). Medellín, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.

Olmedo GF, Navarro Canafoglia VP y M Perez (2016). Estimación del avance urbano sobre la interfase urbano-rural del Oasis Norte de la Provincia de Mendoza. Análisis temporal y espacial. Primer Reunión Científica Del Programa Nacional de Recursos Naturales, Gestión Ambiental y Ecorregiones, 2015.

Oyarzabal M, J Clavijo, L Oakley, F Biganzoli, P Tognetti, I Barberis, … y RJ León (2018). Unidades de vegetación de la Argentina. Ecología Austral, 28(1), 040–063. https://doi.org/10.25260/ea.18.28.1.0.399

Paleologos MF, CC Flores, SJ Sarandon, SA Stupino y MM Bonicatto (2008). Abundancia y diversidad de la entomofauna asociada a ambientes semi-naturales en fincas hortícolas de La Plata, Buenos Aires, Argentina. Revista Brasileira de Agroecología, 3(1).

Paleologos M, P Pereyra, y A Cicchino (2015). El rol de los ambientes semi- naturales en la abundancia y diversidad de coleópteros edáficos en los viñedos de la Costa de Berisso,

Argentina. Revista de La Facultad de Agronomía, La Plata, 114(3), 74–84.

Peet RK (1974). The measurement of species diversity. Annual Review of Ecology and Systematics 5: 285-307.

Pengue WA, AF Rodriguez, A Etchegoyen, CP Stimbaum, M Ferrer, S Cabrini, … y A Goldberg, (2018). Agroecología, Ambiente y Salud: Escudos Verdes Productivos y Pueblos Sustentables. (W. A. Pengue & A. F. Rodríguez, Eds.) (Primera edición). Buenos Aires; Santiago de Chile: Fundación Heinrich Böll, Oficina Regional para Cono Sur.

Polack LA, RE Lecuona y S López (2020). Control biológico de plagas en horticultura. Experiencias argentinas de las últimas tres décadas. (INTA Ediciones, Ed.) (Primera ed). Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Psathakis J, P Lumerman, M de los A Ortiz, M Packman, V Matamoro, ME Di Paola, … y D Viegas (2010). Una aproximación al Ordenamiento Ambiental del Territorio como herramienta para la prevención y trasformación democrática de conflictos socio-ambientales. (J. Psathakis, Ed.) (Vol. 1). Buenos Aires: Fundación Cambio Democrático.

Rojas F, C Rubio, M Rizzo y M Bernabeu (2020). Land Use and Land Cover in Irrigated Drylands : a Long-Term Analysis of Changes in the Mendoza and Tunuyán River Basins , Argentina (1986–2018). Applied Spatial Analysis and Policy, 13. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s12061-020-09335-6

Rojas Rodriguez J, MR Rossetti y M Videla (2019). Importance of flowers in field margins for insect communities in agroecological farms from Cordoba, Argentina. Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo, 51(1), 1853–8665.

Rosas-Ramos N, L Baños-Picón, E Tobajas, V de Paz, J Tormos y JD Asís (2018). Value of ecological infrastructure diversity in the maintenance of spider assemblages: A case study of Mediterranean vineyard agroecosystems. Agriculture, Ecosystems and Environment, 265(March), 244–253. https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.06.026

Simao MC, J Matthijs y I Perfecto (2018). Experimental small-scale flower patches increase species density but not abundance of small urban bees. Journal of Applied Ecology, 55(4), 1759–1768. https://doi.org/10.1111/1365-2664.13085

Stupino S (2018). Diversidad vegetal espontánea en agroecosistemas hortícolas de La Plata y su relación con diferentes estilos de agricultura: importancia para la sustentabilidad. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata.

Suez LS (2020). Planificación de territorios agroecológicos. Una herramienta para el ordenamiento territorial participativo en SIG, el caso de Estación Juárez Celman en Córdoba. (Primera ed). Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ediciones INTA.

Tittonell P (2020). Presentación: El enfoque jurisdiccional y el orden del territorio. In B. Giobellina, N. Murillo, & Y. Celiz (Eds.), Aportes para el ordenamiento territorial de Argentina. Estudios de casos y experiencias en marcha (Primera ed, pp. 18–19). Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ediciones INTA.

Uzman D, MH Entling y I Leyer (2020). Mutual and Opposing Responses of Carabid Beetles and Predatory Wasps to Local and Landscape Factors in Vineyards. Insects, 11(746), 19.

https://doi.org/doi:10.3390/insects11110746

Van den Bosch ME y E Brés (2021). Dinámica de la estructura agraria en los distritos del Oasis Norte de Mendoza: Periodo 1988 -2008 (1 ra). Buenos Aires, Argentina: INTA Ediciones. Retrieved from http://hdl.handle.net/20.500.12123/9375

Veres A, S Petit, C Conord y C Lavigne (2013). Does landscape composition affect pest abundance and their control by natural enemies? A review. Agriculture, Ecosystems and Environment, 166, 110–117. https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.05.027

Villagra PE, MA Cony, NG Mantován, BE Rossi, MM González Loyarte, R Villalba y L Marone (2004). Ecología y manejo de los algarrobales de la Provincia Fitogeográfica del Monte. Ecología y Manejo de Bosques Nativos de Argentina. Mendoza: IANIGLA - CONICET- CCT Mendoza.

Zulaica L, S Bocero, J Tribó, V Cabral, A Di Bona, M Paz, y M Tomadini (2015). Agroquímicos en áreas de transición urbano-rural Problemas sociales y ambientales en el Partido de General Pueyrredón. transición urbano-rural. (L. Zulaica, S. L. Bocero, & J. Tribó, Eds.) (1a ed). Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata.

CAPíTULO 15
Análisis del conocimiento ambiental local de la Agrobiodiversidad

Natalia Agustina Gargoloff

Agrobiodiversidad y Conocimiento Ambiental Local

Una agricultura sustentable requiere compatibilizar la conservación y el uso sostenible de la agrobiodiversidad (UNEP, 1997). La agrobiodiversidad cumple funciones ecológicas en los agroecosistemas como el reciclado de la materia orgánica, la regulación de plagas y malezas, entre otras (Altieri y Nicholls, 2007). Los sistemas simplificados, de baja agrobiodiversidad, requieren que estas funciones debilitadas sean suplidas mediante el empleo de insumos (*Swif et al*, 2004, Altieri y Nicholls, 2007). Por ejemplo, el uso de fertilizantes reemplaza el reciclado de nutrientes por medios biológicos y la aplicación de productos de síntesis química la regulación biótica de las poblaciones de malezas, insectos y patógenos. En contraposición, el aprovechamiento de los servicios que provee la agrobiodiversidad permite reducir el uso de insumos externos en los agroecosistemas y el impacto ambiental sobre otros sistemas. De esta manera, la agrobiodiversidad se convierte en un instrumento imprescindible para diseñar sistemas agrícolas sustentables.

La Agroecología reconoce la interdependencia entre aspectos socioculturales y el manejo de la agrobiodiversidad. En este sentido, la agrobiodiversidad está determinada, entre otras cosas, por la familia agricultora, quien toma las decisiones de manejo de acuerdo con sus conocimientos, creencias, valores y prioridades: “es quien administra la agrobiodiversidad a través del diseño de los cultivos, la selección de variedades y razas animales y las prácticas culturales utilizadas” (Stupino *et al*, 2014). Cada grupo social percibe de un modo diferente la agrobiodiversidad que lo rodea, identificando, nombrando, manejando y utilizando esa riqueza de especies de acuerdo con su modo de pensar y sus conocimientos. Así, la agrobiodiversidad puede ser analizada a partir de la dimensión humana y las respectivas relaciones sociales, siendo una expresión de la cultura y del conocimiento humano (Almeida Aguiar, 2007).

Este conocimiento ambiental es específico, no solo de la persona, sino también del lugar preciso donde ha sido producido. Difiere según las distintas comunidades de agricultores/as de acuerdo con sus características ambientales, técnicas y socioculturales y está en constante adaptación a las dinámicas tecnológicas y socioeconómicas (Gargoloff *et al*, 2011). Por tal

motivo, lo llamamos Conocimiento Ambiental Local (CAL) y lo consideramos esencial para el manejo de los componentes de la agrobiodiversidad (Gargoloff y Sarandón, 2015).

La importancia de incluir las perspectivas de la comunidad en el diseño y manejo de los bienes comunes ha fomentado el desarrollo de una gama de enfoques y metodologías para lograrlo. Las ciencias naturales y las disciplinas aplicadas derivadas producen conocimiento sobre el medio natural, sin embargo, estas investigaciones no incluyen las percepciones y saberes locales. Este campo, es decir, la producción de conocimiento sobre el conocimiento ambiental local ha sido reclamado por un conjunto de abordajes interdisciplinarios, reconocidos generalmente como etnociencias (etnobiología, etnoecología, etnoastronomía) que se caracterizan por una metodología que integra aportes de la etnografía y de las propias ciencias naturales, reconociendo siempre el carácter situado de estos saberes. Es decir, que se debe documentar el Conocimiento Ambiental Local en su contexto. Por un lado, el Conocimiento Ambiental Local (CAL) no ha sido ampliamente estudiado en sistemas locales con una historia agrícola (incluido hortícola) o ganadera reciente. Por otra parte, su abordaje no es sencillo, debido a la propia complejidad y multidimensionalidad del CAL, así como su carácter dinámico y polisémico. Almeida Aguiar (2007) señala que la relación sociedad- naturaleza y las diferentes formas de uso de los bienes comunes a través de la agricultura expresan complejidad y la necesidad de ser abordadas desde miradas distintas. Por lo tanto, se requiere desarrollar abordajes con un enfoque holístico y sistémico. El desafío es poder mejorar nuestra compresión y evaluación de estos procesos manteniendo la riqueza de esta complejidad.

El uso de indicadores para abordar la complejidad que implica el CAL

La metodología de indicadores ha sido ampliamente utilizada para abordar temas complejos y multidimensionales como la sustentabilidad, tanto a nivel macro como de finca (Sarandón *et al*, 2006; Abbona *et al*, 2007; Flores *et al*, 2004). Del mismo modo demostró ser adecuada para abordar otros aspectos complejos vinculados a la dimensión sociocultural de la Agroecología, lo que la convierte en una herramienta con enorme potencial para evaluar aspectos multidimensionales.

En un estudio realizado por Gargoloff (2018) se abordó el Conocimiento Ambiental Local de la agrobiodiversidad en agricultores del Cinturón Hortícola de La Plata (CHLP) desde dos visiones: comprensiva y explicativa. Entendiendo que estas visiones son diferentes modos de validación y de razonamiento, se utilizaron de manera complementaria. Se adoptó, por un lado, una mirada explicativa, a través de una metodología cuantitativa, como es el uso de indicadores (Sarandón y Flores, 2009; Sarandón, *et al*, 2014). Por otra parte, una visión comprensiva, a través de la propuesta metodológica de entrevista paisajística y cualitativa como es el análisis estructural (Albaladejo, 1994; Demaziéres y Dubar, 2010), para representar los modos de gestión o la lógica de los agricultores de la agrobiodiversidad. De este modo, se logró contemplar, desde una perspectiva más amplia, el escenario completo de miradas que conviven en el territorio. Este análisis posibilitó crear puentes entre las concepciones de los/las agricultores y de los/las

agrónomos. El diálogo de saberes entre el Conocimiento Ambiental Local y la ciencia y su traducción en prácticas de manejo puede ayudar a la co-gestión en el uso sostenible de la agrobiodiversidad.

Este capítulo abordará la construcción y aplicación de un conjunto de indicadores para analizar el manejo de la agrobiodiversidad y aproximarnos, desde una visión explicativa, al entendimiento del Conocimiento Ambiental local que los agricultores poseen sobre dicho bien común natural.

Proceso de construcción y aplicación de indicadores

Siguiendo la PROMES (ver capítulo 1) se readaptaron los pasos metodológicos para abordar el CAL de la agrobiodiversidad en agricultores del Cinturón Hortícola de La Plata (Figura 15.1 y 15.2).

Construcción de indicadores (Pasos 1 al 5)

Paso 1: Marco conceptual y Definición del concepto

Para definir con claridad el marco conceptual y contextualizar la complejidad del concepto que se quiere abordar algunas preguntas orientadoras fueron: ¿Qué se entiende por conocimiento ambiental local? ¿Por qué es importante el conocimiento ambiental local para la sustentabilidad y la Agroecología? ¿Cómo se vincula con el manejo de la Agrobiodiversidad? ¿Cómo se vincula con la tradición hortícola familiar? ¿Qué implicancias tiene el contexto histórico productivo del cinturón hortícola de La Plata para la agricultura familiar y en particular sobre el CAL?

El cinturón hortícola de La Plata (CHLP) está formado por familias productoras de alimentos, quienes abastecen entre el 60% y el 90% de la verdura fresca que consume toda la provincia de Buenos Aires y otras provincias del país, con lo cual se constituye en el cinturón hortícola más importante de Argentina. Este espacio productivo tiene una historia de conformación reciente y una alta heterogeneidad de estilos de producción, uso de insumos externos, edad de los agricultores, historia familiar vinculada a la actividad, que plantean incertidumbre acerca del Conocimiento Ambiental Local y manejo de la agrobiodiversidad.

La falta de acceso a la tierra y la concentración de la comercialización son, entre otros, factores determinantes de la dinámica de producción intensiva bajo cubierta de la región. Esto implica el uso creciente de insumos externos como insecticidas, fungicidas, herbicidas, fertilizantes y semillas híbridas, todo lo cual permite resultados en el corto plazo, pero tienen altos costos y consecuencias negativas sobre aspectos sociales y ambientales.

El impacto sobre el ambiente ha ocasionado una fuerte degradación de los bienes comunes naturales como la pérdida de agrobiodiversidad. Bonicatto *et al*, (2017) asumen que aquellas

variedades hortícolas que no tienen lugar para comercializarse en el mercado concentrador (por no cumplir con los estándares de calidad y cantidad), tienden a desaparecer o a restringirse al autoconsumo, lo que determina una simplificación de la diversidad de hortalizas cultivadas. Existen estudios en el CHLP que analizan el impacto sobre la agrobiodiversidad de la producción bajo invernáculo y el uso de agroquímicos. Estos estudios demuestran que se ven afectados todos los componentes de la agrobiodiversidad: especies cultivadas, espontáneas y artrópodos. Blandi, (2016) señala que la biodiversidad en quintas del CHLP sufre una degradación severa con el manejo convencional bajo invernáculo, en cuanto a la variabilidad de especies cultivadas y a la conservación de la diversidad natural. Stupino *et al*, (2006, 2008) y Fernández y Marasas (2015) encontraron una menor riqueza de plantas espontáneas y familias en quintas convencionales respecto de aquellas que tienen un manejo orgánico o de base ecológica. Stupino *et al*, (2017) señalan que prevalece una tendencia creciente a producir grandes volúmenes de unos pocos cultivos lo que disminuye la riqueza de especies espontáneas y los servicios ecológicos y valores utilitarios asociados. Marasas *et al*, (2010) demostraron que diferentes tipos de borduras y coberturas vegetales también proveen hábitat para la hibernación de macrofauna edáfica, en su mayoría predadoras y que ésta realiza un permanente intercambio entre el campo cultivado y sus bordes. Dentro de los artrópodos benéficos, las arañas y algunas especies de coleópteros se destacan por su abundancia y diversidad en los agroecosistemas. Sin embargo, la presencia de estos grupos está condicionada por las características de la vegetación y el tipo de manejo productivo (Paleologos *et al*, 2008; Baloriani *et al*, 2010). En este sentido, varios autores (Baloriani *et al*, 2009 y 2010) encontraron que la aplicación de agroquímicos perjudicó el número de arañas y la abundancia y proporción de las familias de coleópteros alterando probablemente, el cumplimiento de las funciones ecológicas.

En este contexto, muchas organizaciones de productores y familias horticultoras, cada vez en mayor número, se suman a un proceso de transformación en su modo de producción, orientado al diseño y manejo de las quintas bajo los principios de la Agroecología y vinculados a canales cortos de comercialización solidaria que permite una producción de alimentos sana, segura y soberana. El estudio de García (2021) muestra una estimación actual de 152 establecimientos hortícolas con prácticas agroecológicas en la horticultura de La Plata, lo que puede ser analizado como un número significativo, con relación a los datos de establecimientos productivos agroecológicos a nivel nacional y aun provincial.

La Agroecología reconoce y valora los conocimientos y saberes de la agricultura tradicional campesina e indígena como aportes fundamentales para el desarrollo de sistemas agrarios sustentables y resilientes. En este sentido, se entiende que el conocimiento científico, general, teórico es compatible y complementario del conocimiento local, situado y muchas veces empírico, es decir la “racionalidad ecológica”, que caracteriza a los agricultores (Toledo, 2005; Gliessman *et al*, 2007; Altieri y Toledo, 2011; Guzmán Casado y Morales Hernández, 2012). Una de las razones de esta revalorización ha sido el conocimiento y valoración por parte de los agricultores de la agrobiodiversidad, cuyas funciones son universales pero su ensamblaje y comportamiento es local y situado (Gargoloff y Sarandón, 2015). Por lo tanto, no hay dudas que

para lograr un manejo sustentable y resiliente de los agroecosistemas, se requiere una mejor comprensión de la agrobiodiversidad en los agroecosistemas y su vínculo con los conocimientos locales de los agricultores/as. Aspectos ampliamente desarrollados y estudiados en sistemas tradicionales, no así en sistemas de agricultura familiar con una historia agrícola mucho más reciente y un contexto diferente como los agroecosistemas del Cinturón Hortícola de La Plata.

En este marco, se definió el Conocimiento Ambiental Local de la Agrobiodiversidad (CAL) como "el conocimiento y la valoración que tienen los agricultores acerca de los componentes, usos y funciones de la agrobiodiversidad y el manejo ecológicamente adecuado de dicho bien común" (Gargoloff, 2018).

En la transmisión del conocimiento, la historia familiar cumple un rol esencial. Diferentes autores explican cuestiones de la familiaridad a través de conceptos como la transmisión cultural definida como "un proceso de adquisición de comportamientos, actitudes, valores, etc., a través del acondicionamiento, imitación, enseñanza, y el aprendizaje activo o cualquier combinación de estos" (Lozada *et al*, 2006). Puede ocurrir entre individuos de la misma generación (transmisión horizontal), entre individuos de diferentes generaciones, pero dentro de la genealogía (transmisión vertical), o entre líneas genealógicas (Transmisión oblicua) (Lozada *et al*, 2006). Berkes y Turner (2006) plantean que es a partir de una mayor y compleja comprensión del ambiente en el que habitan las y los agricultores que comienza un proceso de aprendizaje y se readaptan o generan nuevos conocimientos en torno a la conservación de un bien común natural.

El CHLP presenta una alta heterogeneidad respecto a la organización social del trabajo (familiar o asalariada), a los años de permanencia en la actividad, a la historia familiar en la horticultura, a los estilos de producción, la disponibilidad de bienes comunes naturales para la producción como el suelo y el agua (Benencia, 2002; Hang *et al*, 2010), los niveles de incorporación tecnológica (Cieza, 2004), la edad de las y los agricultores, el grado de participación de las mujeres en la toma de decisiones sobre el manejo de la agrobiodiversidad (Blanco, 2020), entre otros. Esta heterogeneidad sugiere que existen diferentes modos de relacionarse con los bienes comunes naturales, en este caso la agrobiodiversidad, y que el manejo de esta y su conocimiento y valoración estarían influenciados por varios factores.

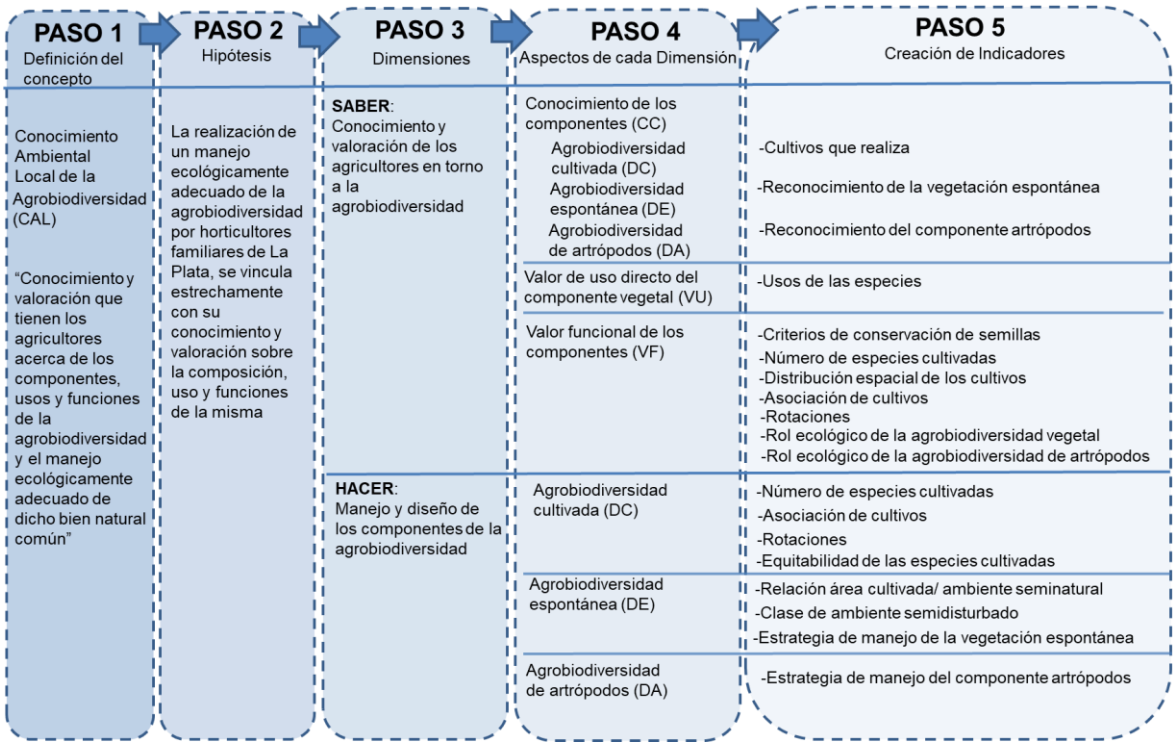
Paso 2: Planteo de hipótesis

La o las hipótesis reflejan las preguntas que son necesarias responder con el desarrollo del estudio. Implica una presunción acerca de lo que se espera encontrar en base a la teoría y el marco conceptual utilizado. Como hipótesis general de trabajo se consideró que el CAL está vinculado a la sustentabilidad de los agroecosistemas: "la realización de un manejo ecológicamente adecuado de la agrobiodiversidad por horticultores familiares de La Plata, se vincula estrechamente con su conocimiento y valoración sobre la composición, uso y funciones de la misma".

Asimismo, se desprende como hipótesis especifica que el manejo de la agrobiodiversidad está relacionado con la historia agrícola familiar: depende de la existencia de una experiencia

previa de la persona o de generaciones anteriores en la actividad. Los agricultores/as con más años en la horticultura, con una fuerte tradición hortícola familiar han desarrollado un manejo ecológicamente adecuado que se asocia a un mayor conocimiento sobre la agrobiodiversidad que los agricultores/as con una menor tradición familiar en la horticultura.

Figura 15.1: Pasos orientadores de la construcción de indicadores para abordar el CAL de la agrobiodiversidad en agricultores del cinturón hortícola de La Plata.



Paso 3: Desagregar el concepto en componentes o dimensiones

El concepto en sí mismo es sólo una definición que representa un bloque, y, por lo tanto, no es aprehensible de esta manera. Por ello, en este paso se buscó desarmar el concepto en los principales componentes que estructuran dicha definición, llamados dimensiones de análisis. Es así como la definición de CAL orientó a desarmar el concepto en dos dimensiones. Una vinculada al conocimiento y valoración de los agricultores en cuanto a la agrobiodiversidad que se denominó "Saber", y otra que hace referencia al manejo, diseño o ensamblaje que realizan los agricultores de los componentes de la agrobiodiversidad "Hacer" (Figura 15.1). Lo cual a su vez contempla el posible impacto del manejo sobre la conservación de dicho bien común natural.

Paso 4: Aspectos a abordar dentro de cada dimensión

En el siguiente paso se definieron aspectos que se vinculan estrechamente con cada una de las dimensiones y que las explican. Algunas preguntas utilizadas fueron ¿Qué aspectos del Saber y del Hacer se consideran para este estudio? ¿cuáles son los aspectos que influyen sobre dichas dimensiones?, ¿Qué características definen cada dimensión de manera más específica?, ¿Cómo podemos ampliar la información que brinda cada una de las dimensiones?

De acuerdo con Ianni *et al* (2015) el conocimiento ecológico local se entiende como la capacidad de las personas de nombrar los componentes del agroecosistema (es decir, plantas y animales), así como el conocimiento de las funciones y usos de cada componente. De lo antedicho derivan los tres ámbitos de análisis que se definieron para la dimensión "Saber": a) el reconocimiento de los componentes de la agrobiodiversidad b) el valor de uso directo que le otorgan los agricultores al componente vegetal espontaneo y c) el valor de uso funcional que también le otorgan los agricultores a los componentes. Dentro de cada ámbito se especificó aún más en torno a los componentes biológicos de la agrobiodiversidad considerados y se incluyeron siete categorías (Gargoloff, 2018). De esta manera, en este recorrido que comenzó con la definición del concepto a abordar y continuó con la definición de aspectos particulares, los mismos se mantuvieron coherentes con el marco conceptual. Estos niveles intermedios entre la dimensión y los indicadores orientan la construcción de estos últimos, con el fin de facilitar la posterior interpretación de los resultados.

La dimensión "Hacer" fue abordada en un ámbito y tres categorías. Se establecieron los componentes de la agrobiodiversidad como las categorías de análisis. Estas fueron: a) vegetal cultivado, b) vegetal espontáneo y, c) animal (artrópodos). Los aspectos a abordar dentro de cada categoría, para analizar el manejo o ensamblaje de los componentes de la agrobiodiversidad, responden a las dimensiones que según Gliessman (2002) permiten analizar la diversidad de un agroecosistema en forma desagregada considerando los aspectos de composición, estructura y función de los ecosistemas incluyendo los cambios temporales. De esta manera es posible estimar el potencial de los procesos ecológicos o funciones como por ejemplo la regulación biótica que se ve favorecida cuanto más compleja sea la diversidad en cada una de sus dimensiones.

Paso 5: Creación de indicadores.

Los aspectos para abordar a través del uso de indicadores han sido desarrollados y fundamentados con apoyo bibliográfico y en base a los trabajos previos de Sarandón *et al*, (2006) con productores de Misiones, Abbona *et al*, (2007) con productores viñateros de Berisso y, en un estudio preliminar, de Gargoloff *et al*, (2009) con productores hortícolas del Partido de La Plata.

Según Almeida Aguiar (2007) cada grupo social percibe de un modo diferente la biodiversidad que lo rodea, identificando, nombrando, manejando y utilizando esa riqueza de especies de acuerdo con su modo de pensar y sus conocimientos. En este sentido, en la dimensión Saber algunas preguntas orientadoras fueron: ¿Cuál es la percepción de los agricultores de los

diferentes usos de la vegetación espontánea? ¿Cuál es la percepción o el conocimiento de los agricultores en torno a los beneficios que genera mejorar la biodiversidad cultivada y de vegetación espontánea en el tiempo y en el espacio? ¿Le otorgan importancia al rol ecológico de la vegetación espontánea (control de la erosión, refugio para predadores y parasitoides, fuente alternativa de alimento, retención de nutrientes)? ¿Conocen el rol ecológico de polinizadores, descomponedores y controladores biológicos al mediar procesos como el control natural, la descomposición de la materia orgánica y la polinización? A partir de allí se construyeron los indicadores para cada categoría como por ejemplo reconocimiento de la vegetación espontánea y su rol ecológico, distribución espacial de los cultivos, rotaciones.

Para la dimensión Hacer, las preguntas que orientaron la definición y construcción de los indicadores fueron: ¿Qué prácticas hortícolas impactan sobre la conservación de los componentes de la agrobiodiversidad?, ¿Qué aspectos del diseño de la quinta impactan sobre las funciones de la agrobiodiversidad? De allí se desprendieron los indicadores para cada categoría, como por ejemplo número de especies cultivadas, relación área cultivada/ ambiente semi-natural y estrategia de manejo del componente artrópodos.

Finalmente, se desarrollaron un conjunto de 19 indicadores, de los cuales 11 corresponden a la dimensión “Saber” y 8 a la dimensión “Hacer”. Los indicadores fueron construidos y fundamentados, reparando en la facilidad de obtención de los datos necesarios para completar los indicadores. Todos los indicadores fueron estandarizados en una escala de 0 a 3, siendo 0 el valor menos deseable y 3 el valor óptimo. Luego, los indicadores de la dimensión “Hacer” se ponderaron. Este paso se realizó con apoyo bibliográfico. En cambio en la dimensión “Saber” a todos los indicadores se les otorgó la misma importancia. A modo de ejemplo se presenta la estandarización del indicador rotación para el “Saber” (Tabla 15.1)[11]. Se buscó documentar si los horticultores consideraban los beneficios ecológicos de aumentar la diversidad vegetal en el tiempo a través de las rotaciones.

Tabla 15.1: Escala para el Indicador Rotaciones de la Dimensión Saber.

Valor de Escala	Fundamento de la Escala
3	Considera necesaria la rotación con numerosas especies de distintas familias basándose en la suceptibilidad diferencial frente a plagas, enfermedades y malezas. También de acuerdo a los diferentes requerimientos nutricionales.
2	Considera necesaria la rotación con numerosas especies de distintas familias, basándose en al menos 2 de las suceptibilidades. También de acuerdo a los diferentes requerimientos nutricionales.
1	Considera necesaria la rotación con numerosas especies de distintas familias, basándose en al menos 1 de las suceptibilidades. También de acuerdo a los diferentes requerimientos nutricionales.
0	Considera las rotaciones sólo en función de los diferentes requerimientos nutricionales.

[11] Las escalas para todos los indicadores pueden ser consultadas en Gargoloff (2018)

2. Aplicación de indicadores (Pasos 6 al 8)

Paso 6. Relevamiento de información

El relevamiento de la información consta de: a) una primera instancia de caracterización y selección de actores participantes del estudio y, b) selección de técnicas de campo a utilizar. En este sentido, el abordaje teórico-metodológico de la Agroecología es multidisciplinario y requiere la combinación de un amplio espectro de métodos cuantitativos y cualitativos que varían de acuerdo con los objetivos perseguidos (Guzmán Casado *et al*, 2000). El enfoque utilizado en este trabajo se apoyó en aportes de otras ciencias como la Geografía, la Etnoecología y la Etnobotánica además del propio enfoque de la Agroecología.

a) Selección de casos eficaces

Un abordaje holístico y sistémico requiere, estudiar y conocer los agroecosistemas, en las fincas de los propios agricultores, utilizando para ello, "estudios de caso" y el enfoque de sistemas como herramienta (Guzmán Casado *et al*, 2000; Moonen y Bárberi, 2008). Esta metodología o abordaje entiende las particularidades de este escenario: cada finca con su estructura, componentes biológicos y funcionamiento, cada familia agricultora, y la interacción entre ellos, es un caso único e irrepetible. Se considera la finca la unidad básica de trabajo, pues es el nivel jerárquico donde aparece claramente el componente sociocultural ligado al sistema natural-productivo formando una unidad. Es en dicha Unidad donde se genera el Conocimiento Ambiental Local, en vínculo con los bienes comunes naturales, y atravesado por aspectos socioculturales y ecológicos. Es allí donde dicho conocimiento cobra importancia para adecuar las prácticas agrícolas al propio agroecosistema. Es por ello que se requiere desarrollar el estudio en la propia finca de los agricultores/as.

Se eligieron "Casos eficaces" ("telling cases" Mitchell, 1983), cuya elección se basó en la metodología de estudios de casos. Los "Casos eficaces" son denominados por Mitchell (1983) como aquellos que son de utilidad para aprender sobre el proceso que se propone estudiar y en particular sobre el comportamiento del sujeto con relación a este proceso. Para el presente estudio, el "proceso" es el manejo y conocimiento de la agrobiodiversidad y lo que se quiere analizar es la posibilidad de que el Agricultor Familiar desarrolle un manejo ecológicamente adecuado de la misma cuando haya acumulación de conocimientos por la trayectoria familiar. Por lo tanto, se requieren casos donde exista la posibilidad de desarrollo de ese manejo ecológico. Y estudiar cómo se transforma con la tradición familiar en la horticultura. En suma, se analizaron 12 estudios de caso (seis por cada categoría de análisis): Agricultores con tradición hortícola (CT) (al menos su padre/madre es o fue horticultor/a) y sin tradición hortícola (ST) (agricultores que comenzaron ellos con la actividad).

b) Selección de técnicas de relevamiento

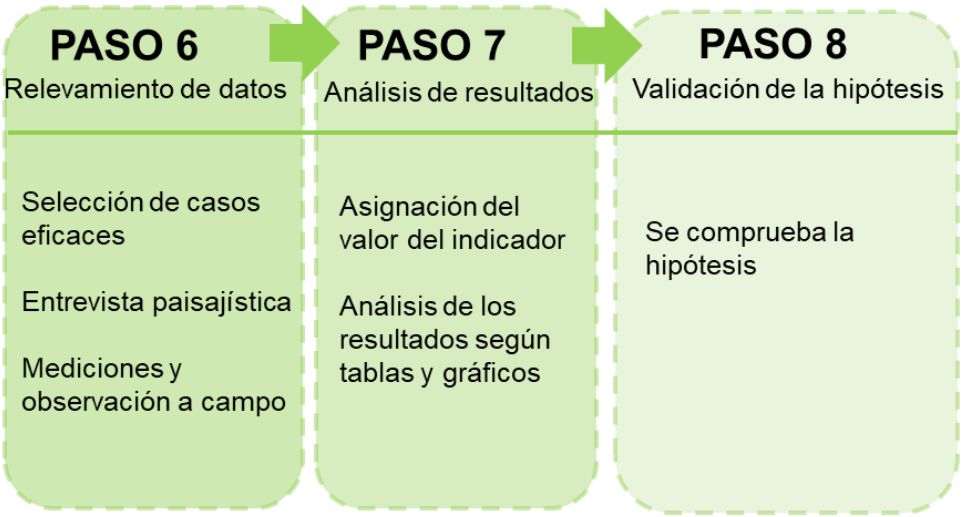
La información necesaria para completar los indicadores de la Dimensión "Saber" se obtuvo mediante observaciones a campo y "entrevista paisajística" a los agricultores (designada por Albaladejo, 1994) como una técnica a través de la cual es posible documentar el Conocimiento Ambiental Local (CAL), es decir, describir los conocimientos del agricultor recolectando el

discurso de éste sobre sus propias prácticas y sobre el contexto ecológico y técnico de acción (Gargoloff, 2018). Asimismo, se utilizaron diferentes técnicas complementarias usadas en la investigación etnobotánica para relevar la información necesaria. Estas fueron: observación no participante, croquis de la unidad productiva, listado libre, diario de campo, cuaderno de notas, medio audio visuales como fotografías y grabación de las entrevistas (Martin, 1995; Guzmán Casado *et al* 2000; Almeida Aguiar, 2007; Gargoloff *et al*, 2011).

A través de la medición y observación a campo se relevó la información necesaria para completar los indicadores de la Dimensión "Hacer". La agrobiodiversidad presente en una finca se vincula estrechamente con el Conocimiento Ambiental Local del agricultor/a. Es el agricultor/a quien determina los niveles de agrobiodiversidad de su finca, planifica tanto lo cultivado como lo espontáneo a través de ciertas prácticas como la elección y disposición de los cultivos, o los niveles de tolerancia de la vegetación espontánea, en definitiva, es quien diseña un agroecosistema más o menos diverso. Sin embargo, no todas las prácticas de manejo poseen el mismo impacto sobre la agrobiodiversidad (Fernández y Marasas, 2015). Por ello para cada caso se evaluó el componente vegetal cultivado y espontáneo de la agrobiodiversidad a partir de ciertos parámetros estructurales, composicionales y funcionales. Son dichos parámetros o índices los que se consideraron como indicadores de la Dimensión "Hacer", por ejemplo, riqueza de especies cultivadas, riqueza de especies espontáneas, estrategia de manejo de la vegetación espontánea.

Se entrevistaron agricultores entre octubre de 2010 y marzo de 2013 de la zona hortícola del Partido de La Plata.

Figura 15.2: Pasos orientadores de la aplicación de indicadores para abordar el CAL de la agrobiodiversidad en agricultores del cinturón hortícola de La Plata.



Paso 7. Análisis de los resultados

a) Asignación del valor de la escala del indicador

Se realizó la sistematización y análisis de las entrevistas, lo que permitió asignar los valores que correspondieron a cada indicador. Se hizo un promedio entre todos los agricultores entrevistados a fin de facilitar su interpretación y se expresaron los resultados entre 0 y 1.

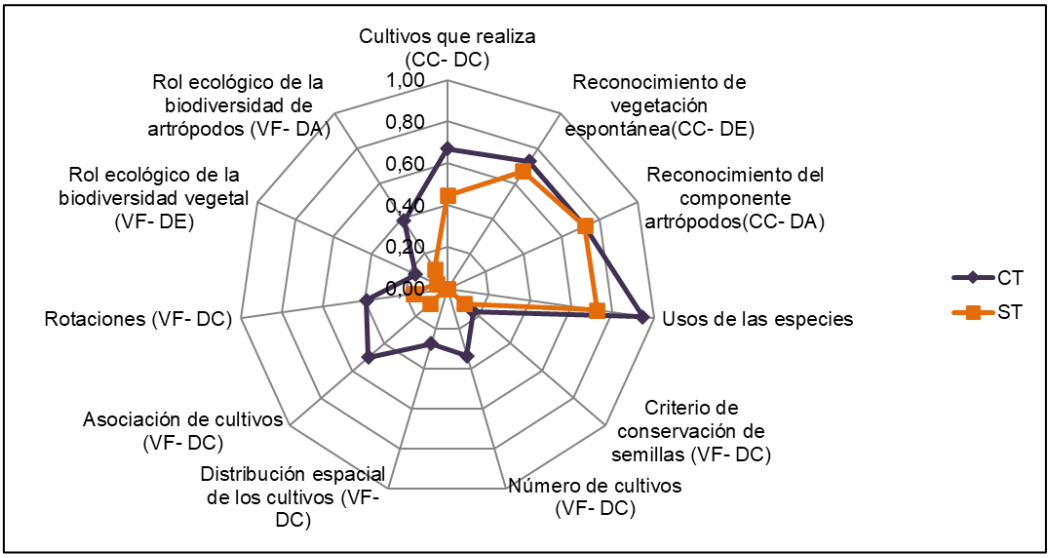
a) Confección de gráficos o tablas para el análisis propiamente dicho

Una vez obtenidos los resultados, se procedió a su análisis. Para ello, los mismos se volcaron en gráficos de tela de araña, en donde se pudieron observar todos los indicadores en simultáneo, se obtuvo una visión más integradora del Saber y Hacer y se logró visualizar la complejidad dentro de cada dimensión y entre dimensiones.

El uso del conjunto de indicadores permitió detectar diferencias entre las categorías de agricultores en diferentes aspectos del Conocimiento Ambiental Local (CAL), tanto en el "Saber" como en el "Hacer".

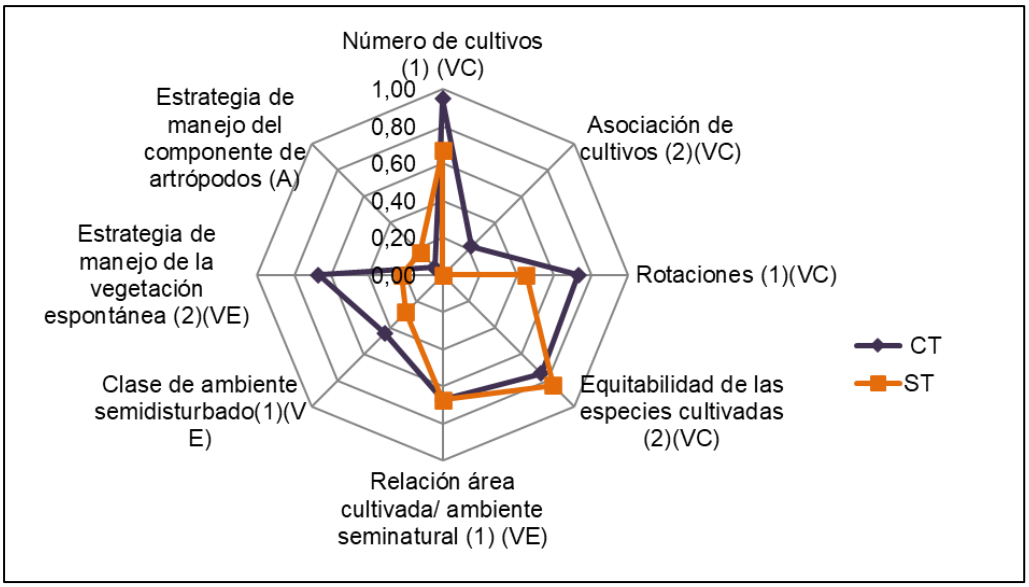
El mayor conocimiento y valoración de los componentes, usos y funciones de la agrobiodiversidad "Saber" se tradujo en un manejo más ecológico "Hacer" del componente vegetal (cultivado y espontáneo) en agricultores con tradición familiar en la horticultura (CT) respecto de los agricultores que no tienen historia familiar en la actividad (ST) (Figura 15.3 y 15.4, respectivamente). Sin embargo, no sucedió lo mismo con las plagas, donde la mayor valoración funcional no se tradujo en prácticas conservacionistas. Berkes y Turner (2006) plantean que el conocimiento ambiental puede tardar mucho tiempo en desarrollarse, y las prácticas basadas en dichos conocimiento incluso más tiempo.

Figura 15.3: Resultados de indicadores, expresados entre 0 y 1, empleados en el análisis de la Dimensión "Saber"



Diferencias en el conocimiento y valoración de la biodiversidad en agricultores con (CT) y sin tradición familiar (ST) en la horticultura. Por categoría de análisis: conocimiento de los componentes de la biodiversidad (CC), del valor de uso (VU) y del valor funcional de dicho recurso (VF).

Figura 15.4: Resultados de indicadores, expresados entre 0 y 1, empleados en el análisis de Dimensión "Hacer"



Diferencias en el manejo de la biodiversidad entre agricultores con (CT) y sin tradición (ST) en la horticultura por categoría de análisis: manejo del componente vegetal cultivado (VC), manejo del componente vegetal espontáneo (VE) y manejo del componente de artrópodos (A). Entre paréntesis figura el valor de ponderación.

Se observó un mayor conocimiento de la agrobiodiversidad, específicamente del componente vegetal en agricultores con tradición en la actividad (Figura 15.3). Los agricultores con más años en la horticultura o con una fuerte tradición hortícola familiar consideran más características a la hora de elegir que cultivos realizar (CC-DC) y reconocen más especies de crecimiento espontáneo que crecen en la quinta y que son representativas de la zona (CC-DE). En cuanto al reconocimiento del componente de artrópodos (CC-DA) no se detectaron diferencias entre los agricultores con o sin tradición en la horticultura (Figura 15.3). Ambos grupos, por lo general, conocen las especies plagas de los cultivos y, en menor medida, los enemigos naturales. El valor de uso directo (VU) y valor funcional (VF) que le otorgan a la biodiversidad fue mayor en agricultores con tradición en la actividad que en aquellos sin historia familiar en la horticultura (Figura 15.3). Esto sugiere que la historia familiar cumple un rol esencial en dicha valoración. Del mismo modo que Lozada (2006) encontró que los habitantes de una comunidad de Neuquén, Argentina, aprenden acerca de la utilidad de las plantas silvestres por transmisión vertical, principalmente por la madre, a través de la imitación y la instrucción durante actividades de colaboración.

El manejo de la agrobiodiversidad fue ecológicamente más adecuado en aquellas quintas gestionadas por agricultores con tradición en la horticultura. Las prácticas que lo sugieren son: producir más de 6 especies, asociar y rotar especies, presencia de bordura herbácea, con especies arbustivas y arbóreas, corredores y parches de vegetación espontánea, y la elección de diferentes estrategias para el manejo de la diversidad de espontáneas (control mecánico,

asociar cultivos, aplicación racional de productos químicos de síntesis, uso del mulching en el lomo). Pero no sucede lo mismo con las estrategias para el manejo de plagas que se basan principalmente en el uso de agroquímicos de amplio espectro (Figura 15.4). Según (Altieri y Nicholls, 2007) los atributos estructurales de un agroecosistema, dados por la combinación espacial y temporal de los cultivos y las particularidades de manejo, en cuanto a la diversidad de cultivos influyen sobre la dinámica poblacional de los herbívoros. Se podría estimar que en las quintas gestionadas por agricultores con tradición en la horticultura se ve favorecido el proceso de regulación biótica por ser más compleja la biodiversidad en aspectos composicionales y estructurales. Sin embargo, los niveles de insumos, es otro aspecto que influye sobre la dinámica poblacional de los herbívoros y en este grupo los principales agroquímicos que se utilizan son de amplio espectro por lo que se puede esperar que el beneficio de tener una alta biodiversidad por la presencia de enemigos naturales quede anulado o disminuido por el uso de este tipo de productos.

Paso 8: Validación de la hipótesis

La hipótesis planteada se comprueba parcialmente, de modo que se concluye que la tradición hortícola en estos agricultores se vincula fuertemente con un mayor conocimiento sobre los componentes vegetales que se traduce en prácticas que mejoran la agrobiodiversidad de sus agroecosistemas. Esto no sucede con las plagas, donde la mayor valoración funcional, no se traduce en prácticas conservacionistas. Esto sugiere que se puede lograr un conocimiento más ajustado y adecuado al potencial de cada agroecosistema, lo cual resulta de gran importancia para la Agroecología como punto de partida para el diseño de formas de manejo más sostenibles.

Conclusiones

El conjunto de indicadores construidos brinda una herramienta sencilla para aproximarnos a la complejidad que implica el entendimiento del Conocimiento Ambiental Local de la agrobiodiversidad y el manejo de dicho bien común natural desde una visión explicativa. En este sentido, se logró abordar las preguntas iniciales que orientaron la construcción del marco teórico metodológico: ¿Qué se entiende por conocimiento ambiental local? ¿Por qué es importante el conocimiento ambiental local para la sustentabilidad y la Agroecología? ¿Cómo se vincula con el manejo de la Agrobiodiversidad? ¿Cómo se vincula con la tradición hortícola familiar?

Partir de una definición de CAL y considerar de manera conjunta el “Saber” y “Hacer”, resulta sumamente útil ya que se valoran aspectos relacionados con el conocimiento, pero también aspectos relacionados con la aplicación de este conocimiento. Abordar aspectos del conocimiento de la agrobiodiversidad separado del manejo de dicho bien común natural, puede llevar a considerar que el mismo se ve siempre reflejado en la estrategia productiva que se realiza en los agroecosistemas, y no siempre es así. Esto coincide con Baraona (1987, citado por Toledo, 1992) quien señala que no es posible una comprensión completa de los sistemas

cognitivos de los agricultores cuando se los estudia separados de las prácticas. Es un proceso que estos autores definen como cogestión adaptativa de los recursos naturales, a partir del cual los conocimientos ecológicos se ponen a prueba y son revisados en un proceso dinámico, continuo, donde hay un proceso de aprendizaje a partir de la práctica. Toledo y Barrera- Bassols (2008) sostienen que, aunque el cuerpo de conocimientos tenga algún tipo de organización interna, lo cierto es que sabemos poco de él como sistema, y algo similar sucede con su esfera de interacción con la práctica relacionada con la producción rural, es decir, con el manejo de los bienes comunes naturales. Sin embargo, es posible revelar lo que internamente existe en ese sistema cognoscitivo a través de lo que el individuo dice y hace, (la palabra y la acción).

La conceptualización realizada en líneas anteriores de la naturaleza de este conocimiento y su inextricable vínculo con el manejo de los bienes comunes naturales revela también su enorme complejidad y, como consecuencia, el alto grado de dificultad que existe para aprehenderlo. Se entiende, por lo tanto, que el uso de la metodología de indicadores contempla esa complejidad y permite aproximarnos a su entendimiento.

Por un lado, hacia el interior de la dimensión “Saber” los indicadores permitieron sintetizar y documentar cuál es la percepción de los agricultores en torno a los beneficios que genera mejorar la biodiversidad cultivada y de vegetación espontánea en el tiempo y en el espacio, del rol ecológico de la vegetación espontánea (control de la erosión, refugio para predadores y parasitoides, fuente alternativa de alimento, retención de nutrientes) y del rol ecológico de polinizadores, descomponedores y controladores biológicos al mediar procesos como el control natural, la descomposición de la materia orgánica y la polinización.

Por otra parte, el conjunto de indicadores construidos para la dimensión “Hacer” comprende no sólo una descripción de las prácticas de los agricultores, sino que incluye el impacto de las prácticas de manejo sobre la agrobiodiversidad. Esto último ha sido considerado en el estudio de la sustentabilidad de sistemas agrícolas (Flores *et al*, 2004; Sarandón *et al*, 2006; Abbona *et al*, 2007). En este sentido, Abbona *et al*, (2007) encontraron en viñedos de Berisso, que los agricultores trasladaron las prácticas de manejo desarrolladas para una zona con una condición ecológica determinada a otra ambientalmente diferente. Este manejo, caracterizado de bajos insumos, resultó ecológicamente adecuado en el área de origen, pero no lo fue cuando se trasladó a otra zona. Esto demuestra la importancia de valorar no sólo las prácticas que se emplean sino el impacto de estas sobre la conservación de los bienes comunes naturales.

Para avanzar hacia sistemas resilientes y sustentables se requiere implementar un “dialogo de saberes”. En este sentido, se requiere avanzar hacia formas de abordar esta temática que incluyan las lógicas de los agricultores, es decir una visión comprensiva de la agrobiodiversidad. Por una cuestión ética, las personas y sus lógicas deberían ser involucradas como una cuestión de derecho fundamental en procesos que afectan sus vidas y bienestar. Del mismo modo se requiere incorporar el enfoque de género y abordar esta complejidad incorporando el saber hacer de las mujeres agricultoras y las motivaciones, sobre todo en temas del manejo y conservación de la agrobiodiversidad, en el cuál tienen un rol clave (Blanco, 2020).

Agradecimientos

A las y los agricultores por sus enseñanzas y momentos de aprendizajes compartidos. Al ser este capítulo una recopilación de mi tesis doctoral agradezco a quienes me acompañaron en su proceso.

Referencias

Abbona EA, SJ Sarandón, M Marasas y M Astier (2007). Ecological sustainability evaluation of traditional management in different vineyard systems in Berisso, Argentina. *Agriculture, Ecosystems y Environment, 119*(3–4), 335-345. https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.08.001

Albaladejo C (1994). Un enfoque comprensivo de la agricultura de una colectividad local: Hacia una "agronomía comprensiva". *Seminario: resultados de enfoques sistémicos aplicados al estudio de la diversidad agropecuaria: experiencias en el Cono Sur*. (p. 19). Mar del Plata.

Almeida Aguiar MV (2007). El aporte del conocimiento local para el desarrollo rural: Un estudio de caso sobre el uso de la biodiversidad en dos comunidades campesinas tradicionales del Estado de Mato Grosso- Brasil. Tesis doctoral en Agroecología, Sociología y Desarrollo Rural Sostenible. Instituto de Sociología y Estudios Campesinos. Escuela Técnica superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes. Universidad de Córdoba. España. 691 pp.

Altieri MA y CI Nicholls2007). Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas. Vol. 2. Icaria Editorial. 248pp.Altieri, M.A. y V.M. Toledo (2011). La revolución agroecológica en Latinoamérica. SOCLA. 34 p.

Baloriani GI, MF Paleologos, M Marasas y SJ Sarandón (2009). Abundancia y Riqueza de la Macrofauna Edáfica (Coleoptera y Araneae), en Invernáculos Convencionales y en Transición Agroecológica. Arana, Argentina. *Revista Brasilera de Agroecología*, *4*(2), 1733-1737.

Baloriani GI, M Marasas, MA Benamú y SJ Sarandón (2010). Estudio de la macrofauna edáfica (Orden Araneae) riqueza y abundancia en invernáculos sujetos a un manejo convencional y en transición agroecológica. Partido de La Plata, Argentina. *Agroecología*, *5*, 33-40. Recuperado de https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/160541

Baraona R (1987) Conocimiento campesino y sujeto social campesino. *Revista Mexicana de Sociología*, *49*(1), 167-190.

Benencia, R. (2002). Transformaciones territoriales en la horticultura periurbana bonaerense en los últimos 50 años. El papel de la tecnología y la mano de obra. Actas del XIII Congreso de la Asociación Internacional de Historia Económica, Buenos Aires.Berkes F y NJ Turner (2006). Knowledge, Learning and the Evolution of Conservation Practice for Social-Ecological System Resilience. *Human Ecology*, *34*(4).

Blanco V (2020) Incorporación del enfoque de género en el conocimiento sobre la biodiversidad. En S. Sarandón (Comp.), *Biodiversidad, Agroecología y Agricultura sustentable* (319-340). La Plata: EDULP. Recuperado de: http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/109141

Blandi ML (2016) Tecnología del invernáculo en el Cinturón Hortícola Platense: análisis de la sustentabilidad y los factores que condicionan su adopción por parte de los productores. Tesis doctoral en Cs. Agrarias y Forestales, UNLP. Recuperada de SEDICI.

Bonicatto, MM, MP May, ME Marasas y ML Pochettino (2017). Cultivo de hortalizas para autoconsumo en el Cinturón Verde de La Plata, Argentina. Su rol en la conservación de saberes y diversidad. *X Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales Argentinos y Latinoamericanos*. (p. 20). Buenos Aires. Recuperado de http://www.ciea.com.ar/actas-jornadas-anteriores/

Cieza, R.I. (2004). Asesoramiento profesional y manejo de nuevas tecnologías en unidades de producción hortícolas del gran La Plata, Argentina. Scientia Agraria, 5(1-2), 79-85. Demazière D y C Dubar (2010). Analyser les entretiens biographiques. L'exemple de récits d'insertion. *Questions Vives*, *7*(14), 177-179.

Fernandez VI y ME Marasas (2015). Análisis comparativo Del componente vegetal de La biodiversidad en sistemas de producción hortícola familiar del CHLP, Prov. de Buenos Aires, Argentina. Su importancia para la transición agroecológica. *Rev. Facultad de Agronomía, La Plata 114*(1), 15- 29.

Flores CC, SJ Sarandón y LA Vicente (2004). Evaluación de la sustentabilidad en sistemas hortícolas familiares del Partido de La Plata, Argentina, a través del uso de indicadores. *II Congresso Brasileiro de Agroecología.* (p. 5) Porto Alegre. Actas en CD.

García M (2021). Prácticas y producción agroecológica en la horticultura de La Plata. Relevancia y principales características. *II Congreso Argentino de Agroecología*. (p. 5). Recuperado de: https://rid.unam.edu.ar/handle/20.500.12219/3883

Gargoloff NA, MM Bonicatto, SJ Sarandón y C Albaladejo (2009). Análisis del conocimiento y manejo de la agrobiodiversidad en horticultores capitalizados, familiares y orgánicos de La Plata, Argentina. *VI Congreso Brasileño de Agroecología. II Congreso Científico Latinoamericano de Agroecología*. (p. 5).

Gargoloff NA, C Albaladejo y SJ Sarandón (2011). La entrevista paisajística: un método para situar las prácticas y saberes de los agricultores. *Cadernos de Agroecología*, *6*(2).

Gargoloff NA y SJ Sarandón (2015). Conocimiento ambiental local y manejo de la biodiversidad. Su importancia para la sustentabilidad de fincas hortícolas de La Plata, Argentina. *V Congreso Latinoamericano de Agroecología* (p. 5). La Plata: Barrionuevo, M.C.; Sarandón, S.J. y E.A. Abbona (comp.). Recuperado de: http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/52154

Gargoloff NA (2018). Manejo, conocimiento y valoración de la agrobiodiversidad en fincas familiares de la plata. Su relación con un manejo sustentable de los agroecosistemas. Tesis Doctoral Cs. Agrarias y Forestales, UNLP. Recuperada de SEDICI.

Gliessman SR (2002). Diversidad y Estabilidad del Agroecosistema. En S. R. Gliessman (Comp.), *Agroecología. Processos ecológicos em agricultura sustentable*. (229-249). Porto Alegre: Editorial Universidade/ UFRGS.

Gliessman SR, FJ Rosado-May, C Guadarrama-Zugasti, J Jedlicka, A Cohn, VE Méndez,R Cohen, I Trujillo, C Bacon y R Jaffe (2007). Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. *Ecosistemas*, *16*(1), 13-23.

Guzmán Casado G, M González de Molina y E Sevilla Guzmán (2000). Métodos y técnicas en Agroecología. En *Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible*, (149-195). ed. Mundi-Prensa, Madrid.

Guzmán Casado G y J Morales Hernández (2012). Agroecología y agricultura ecológica. aportes y sinergias para incrementar la sustentabilidad agraria. *Agroecología*, *6*, 55-62.

Hang, G.; Kebat, C.; Bravo, M.L.; Larrañaga, G.; Seibane, C.; Ferraris, G.; Otaño, M. y Blanco, V. (2010). Identificación de sistemas de producción hortícola en el partido de La Plata, provincia de Buenos Aires, Argentina. RevistaBioagro, 22(1), 81-86. Ianni E; D Geneletti y M Ciolli (2015). Revitalizing Traditional Ecological Knowledge: A Study in an Alpine Rural Community. *Environmental Management*, *56*(1), 144-156. Recuperado a partir de http://link.springer.com/article/10.1007/s00267-015-0479-z

Lozada, MA, H Ladio y M Weigandt (2006). Cultural transmission of ethnobotanical knowledge in a rural community of northwestern Patagonia. *Economic Botany*, *60*(4), 374-385.

Marasas M, SJ Sarandón y A Cicchino (2010) Semi-natural habitats and field margins in a typical agroecosystem of the Argentinean pampas as a reservoir of carabid beetles. *Journal of Sustainable Agriculture*, 34,1-16.

Martin GJ (1995). Antropología. En: Etnobotánica, Pueblos y Plantas. Manual de métodos. (85-119). Montevideo, Uruguay: Editorial Nordan Comunidad.

Mitchell JC (1983). Case and situation analysis. *The Sociological Review*, *31*(2), 187-211.

Moonen AC y P Bárberi (2008). Functional biodiversity: An agroecosystem approach. Agriculture, *Ecosystems and Environment*, *127*(1-2), 7-21.

Paleologos MF, CC Flores, SJ Sarandon, SA Stupino y MM Bonicatto (2008). Abundancia y diversidad de la entomofauna asociada a ambientes seminaturales en fincas hortícolas de La Plata, Buenos Aires, Argentina. *Revista Brasilera de Agroecología*, *3*(1), 28-40.

Sarandón SJ y CC Flores (2009). Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. *Agroecología*, *4*, 19-28.

Sarandón, SJ, CC Flores, NA Gargoloff y ML Blandi (2014.) Análisis y Evaluación en Agroecosistemas: Construcción y aplicación de indicadores. En S. Sarandón y Flores C. (Ed), *Agroecología: Bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables* (375-410). La Plata: EDULP. Disponible en http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/37280

Sarandón SJ; MS Zuluaga, R Cieza, C Gómez, L Janjetic, y E Negrete (2006). Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología*, 1,19-28.

Stupino SA, JL Frangi SJ y Sarandón (2006). Diversidad Cultivada y agrobiodiversidad vegetal en sistemas hortícolas con diferente manejo en la Plata, Argentina. *IV Congresso Brasileiro de Agroecologia*. (p. 4). Anales (CD-ROM)

Stupino SA, JL Frangi, SJ Sarandón, M Arturi y AC Ferreira (2008). Plant diversity in two farms under organic and conventional management in La Plata, Argentina. A case study. *Revista Brasilera de Agroecología*, *3*(3), 24-35.

Stupino AS, SJ Sarandón y JL Frangi (2017). La flora espontánea en sistemas hortícolas del periurbano de la ciudad de La Plata (Buenos Aires, Argentina). Un importante reservorio de biodiversidad. *VI Congreso Latinoamericano de Agroecología, X Congreso Brasilero de Agroecología*. (p. 5). Brasilia.

Stupino AS, MJ Iermanó, NA Gargoloff y MM Bonicatto (2014). La biodiversidad en los agroecosistemas. En S. Sarandón y C. Flores (ed.) *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*, (131-158). La Plata: EDULP. Disponible en http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/37280

Swift MJ, I Amn y M Van Noordwijk (2004). Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes-are we asking the right questions? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, (104), 113-134.

Toledo VM (2005). La memoria tradicional: la importancia agroecológica de los saberes locales. *LEISA*, *20*(4), 16- 19.

Toledo VM y N Barrera-Bassols (2008). La memoria biocultural, la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. Icaria editorial.

UNEP/CDB/COP/3 (1997). The Biodiversity Agenda. Decisions from the third Meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity. Second Edition, Buenos Aires, Argentina, 4-15 Nov 1996. 116 pp.

CAPÍTULO 16

Enfoque de género y plaguicidas, una propuesta de uso de indicadores

Abril Larrañaga y Viviana Blanco

Introducción

El modelo productivo convencional nacido a la luz de la revolución verde y el paradigma modernizador de la década del 60 se impuso bajo la promesa de terminar con el hambre en el mundo, mediante el aumento de la productividad de los cultivos. Para ello, se difundió el uso de semillas mejoradas, fertilizantes y pesticidas, de manera incremental. Sin embargo, las consecuencias socioambientales que desencadenó el modelo son hoy indiscutibles, y nos pone frente al desafío de transformarlo (Sarandón y Flores, 2014).

Surge así la Agroecología como paradigma basado en la complejidad, holístico, sistémico y pluriepistemológico, que recibe y ha recibido aportes desde diversas disciplinas (Sarandón y Flores, 2014), y enfoques que la mantienen en permanente construcción. Uno de los aportes indiscutidos, que le dan sentido y volumen a esta construcción, es el enfoque de géneros. Esto es así porque la Agroecología intenta revertir una larga tradición de invisibilización de las desigualdades de géneros en la ruralidad, del trabajo productivo de las mujeres, así como de su aporte económico, de su escasa participación en instancias de toma de decisiones y de representación en organizaciones sectoriales.

El enfoque de géneros como herramienta metodológica, además, nos permite indagar acerca de los saberes, las percepciones y las valoraciones que portan varones y mujeres rurales, que son indispensables en esta construcción pluriepistemológica de la Agroecología (Blanco, 2020). Son indispensables, porque son diferentes, y porque permiten comprender con mayor complejidad la realidad en la ruralidad. Entonces, el enfoque de género viene a poner luz sobre estas cuestiones, y nos convoca a revisarlas y revertirlas.

Pero, si bien los estudios sobre las desigualdades de géneros en la ruralidad no son nuevos (Benería, 1979; FAO, 1998; Murguialday, 2005; Ramírez, 2012; Sandoval Moreno, 2006) todavía resulta necesario insistir en la necesidad de su incorporación en la vida cotidiana de quienes transitamos los espacios rurales. En este sentido, es imperioso generar información que dé cuenta de estos aspectos mencionados, así como de la importancia de la participación de las mujeres en la toma de decisiones, tanto en el sentido de superar brechas de desigualdad, como para propiciar otras miradas, saberes, otros intereses y otras necesidades, diferentes a las que aportan los varones. Porque si varones y mujeres tienen miradas diferentes, es necesario que ambos estén en la mesa de las decisiones. Visibilizar esto no es sencillo por la complejidad y multidimensión que contiene. Es aquí, justamente, dónde la utilización de una herramienta

sencilla y ágil como la de indicadores se transforma en una aliada. Esto es lo que intentaremos mostrar en este Capítulo.

Parte del trabajo que presentamos a continuación es producto de la construcción realizada por Abril Larrañaga (2021) en instancias de la finalización de su carrera de grado, en el que generó una propuesta de indicadores para evaluar la percepción diferencial de varones y mujeres, sobre la peligrosidad del uso de plaguicidas, titulado "Aplicación del enfoque de género en el análisis de la percepción de la peligrosidad del uso de plaguicidas en la región hortícola Platense. Su importancia en el diseño de agroecosistemas sustentables[12]".

Qué entendemos por género

La primera cuestión que vamos a abordar es que cuando hablamos de género, no hablamos de sexos, que responde a diferencias biológicas, ni tampoco hablamos del estudio de los asuntos que atañen a las mujeres (Scott 1996), lo que representaría una reducción analítica. La categoría Género no es biológica, por el contrario, es una construcción cultural, que ha ido variando según tiempo y lugar.

Para la pensadora mexicana Marta Lamas, género implica un proceso de diferenciación, dominación, y subordinación entre varones y mujeres, y lo define como

> "un conjunto de creencias, prescripciones y atribuciones que se construyen socialmente tomando a la diferencia sexual como base (…) funciona como "filtro" cultural con el cual se interpreta al mundo, y también como una especie de armadura con la que se constriñen las decisiones y oportunidades de las personas dependiendo de si tienen cuerpo de mujer o cuerpo de hombre" (Lamas, 1996)

Lo primero que salta a la vista es que esta construcción cultural de las relaciones de género categoriza de manera binaria, es decir sólo es posible ser varón o ser mujer, excluyendo toda diversidad. Por otro lado, advertimos que, a partir de diferencias biológicas se construye un orden social jerárquico que va definiendo permanentemente las categorías varón - mujer socialmente aceptados, a la vez que genera una estructura estructurante (Bourdieu, 2014), y dispositivos de reproducción de ese orden donde juegan un rol central, pero de ninguna manera exclusivo, instituciones como la familia, el Estado, las iglesias y la escuela.

Resulta indispensable detenernos en el aspecto jerárquico de las relaciones de género, en el sentido de que la estructuración social de estas relaciones parte de asignar roles y funciones diferentes a cada sexo (Tabla 14.1), la construcción de estereotipos que los justifiquen y reproduzcan, así como una valoración social y económica diferente. Mientras a los varones se les ha asignado el rol productivo, a las mujeres el reproductivo. Así, los roles y funciones asignados a varones cuentan con valoración social positiva y con remuneración económica, que

[12] http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/114783

legitima los lazos jerárquicos y, por ende, de poder, que caracterizan estas relaciones. Es decir, aquí, jerarquía y poder van de la mano.

Tabla 16.1 Roles y funciones socialmente asignados a varones y mujeres

Mujeres			Varones		
Estereotipo	Rol	Función asignada	Estereotipo	Rol	Función asignada
Sumisa, frágil, afectuosa, tierna, emocional, maternal, cálida, amorosa	Pasivo-reproductivo (esposa, madre, hija), decide dentro de la casa. Lo productivo como extensión de lo doméstico.	Tareas del cuidado y la alimentación. Decide al interior del hogar.	Fuerte, valiente, osado, seguro, racional, duro.	Activo-productivo, Cabeza de familia. Participa de la vida política, económica y comunitaria	Proveedor, decisor, decide fuera del hogar, en el trabajo, la comunidad, en la política, en la organización.

Abordar las problemáticas derivadas de esta construcción social e histórica nos permite intentar comprender, por un lado, "¿cuál es la verdadera diferencia entre los cuerpos sexuados y los seres culturalmente construidos?" *y* por otro, nos sumerge en "uno de los debates políticos más trascendentes: el del papel de la mujer en la sociedad" (Lamas, 1996), en general, y en particular en la ruralidad.

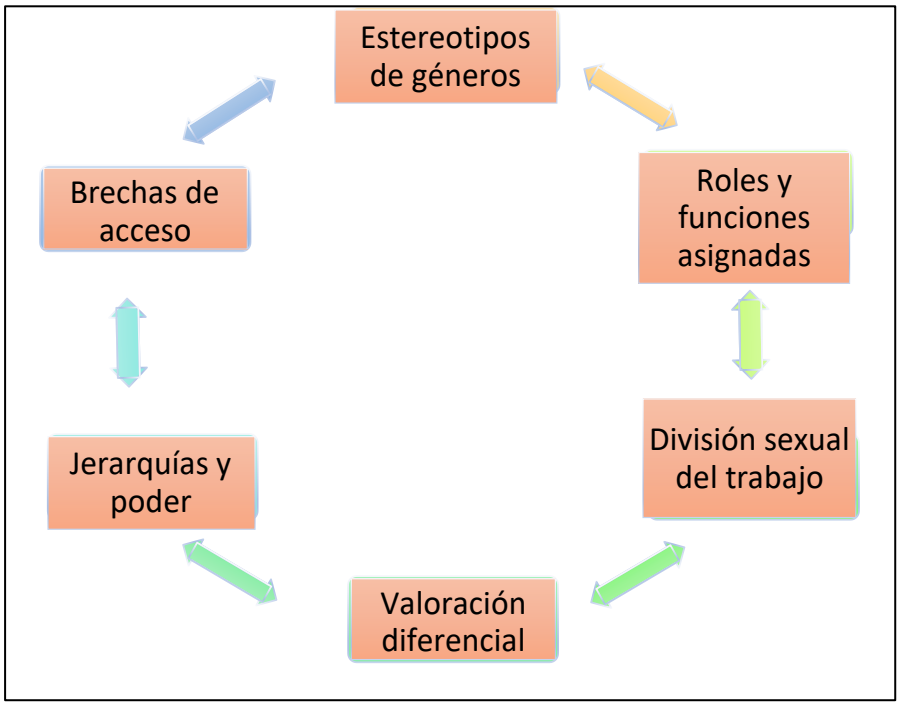
Las cuestiones de géneros en la ruralidad

En el encuadre teórico que estamos realizando, reconocer la construcción de las relaciones de género como algo cultural implica entender que esa construcción tiene características diferentes según tiempo y lugar. En este sentido, hablar de género en la ruralidad es intentar comprender cómo se expresan los mandatos, los estereotipos, los roles y funciones, las relaciones de poder y las jerarquías en un espacio heterogéneo y muy diferente al urbano.

En la Figura 16.1, intentamos mostrar cómo se van relacionando de manera bidireccional, la construcción de estereotipos de género en la ruralidad, que determinan roles y funciones también generizados, que se expresan en la división sexual del trabajo, que como mencionamos tienen diferente valoración social y económica. La falta de reconocimiento del trabajo reproductivo, así como la invisibilización del trabajo productivo de las mujeres en la ruralidad, a pesar de que muchas veces trabajan a la par de los varones, legitiman jerarquías y asimetrías de poder (Rojo y Blanco, 2015). En un mundo donde las pautas de organización las imponen los varones, el

acceso de las mujeres al uso y control de los factores productivos, y a la participación política se ven severamente afectados, y es lo que se conoce como brechas de acceso.

Figura 16.1: Construcción social de jerarquías de género y brechas de acceso



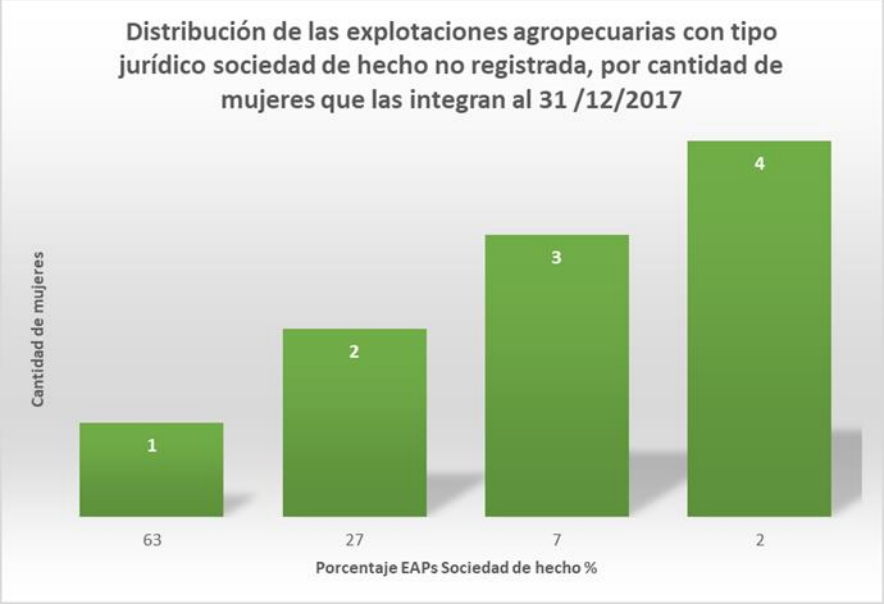
Las brechas de acceso en la ruralidad se expresan en las dificultades de las mujeres en acceder al uso y control (decisiones) sobre los medios de producción, y al mercado laboral formal (Blanco, 2020; Rojo y Blanco, 2015). Uno de los recursos estratégicos para la producción agropecuaria es la tierra. En Argentina, país en el que hijos/as heredan de manera igualitaria, el último Censo Nacional Agropecuario (CNA), realizado en 2018, indica que del total de las Explotaciones agropecuarias (EAPs) con tipo jurídico persona humana (210.664), apenas el 20%, unas 43.108, es gestionado por mujeres, marcando claramente que más allá de la ley, los usos y costumbres fueron haciendo de lo agropecuario, algo masculino. Por otra parte, la mayor concentración de EAPs gestionadas por mujeres se da en unidades de pequeño tamaño, de hecho, el 22% son EAPs de hasta 5 ha (INDEC, 2022).

Algo similar puede observarse con la participación de mujeres en las EAPs bajo la figura de persona jurídica (Figura 16.2), el 63% de las 6524 EAPs con esta constitución, cuentan con tan solo una mujer en su integración (INDEC 2022).

Por otra parte, las brechas de género en la ruralidad también se observan en la invisibilización del trabajo productivo aportado por las mujeres. Esta situación se ve de manera más marcada

en los sistemas donde las EAPs constituyen el ámbito de lo productivo, y también el reproductivo, es decir, cuando la familia agricultora trabaja y vive en el campo, y la mano de obra es aportada por sus miembros. En esta situación es común ver a las mujeres trabajando a la par de los varones en las parcelas. Sin embargo, cuando se indaga por esos aportes, las respuestas son en general, que **la mujer no trabaja, ella ayuda** (Rojo y Blanco, 2015), lo que representa una auténtica invisibilización del trabajo productivo realizado por las mujeres, al cual se les suma el trabajo reproductivo, que, como dijimos, no cuenta con remuneración económica.

Figura 14.2: Distribución de las EAPs con tipo jurídico sociedad de hecho no registradas, por cantidad de mujeres que las integran, al 31/12/2017



Fuente: Elaboración propia en base a Mujeres agropecuarias argentinas, Dossier estadístico, CNA 2018, INDEC

Por otro lado, y vinculado a ello, al invisibilizar el trabajo realizado por ellas, tampoco son consideradas a la hora de percibir una remuneración o repartir los beneficios que su propio aporte genera. Así mismo, es usual que no participen plenamente en la toma de decisiones acerca de cómo, cuánto, en qué y cuándo utilizar el dinero obtenido por la actividad productiva.

Una consecuencia directa de las brechas de acceso a la tierra y a una remuneración acorde al trabajo aportado es la exclusión de las mujeres del acceso al financiamiento, el asesoramiento técnico, y a la integración como socia plena de organizaciones del agro y cooperativas. Situación que, además, restringe las posibilidades de participación política y toma de decisiones de las mujeres, que limita sus posibilidades de elegir sus representantes, de acceder a cargos de representación[13] en las organizaciones, y acceder al reparto igualitario de poder.

En definitiva, los sesgos de género en la ruralidad tienen una materialización concreta, las brechas de acceso, donde las mujeres ven limitada su capacidad de participación en las

[13] En general, cuando las mujeres acceden a cargos de representación en organizaciones mixtas, conformadas por varones y mujeres, estos cargos reproducen estereotipos de géneros. Así es común que pueda verse a mujeres en cargos de secretarias y de tesoreras, porque son "prolijas, ordenadas, y responsables".

actividades y decisiones productivas, y cuando lo hacen su participación es muchas veces invisibilizada.

Necesidades prácticas e intereses estratégicos de las mujeres

Son muchas las consecuencias económicas, sociales, culturales y políticas de las brechas de género en la ruralidad. Por un lado, es esperable que ellas se traduzcan en feminización de la pobreza, situación que afectará a otros miembros de la familia, de la mano de las tareas de reproducción y cuidado que socialmente se asigna a las mujeres. Así, dentro de los estudios de género, se habla de necesidades prácticas al conjunto de indicadores y variables que describen las condiciones de vida de las mujeres, producto de los roles de género, por ejemplo, sus posibilidades de acceso a la salud, a la alimentación, vivienda y servicios, a la educación. Dar atención a las necesidades prácticas es, en general, garantizar el acceso de las mujeres a derechos básicos. Sin embargo, su resolución no implica la transformación de las relaciones asimétricas de poder entre varones y mujeres, por el contrario, en muchos casos tiende a reforzar el "statu quo". En nuestro país, por ejemplo, la mitad de las mujeres que gestionan EAPs, sólo accedieron a educación primaria (INDEC, 2022).

Por otro lado, son Intereses estratégicos de las mujeres todas aquellas cuestiones que tienden a cambiar la posición que ellas ocupan respecto de las relaciones de poder con los varones. Abordarlos implica cuestionar estereotipos, roles y funciones socialmente asignados, la división sexual del trabajo, y así, borrar las asimetrías de poder y cerrar brechas de acceso al uso y control de los recursos productivos, a los beneficios obtenidos, e igualdad en la participación política.

A pesar de que los intereses estratégicos a grandes rasgos pueden ser los mismos para todas las mujeres, es necesario reconocer que no todas las mujeres sufren las mismas opresiones, ya que éstas son sobredeterminadas por razones de raza, etnia, orientación sexual, identidad de géneros, clase, edad, y hasta de ubicación geográfica entre otras. Todas estas variables las encontramos en la ruralidad, ya que no existe la categoría mujer rural como algo homogéneo. La realidad es compleja y, por lo tanto, de esa manera hay que abordarla, porque no es lo mismo la situación la mujer rural empresaria que la de mujeres rurales migrantes pobres, ni tampoco las herramientas con las que cuentan o pueden gestionar cada una de ellas para cambiar su posición respecto de las asimetrías de poder con los varones.

Llegado este punto, una de las preguntas posibles es qué papel juegan los servicios de Extensión rural, y los organismos de Ciencia y tecnología en la reproducción de estas desigualdades. La respuesta es compleja, pero intentemos delinear algunas ideas. Tenemos, por un lado, que la Ciencia y la tecnología tal como las conocemos son producto del pensamiento occidental moderno, el cual se conformó bajo tres sesgos, el antropocentrismo, el etnocentrismo, y el androcentrismo (Soler Montiel y Pérez Neira, 2014). Esto ha generado que, a lo largo de los más de 400 años de evolución, la ciencia y la tecnología dominante contengan un marcado sesgo

de género. Pero, además, los sesgos de género se reproducen a partir de un conjunto de disposiciones, a lo que Bourdieu (2014), denomina Habitus, que adquirimos en nuestros procesos de socialización. Así, varones y mujeres internalizamos esos habitus generizados (dotados de sesgos de género), con los cuales aprendemos a ser varones y mujeres en sociedad. De esta manera, quienes integran esa sociedad, sus organizaciones e instituciones reproducen esos mandatos, que sostienen privilegios de unos, sobre otras. Muchos de estos sesgos de género los podemos ver en las políticas de Ciencia, tecnología y extensión rural aún hoy, aunque con claros avances. Pero ¿qué características tiene el modelo agrícola dominante y dónde se expresan los prejuicios y jerarquías para reproducir las brechas de género en la ruralidad?

El modelo agrícola: un problema mundial

El actual modelo de producción agropecuaria surge a partir de la llamada Revolución Verde, basado en el modelo de modernización agraria, la tecnificación, mediante el masivo uso de agroquímicos, fertilizantes, razas, cultivares, y variedades de alto potencial de rendimiento. Así, se ha buscado responder a una de las mayores problemáticas en el mundo: la falta de alimentos y el hambre, ubicando sus causas en el atraso cultural y tecnológico (bajos rendimientos), en algunas regiones del planeta (Sarandón y Flores, 2014). Pero este modelo fue insuficiente para explicar y solucionar estos problemas aún presentes en la actualidad. No contempló, en su análisis demasiado simplista, problemáticas de índole sociales y económicas como la distribución del ingreso y la desigualdad social, incluidas las de género con sus interseccionalidades, y tampoco tuvo en cuenta la sustentabilidad ecológica del modelo propuesto.

Hoy en día, luego de más de 60 años de aplicación de este enfoque, las repercusiones son cada vez más notorias: aumento de la dependencia de agroquímicos, contaminación de alimentos, aguas, suelos y personas por plaguicidas, la aparición y aumento en la cantidad de resistencia de ciertas plagas y patógenos a diferentes plaguicidas, erosión y degradación de suelos, disminución de los acuíferos en zonas de regadío, dependencia creciente de combustibles fósiles y la disminución de la eficiencia productiva en términos energéticos, la pérdida de biodiversidad, erosión génica de los principales cultivos, contribución al calentamiento global, la erosión cultural sobre prácticas de agricultores/as reemplazadas por tecnologías modernas, la incapacidad de aplicar este modelo a todos/as los/las agricultores/as, la imposibilidad de solucionar la pobreza rural, así como el sostenimiento de las jerarquías y brechas de género en la ruralidad (Sarandón y Flores 2014).

El modelo agrícola en Argentina

Uno de los procesos más importantes en Argentina, en cuanto al sistema de producción agrícola de los últimos años, ha sido el corrimiento de la frontera agrícola de la mano del

monocultivo, principalmente de soja. Entre 1982 y el 2003 la cantidad de hectáreas ocupadas por soja se multiplicó por seis, pasando de poco más de 2 millones de hectáreas a 12, 6 millones de hectáreas en el 2003, y rondando las 20 millones de hectáreas en el 2015 (Strada y Vila, 2015). Se estima para la campaña 2020/2021 unas 16,3 millones de hectáreas sembradas con soja (Bolsa de Cereales de Buenos Aires, 2023). Esto ha implicado consecuencias de todo tipo en consonancia con las consecuencias a nivel mundial, el empobrecimiento de las economías campesinas regionales, el desalojo de campesinos, campesinas e indígenas, la erosión y pérdida de fertilidad de suelos, y claro, las mismas consecuencias en términos de desigualdades y brechas de género, entre otras. En simultáneo, la deforestación sin control generó entre los años 1998 y 2021 una pérdida de más 7 millones de hectáreas de bosques nativos por conversión a cultivos anuales, principalmente soja (Greenpeace, 2021). Además, se pueden mencionar otras consecuencias como la aparición cada vez mayor de plagas resistentes, la pérdida de biodiversidad y, tal vez uno de los principales problemas, el aumento creciente de aplicaciones de plaguicidas y los problemas en la salud en la población asociados a ellos (Sánchez, 2012).

En relación con la utilización de plaguicidas, puede constatarse un aumento constante en su consumo, pasando de 73 millones de kg /l en 1995, a 317 millones de kg/l en el año 2012 (CASAFE, 2015). Aunque hay dificultad para encontrar estadísticas más recientes y confiables, se puede observar en Argentina un aumento del volumen de compra o, en su defecto, de la facturación generada en los últimos años, siendo el último registro del 2016 un 13% mayor en volumen de producto fitosanitario que en el período anterior (CASAFE, 2016), en un documento reciente el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, estima que hemos alcanzado los 500 millones de litros/kilos (INTA, 2022)

La región hortícola platense

Este modelo productivo también se expresa, y probablemente con más fuerza, en el cinturón hortícola de La Plata (CHP), dada las características propias de la actividad, así como el nivel de intensificación alcanzado en la actualidad.

El CHP es el más grande del país, con una superficie total estimada de 7100 hectáreas de cultivos hortícolas bajo cubierta, de las cuales 6000 corresponden al partido de La Plata y los 1000 restantes se distribuyen entre los partidos de Berazategui y Florencio Varela, con un aproximado de 5100 productores (Ferraris y Ferrero, 2018). En el último tiempo se ha visualizado el avance de sistemas denominados de base agroecológica o manejados bajo los principios de la agroecología, varios de los cuales han demostrado ser económicamente rentables. A pesar de esto, la mayoría de las explotaciones no se han reorientado hacia esta forma de producir, indicando la presencia de posibles resistencias o dificultades para la transición.

Para comprender las características y limitaciones que puede haber en los/as productores/as es necesario entenderles como sujetos que, de manera colectiva e individual, producen prácticas y representaciones alrededor de las necesidades que identifican. Las prácticas alrededor de la salud y la enfermedad son fundamentales para la reproducción de cualquier conjunto social por

lo que son entendidas como saberes y prácticas estructurales a todas las sociedades. Estas son construidas en el trayecto de sus vidas y trabajos, atravesadas por una gran variedad de ideas, valores y percepciones. Uno de estos condicionantes es la división sexual del trabajo, bajo un ordenamiento binario asociado a las construcciones de género (Salva *et al*, 2008), el cual organiza relaciones y roles, como ya ha sido abordado anteriormente en este trabajo.

La estructura de este cinturón hortícola se destaca por el protagonismo de la agricultura familiar en la mayor parte de las explotaciones. Este tipo de modelo de productor/a nos interesa por tres razones. En primer lugar, las familias residen en las quintas, involucrándose todos los integrantes en la producción, estando muy presente la división sexual de los trabajos y la exposición a los productos utilizados. Esto es especialmente importante debido a que, si bien la utilización de plaguicidas afecta a todos los eslabones de la cadena productiva, quienes están continuamente expuestos y tienen mayores riesgos de intoxicaciones agudas y crónicas son los productores y sus familias que conviven con los productos y sus aplicaciones. Esto incorpora grupos muy vulnerables, como son la mujer en edad fértil y los niños, en todas sus etapas de crecimiento (Lantieri *et al*, 2009).

En segundo lugar, se ha comprobado que, en esta zona, muy próxima a los centros urbanos, se desarrolla mayormente una agricultura sumamente intensiva con un elevado uso de plaguicidas de alta peligrosidad (Defensoría del Pueblo de la Provincia de Buenos Aires, 2015), por lo que entender la dinámica, conocimiento y uso de estos adquiere mayor importancia.

Finalmente, la agricultura familiar representa el 66% de los productores en Argentina (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2020), siendo este tipo de agricultura la que produce a nivel mundial más del 80% del alimento (FAO, 2019). Esto los hace sujetos centrales y estratégicos para un potencial cambio de modelo productivo, debido a que son la mayor parte de los productores, y a la vez, son quienes producen el porcentaje principal de alimentos para la población.

Debido a estas características, su tamaño, importancia y rol clave en el modelo productivo, el cinturón hortícola platense constituye un lugar muy relevante para evaluar mediante el enfoque de géneros las diferentes percepciones y actitudes de los diferentes sujetos alrededor de los plaguicidas.

Reacciones al modelo

Este modelo y sus consecuencias han generado reacciones de parte de la sociedad. Uno de los ejes principales de debate es los efectos de los plaguicidas sobre la salud, preocupación que generó la aparición y consolidación de grupos ambientalistas. Entre los más activos se encuentran, Naturaleza de Derechos, Millones contra Monsanto, las asambleas de pueblos fumigados (Asamblea Regional de Pueblos Fumigados); la Marcha Plurinacional de los Barbijos en Rosario contra los agrotóxicos (Aranda, 2019). La campaña Paren de Fumigarnos, una de las más emblemáticas en el país, cuenta con más de 16 años de trayectoria. La Red Federal de

Docentes por la Vida, en defensa de las escuelas rurales frente a los agroquímicos, y la Asamblea Río Cuarto Sin Agrotóxicos (La Tinta, 2017), son algunos de los colectivos organizados alrededor de esta problemática. Otro caso emblemático es el de "Madres de Ituzaingó", una asamblea creada a partir de madres preocupadas por los problemas de salud de sus hijos/as adjudicándolos a la aplicación de plaguicidas (Virga 2022) y que, además, han llevado a la Corte Suprema el primer caso donde dos acusados por fumigaciones y envenenamiento de suelo y agua fueron hallados culpables (Red Eco Alternativo, 2017). También se puede mencionar la asamblea "Malvinas lucha por la vida", la cual fue creada para impedir que Monsanto instale en el pueblo una planta de tratamientos de semillas de maíz transgénico (Cerrutti y Romagno, 2017).

Un dato a tener en cuenta es que las luchas en los conflictos socioambientales, tanto en el mundo como en nuestro país, son y han sido lideradas principalmente por mujeres, aunque estas luchadoras muchas veces no se autoperciben, ni inscriben dentro de los feminismos (Svampa, 2022).

Este pequeño mapeo de resistencias en el país da un panorama de los procesos organizativos que se han generado en el último tiempo frente al actual modelo de producción de alimentos (ya que no se han nombrado los numerosos casos de resistencia frente a otros conflictos ambientales) y que debaten el modelo extractivista agropecuario vigente.

En el resto del mundo, esta tendencia es similar, con un aumento en el número de juicios hacia diferentes empresas productoras de agroquímicos como es el caso de Bayer -Monsanto, quien fue encontrado culpable de tres casos de aparición de cáncer por el uso de glifosato (El País, 2019) y ha acumulado 9000 demandas en su contra a lo largo del 2019 (La vaca, 2019).

Por parte del Estado argentino puede observarse que la presión social ha derivado en la creación de diferentes normativas. En la provincia de Buenos Aires, en el año 2018, 11 distritos tenían ordenanzas que prohíben la fumigación aérea, 2 tienen una restricción de 5.000 metros de distancia a la fumigación aérea de los centros urbanos y 7 prohíben el uso de plaguicidas para eliminar pastizales y especies vegetales en todo el municipio. En general, se puede observar que, en aquellos distritos donde hay una prohibición de las fumigaciones aéreas, o distancias mayores de exclusión a la fumigación terrestre, existen organizaciones socioambientales preocupadas por la salud y el ambiente (Dubois, 2018).

En otras provincias hay leyes y ordenanzas vigentes como en San Luis la Ley Provincial: N° IX-0958-2016, la Resolución Comunal N° 242/17 en Dique Chico, Córdoba y en Hersilia, Santa Fe la 1963/15 que limitan distancias de aplicación de plaguicidas. Además, en Entre Ríos, la Justicia estableció una zona de exclusión sin fumigaciones terrestres para escuelas rurales (Dubois, 2018)

Por otra parte, debe mencionarse el importante rol de ciertos/as investigadores/as comprometidos/as con la problemática como Andrés Carrasco, quien demostró que los herbicidas a base de glifosato producen efectos teratogénicos en animales vertebrados y afectan la señalización del ácido retinoico (Paganelli *et al*, 2010) entre otros importantes aportes. También a Damián Marino quien se dedica a investigar la dinámica ambiental de los plaguicidas y que dirige el Espacio Multidisciplinario de Interacción Socioambiental (Casado, 2018). Marino

junto a Damián Verzeñassi, médico y profesor, y a su cátedra en la Facultad de Medicina de la UNR realizan campamentos sanitarios para analizar la epidemiología de los lugares que visitan y la posible relación de los resultados con la aplicación lindera de plaguicidas (Foro Ambiental, 2018). Por otro lado, el informe "Relevamiento de la utilización de agroquímicos en la provincia de Buenos Aires, mapa de situación e incidencia sobre la salud" realizado a pedido de la defensoría del pueblo por el Laboratorio de Química Ambiental y Biogeoquímica de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo y el grupo de Agroecología de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la UNLP, no sólo muestra resultados contundentes acerca de la potencial peligrosidad de este modelo sobre salud y ambiente, sino que expone la preocupación creciente de la sociedad por este tema (Defensoría del Pueblo de la Provincia de Buenos Aires, 2015).

Otra experiencia similar puede encontrarse en Mar del Plata, donde la asociación civil BIOS realizó análisis de sangre y orina en habitantes de zonas rurales y urbanas que demuestran que el 70% de las muestras presentan glifosato y AMPA, su metabolito. También se encontró Endosulfan y metabolitos de DDT.

La Agroecología y el cambio de paradigma

Frente a las inequívocas muestras de deterioro social y ambiental luego de 60 años bajo el modelo productivo dominante, desde Latinoamérica surgió un nuevo paradigma de carácter pluriepistemológico, la Agroecología. Esta nueva disciplina rechaza la simplicidad que caracteriza al modelo dominante ya que la reconoce como una de las principales causas de los problemas originados por él. La Agroecología recoge los aportes de múltiples disciplinas como la Ecología, la Botánica, la Economía, Sociología, y Antropología, entre otras, pero, además, reconoce, valora y rescata los conocimientos locales, situados y empíricos, de productoras y productores, así como de comunidades locales y originarias. Así, el objetivo perseguido es el rediseño y manejo de los sistemas productivos, hacia modelos de base agroecológica haciendo uso de los conocimientos y saberes académicos y no académicos, sobre el conocimiento y manejo de la biodiversidad, de manera tal de sustituir el uso de insumos externos, por servicios ecosistémicos.

Pero, a pesar de que la Agroecología es un modelo que, entre otras cosas, promueve o posibilita una mayor eficiencia energética, basado en el uso de procesos ecosistémicos, que es más amigable con la naturaleza, que preserva la biodiversidad y que busca la sostenibilidad en el tiempo de la producción, todavía no ha alcanzado el grado de adopción en los sistemas productivos del país que se podría esperar. Siendo una alternativa que responde a las demandas de gran parte de la sociedad frente a la salud y la utilización de los agrotóxicos y que, por el otro lado es factible, su adopción es aún incipiente.

La percepción de la peligrosidad que tiene este modelo para la salud de los/as agricultores/as y sus familias debido a la aplicación constante y creciente de plaguicidas, podría

ser uno de los elementos más significativos para que haya un interés en cambiar la manera de producir por una más inocua. Pero, en los hechos, esta percepción pareciera no ocurrir con la magnitud o claridad que podría esperarse.

Esto nos lleva a pensar que existen diferentes factores de la realidad que pueden estar influyendo y limitando la transición hacia la agroecología. Desde este trabajo, planteamos analizar posibles limitaciones asociadas a los roles de género y la distribución desigual de tareas, poder y toma de decisiones debido a esto. Además, este enfoque cuestiona y replantea los sesgos sobre los que se ha construido el pensamiento y la ciencia occidental moderna, entre otras cosas porque producto del Androcentrismo14 el diálogo de saberes que propone la Agroecología podría verse limitado al intercambio sólo con productores varones, ignorando y desaprovechando los aportes vinculados a los saberes que portan las mujeres, muchas veces diferentes y que responden a los diferentes roles en trabajo productivo y reproductivo.

Pero, además, mujeres y varones por tener roles y funciones diferentes también otorgan valores diferentes a las mismas cosas, por ejemplo, en sus miradas sobre la biodiversidad, mientras que para los varones las especies valiosas son las comerciales, las mujeres también encuentran valor en especies ornamentales, medicinales, y las que conforman los huertos, aunque no las comercialicen. Por otra parte, mientras que para los varones muchas herramientas e insumos como los agroquímicos, son percibidos como aliados en la producción, entre las mujeres, por su rol vinculado al cuidado, son percibidos como algo riesgoso y peligroso para la vida (Kunin y Lucero 2020).

En este sentido, es necesario resaltar que la percepción del peligro y riesgo difiere entre varones y mujeres, debido a la construcción de las masculinidades y feminidades. Para los varones reconocer la vulnerabilidad de sus cuerpos frente a los agroquímicos significa una "feminización" que va en contra del mandato de masculinidad que se les demanda socialmente, debiendo ser los varones fuertes, valientes, productivos, resistentes al dolor. Además, los varones tienen un vínculo diferente con su propia salud, la enfermedad, las instituciones de salud, lo que puede también influir en la percepción del riesgo para la salud.

Por otra parte, ya mencionamos el protagonismo fundamental de las mujeres en las luchas socioambientales, que, sumado a estas miradas, valores, y percepciones generizadas sobre cuestiones estratégicas como la biodiversidad y el uso de pesticidas, nos permite comprender la importancia de la participación de las mujeres en los sistemas productivos y en las resistencias ante el extractivismo. Pero, a la vez, sabemos que, producto de las relaciones jerárquicas de género, las mujeres en general no son las que toman las decisiones en los planteos productivos, sobre todo aquellas relacionadas con la compra y uso de tecnologías e insumos.

Entonces, si la percepción del peligro del actual modelo de agricultura, así como la predisposición al cambio hacia prácticas más sustentables es diferente en varones y mujeres, pero sólo los varones son los que toman la mayor parte de las decisiones productivas, puede

[14] Soler Montiel y Perez Neira lo definen *como "una organización sociocultural y político-económica orientada por las vivencias y necesidades de los varones heterosexuales de las clases dominantes, forzadamente universalizada."* (Soler Montiel y Pérez Neira, 2014)

haber aquí una clave para comprender las resistencias y mejorar la transición hacia sistemas productivos más saludables.

En este contexto generar estrategias que permitan cambiar la posición de las mujeres dentro del campo de las relaciones de género, para lograr que puedan participar de manera igualitaria en la toma de decisiones permitiría incorporar estas percepciones, miradas, valores y saberes que, por otra parte, pueden contribuir al escalamiento de la Agroecología, por lo resulta indispensable conocer acabadamente la realidad concreta de los territorios rurales. Para esto, el desarrollo de indicadores puede ser un valioso aliado.

Construcción de indicadores

Proponemos una serie de indicadores que permitan indagar sobre las siguientes cuestiones:

- Si la percepción del peligro y el riesgo que conlleva el uso de plaguicidas en la región hortícola platense es diferente en varones y mujeres, basado en la socialización bajo roles de género, que generan normas, obligaciones y acciones que son reproducidas de manera consciente e inconsciente. Además,
- si esta diferencia en la percepción del peligro se traduce en comportamientos generizados; y, por último, y como producto de lo anterior,
- si los varones tienen una menor necesidad de cambio hacia una forma de producción más sana o lo expresan en menor proporción.

Metodología

Se construyeron indicadores siguiendo la PROMES (ver capítulo 1) adaptándola para este fin. Esta es una manera de hacer simple lo complejo sin perder información relevante. Los indicadores son herramientas sencillas, elaboradas para evaluar los aspectos que se requieran de una manera simple, pudiendo obtenerse la información buscada en una sola charla. Además, permiten visualizar con mayor claridad los resultados ya que la organización en escala de estos hace posible graficarlos y comparar diferentes fincas y situaciones entre sí. Los indicadores han mostrado ser adecuados en la evaluación de temas como la sustentabilidad (Sarandón y Flores, 2009), la racionalidad ecológica (Gargoloff *et al*, 2010) o la identificación de barreras a la adopción de una “conducta sustentable” en horticultores (Blandi *et al*, 2011), entre otros. Los indicadores permiten simplificar aspectos complejos en valores sencillos de interpretar, siendo adecuados para este tipo de evaluaciones.

Para la construcción de estos indicadores, Gargoloff *et al*, (2010) propone una metodología basada en 8 pasos:

Paso 1: definición del marco conceptual,

Paso 2: planteo de hipótesis,

Paso 3: definición de las dimensiones de análisis,

Paso 4: definición de ámbitos, categorías y descriptores de análisis,

Paso 5: definición de los indicadores,

Paso 6: relevamiento de datos,

Paso 7: análisis de resultados,

Paso 8: validación de la hipótesis.

Nuestra propuesta es avanzar hasta el paso 5: construir los indicadores.

La propuesta de indicadores

Se construyó el marco conceptual (Paso 1) para el concepto de percepción. Se usó la definición elaborada por Vargas Melgarejo en 1994:

> "La percepción es entendida como la forma de conducta que comprende el proceso de selección y elaboración simbólica de la experiencia sensible, que tienen como límites las capacidades biológicas humanas y el desarrollo de la cualidad innata del hombre para la producción de símbolos. A través de la vivencia la percepción atribuye características cualitativas a los objetos o circunstancias del entorno mediante referentes que se elaboran desde sistemas culturales e ideológicos específicos construidos y reconstruidos por el grupo social". (Vargas Melgarejo 1994:50)

Es decir, se considera a la percepción como un concepto biocultural, compuesto por una parte biológica en cuanto a la recepción de los estímulos externos, y una cultural, sobre los significados y construcciones que se dan alrededor de ellos (Vargas Melgarejo 1994). Esta percepción será más correcta o acertada, cuando los conocimientos y actitudes tengan correlación con la peligrosidad y riesgo que tienen los agroquímicos para la salud, de acuerdo con las recomendaciones que estipula la Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes de Argentina (CASAFE, 2020) sobre prácticas y cuidados a la hora de manipular, aplicar, guardar y desechar estos productos. Se considerará que una mayor predisposición al cambio y a nuevas prácticas productivas tiene relación con una mayor percepción de la peligrosidad y riesgos, o a problemas asociados al modelo productivo.

En cuanto a la hipótesis (Paso 2) se considera que la percepción del peligro y el riesgo que conlleva el uso de plaguicidas en la región hortícola platense es diferente en varones y mujeres, basado en la socialización bajo roles de género, que generan normas, obligaciones y acciones que son reproducidas de manera consciente e inconsciente. Esta diferencia en la percepción del peligro se traduce en que los varones tienen menor conciencia o la expresan en menor proporción, que las mujeres. Además, asociada con esta percepción diferente, los varones tienen una menor necesidad de cambio hacia una forma de producción más sana o lo expresan en menor proporción.

Luego se definieron las dimensiones de análisis (Paso 3). Estas son tres:

- Dimensión sobre el conocimiento,
- Dimensión sobre la actitud y
- Dimensión sobre la predisposición al cambio y a la utilización de nuevas técnicas productivas.

La dimensión conocimiento evalúa cuánto conocen los/as productores/as sobre la peligrosidad de los plaguicidas, cómo deben manipularse, guardarse, qué cuidados se deben tener, qué tipo de intoxicaciones existen, etc.

La dimensión actitud evalúa lo que ellos hacen, de qué manera concreta manipulan, compran, guardan y trabajan con estos plaguicidas. Finalmente, la predisposición al cambio y a la utilización de nuevas técnicas productivas evalúa cuán dispuestos/as e interesados/as están en general a probar nuevas técnicas, prácticas, a innovar y cómo suele iniciarse este proceso.

En el Paso 4, se determinaron dentro de la dimensión conocimiento tres ámbitos, tal como indica la Tabla 16.1.

a) Riesgo para la salud, que engloba los conocimientos alrededor de la intoxicación y peligrosidad para la salud que pueden tener los plaguicidas, b) Manejo de términos y conceptos, que abarca cuánto se sabe y entiende sobre conceptos técnicos asociados a la información en el marbete sobre recomendaciones de aplicación y cuidados, y finalmente c) Manipulación, que contempla cuánto saben sobre cómo se deben usar, manipular y guardar los plaguicidas. Para a) se determinó una categoría: toxicidad, que tiene en cuenta los conocimientos alrededor de la toxicidad de los productos, para b) una categoría: información de marbete, que indaga sobre el conocimiento e interpretación de la información contenida en el marbete, y para c) dos categorías: protección, que engloba qué tipo de ropa e implementos se deben utilizar en la manipulación y por otro lado, envases, donde se tiene en cuenta los conocimientos alrededor de cómo debe ser el destino y guardado de estos.

Tabla16.1: Composición de la dimensión conocimiento sobre la peligrosidad de los pesticidas: ámbitos, categorías e indicadores

Dimensión	Ámbito	Categoría
Conocimiento	Riesgo para la salud	Toxicidad
	Manejos de términos y conceptos	Información de marbete
	Manipulación	Protección
		Envases

Para la dimensión Actitud se determinaron dos ámbitos (Tabla 16.2) a) Peligrosidad del producto, que busca determinar la actitud frente a la elección de la peligrosidad del producto y b) Cuidados en la salud, que engloba los recaudos tomados o no alrededor de la manipulación, uso, guardado de los productos. Para a) se determinó la categoría compra del producto, es decir cómo

se juega la cuestión de la peligrosidad a la hora de la compra y para b) dos categorías: forma de aplicación, en donde se tiene en cuenta sus actitudes en la parte activa de manipulación y aplicación de los productos, y por otro lado el manejo de envases, donde se indaga qué actitud tiene frente al guardado, destino y/o reutilización de estos.

Tabla 16.2: Composición de la dimensión actitud frente a la peligrosidad de los pesticidas: ámbitos, categorías e indicadores

Dimensión	Ámbito	Categoría
Actitud	Peligrosidad del producto	Compra
	Cuidados en la salud	Forma de aplicación
		Manejo de envases

Para la dimensión Predisposición al cambio y la utilización de nuevas prácticas productivas se determinaron tres ámbitos: a) Innovación, que tiene en cuenta la predisposición hacia nuevas prácticas y técnicas, b) lazos organizativos, que engloba si los/as productores/as tienen lazos con organizaciones o instituciones y c) satisfacción con la actividad, en la cual se indaga sobre cómo se siente con la actividad productiva (tabla 16.3).

Tabla 16.3: Composición de la dimensión Predisposición al cambio hacia modelos productivos más sustentables: ámbitos, categorías e indicadores

Dimensión	Ámbito
Predisposición al cambio	Innovación
	Lazos organizativos
	Satisfacción

Finalmente se definieron y fundamentaron los indicadores (Paso 5). Se estandarizaron todos los indicadores en una escala de 0 a 4: el mayor número (4) indica mayor conocimiento sobre los temas, o prácticas correctas asociadas al nivel de peligrosidad que tienen los plaguicidas, así como mayor predisposición al cambio y a nuevas técnicas. A medida que el valor del indicador

disminuye, se aleja de esto, hasta llegar al valor más bajo (0), que implica el menor conocimiento, las prácticas más peligrosas o la menor predisposición al cambio de toda la escala.

Indicadores para la Dimensión Conocimiento

Este grupo de indicadores (Tabla 16.4) evalúa los conocimientos que los agricultores y agricultoras tienen sobre la peligrosidad de los plaguicidas y condiciones de manipulación aplicación y cuidados posteriores. Evalúa lo que saben, no lo que hacen. Para la misma, se definieron 8 indicadores:

1) Vías de intoxicación aguda (contacto ocular, dermal, ingestión o inhalación). Evalúa si los/as productores/as saben cuáles son las vías de intoxicación aguda (contacto, inhalación e ingesta). Resulta importante ya que está muy relacionado con las formas de aplicación y uso de los plaguicidas, y, por lo tanto, de cómo es necesario cuidarse.

2) Reconocimiento de intoxicación. Evalúa si los/as productores/as saben identificar los síntomas asociados con la intoxicación por plaguicidas, cuántos síntomas conocen, y si identifican la intoxicación crónica, muchas veces más encubierta que la aguda por no generar síntomas inmediatos. Puede dar indicios sobre qué noción tiene alrededor de los riesgos que conlleva la aplicación de plaguicidas.

3) Qué hacer en caso de intoxicación inhalación o ingesta. Evalúa si saben qué se debe hacer en caso de intoxicación, si tienen "mitos" alrededor de esto (por ejemplo, tomar leche, provocar el vómito, etc) y qué grado de importancia le dan la intoxicación, si consideran que es necesario o no asistir a alguna institución de salud. Es importante porque puede mostrar qué lugar le dan a los síntomas y enfermedad, si lo toman como algo importante y qué predisposición a ir a instituciones de salud tienen.

4) Conocimiento sobre color de marbete, dosis, riesgos, momentos de aplicación. Evalúa cuánto conocen y saben interpretar de la información técnica, de aplicación y recaudos contenida en el marbete de los plaguicidas. Su importancia recae en que la información del marbete da las pautas para una correcta utilización del producto.

5) Conocimiento del período de carencia y reingreso. Evalúa si conocen ambos términos contenidos en el marbete. El primero tiene importancia ya que determina cuándo se pueden consumir las verduras que han sido aplicadas sin que haya riesgo de intoxicación por plaguicidas, y el segundo determina cuándo es seguro que los/as trabajadores/as vuelvan a ingresar a la parcela luego de una aplicación. Al igual que el anterior indicador, conocer estos términos forma parte del procedimiento para utilizar correctamente el producto.

6) Protección. Evalúa si conocen qué ropa y elementos de protección debe utilizar a la hora de manipular y aplicar los plaguicidas, y cómo debe higienizarse luego de esto. Conocer qué

protecciones y cuidados se deben tener a la hora de aplicar forma parte del protocolo para la aplicación menos riesgosa de los plaguicidas.

7) **Destino de envases.** Evalúa si conocen cuál es el correcto tratamiento y destino de los envases vacíos de plaguicidas, si los reutiliza y para qué. Debido a que los plaguicidas pueden resultar contaminantes para el ambiente y peligrosos para la salud, conocer qué se debe hacer con los envases corresponde uno de los pasos para un menor riesgo en la utilización.

8) **Guardado de envases.** Evalúa el conocimiento sobre cómo y dónde deben guardarse los envases para que no representen un riesgo para la salud y el ambiente. Al igual que el anterior, saber dónde guardarlos de manera segura es necesario para disminuir el riesgo, y toma mayor importancia en estas fincas en que la familia vive en el mismo lugar donde se produce y utilizan los productos, pudiendo haber "accidentes domésticos".

Tabla 16.4: Categorías de conocimiento sobre el uso, manipulación y peligrosidad de los plaguicidas y su manipulación. Están compuestas por indicadores y la escala para evaluarlos.

Categoría	Indicador	Escala
Toxicidad	Vías de intoxicación aguda (contacto ocular, dermal, ingestión o inhalación)	0. No conoce ninguna vía de intoxicación. 1. Menciona 1 vía de intoxicación y no puede explicar cómo es necesario protegerse ni cómo puede ocurrir la intoxicación. 2. Menciona 2 vías de intoxicación y sabe parcialmente cómo es necesario protegerse y cómo puede ocurrir la intoxicación. 3. Menciona 3 o 4 vías de intoxicación, pero solo sabe explicar parcialmente como es necesario protegerse o cómo puede ocurrir la intoxicación. 4. Menciona las 4 vías de intoxicación, puede explicar cómo es necesario protegerse y cómo puede ocurrir la intoxicación.

Categoría	Indicador	Escala
Toxicidad	Reconocimiento de intoxicación	0. No reconoce ningún tipo de síntoma de intoxicación 1.Reconoce como síntoma de intoxicación aguda náuseas e irritaciones donde hubo contacto directo. 2.Reconoce como síntomas de intoxicación aguda a la mayor parte de estos síntomas: náuseas, diarrea, dolores abdominales, tos, mareos e irritaciones donde hubo contacto directo. 3.Reconoce como síntomas de intoxicación aguda a la mayor parte de los siguientes síntomas: irritaciones de piel, ojos, náuseas, mareos, dolores de cabeza, tos, dolores abdominales, sudoración, debilidad muscular, salivación, hablar farfullante, incoordinación. 4.Reconoce como síntomas de intoxicación aguda a la mayor parte de los siguientes síntomas: irritaciones de piel, ojos, náuseas, mareos, dolores de cabeza, tos, dolores abdominales, sudoración, debilidad muscular, salivación,

		hablar farfullante, incoordinación y menciona posibles síntomas de intoxicación crónica que conoce, vive o vió.
	Qué debe hacer en caso de intoxicación por inhalación o ingesta	0. Se debe tomar leche, huevo o aceite o se toma algún remedio casero. Se espera que pasen los síntomas 1.Se puede automedicar, se hace reposo hasta la desaparición de los síntomas. 2. No se debe automedicar, se debe hacer reposo y en caso de síntomas se debe ir al médico. 3. No se debe automedicar, se debe ir al médico inmediatamente. 4. No se debe automedicar, se debe ir inmediatamente al médico, llevar el marbete. Maneja algún tipo de información específica, recomendada en las buenas prácticas agrícolas sobre cómo manejar intoxicaciones. (cómo lavar ojos, piel, cómo proceder si hubo inhalación o ingesta)
Información del marbete	Color de marbete, dosis, riesgos, momentos de aplicación.	0. No sabe qué indican los colores de marbete, tampoco sabe sobre la información dosificación, riesgos ni fecha de vencimiento 1.Identifica solo los marbetes más peligrosos (rojos) o los menos (verdes), y la dosificación. 2.Identifica la mayoría de los marbetes (3 o más), sabe sobre dosificación 3.Identifica todos los marbetes, sabe sobre dosificación, riesgos y fecha de vencimiento. 4. Identifica todos los marbetes y su nivel de toxicidad, sabe sobre dosificación, riesgos, fecha de vencimiento, momentos de aplicación, almacenamiento, precauciones, etc.
	Período de carencia y reingreso	0. No sabe lo que es el período de carencia ni el período de reingreso. 1. 2.Sabe lo que es alguno de los dos períodos. 3. 4. Sabe de ambos períodos, identifica bien que el período de carencia es hasta consumo y el de reingreso es para labores

Categoría	Indicador	Escala
Manipulación	Protección	0. No se debe usar protección especial. 1.Solo se debe usar protección para tocar el producto, guantes, bolsas o pañuelo 2. Se debe utilizar protección en preparación y aplicación, pero alcanza con protecciones caseras, guantes o botas. 3. Se debe utilizar protección en preparación y aplicación, se debe usar guantes y botas. No diferencia la ropa para aplicar, ni considera que debe sacársela luego de la aplicación y lavarla, ni tampoco bañarse inmediatamente. 4. Se debe usar protección en transporte, preparación y aplicación. Se deben usar guantes y botas, además ropa específica que luego debe sacarse y lavarse, luego

		bañarse. Menciona mamelucos, delantales, antiparras o máscaras
	Destino de envases	0.Se puede reutilizar envases para cargar agua para consumo o sustancias de uso doméstico. 1.Pueden reutilizarse los envases para comprar agroquímicos o para actividades de la finca. 2.No se debe reutilizar los envases. Se pueden tirar a la basura normal. 3. No se debe reutilizar los envases, se los puede quemar o enterrar. 4. No se deben reutilizar los envases. Una vez vacíos debe hacerse triple lavado o lavado a presión, agujerearlos y enviarlos a centros de almacenamiento
	Guardado de envases	0. Se puede guardar los envases dentro de la casa, al aire libre o en lugares cotidianos familiares. 1. 2.Se debe guardar en galpón de herramientas o fuera del alcance de la familia. 3. 4. Se deben guardar en un depósito específico para agroquímicos

Fuente: Larrañaga 2022

Indicadores para la Dimensión actitud

Este grupo de indicadores (Tabla 16.5) evalúa lo que los agricultores y agricultoras hacen en relación a la compra, manipulación, aplicación y guardado de plaguicidas. Es la actitud que tienen hacia ellos. Esta actitud puede ser adecuada a su peligrosidad, tomando las medidas de precaución necesarias o temeraria. Se construyeron 6 indicadores:

1) **Asesoramiento y compra del producto.** Evalúa cómo elige y compra el producto, si tiene asesoramiento, si elige por efectividad, si tiene en cuenta la peligrosidad. Puede dar indicios sobre la noción acerca de la toxicidad y riesgo que tienen los productos, y bajo qué parámetros se eligen.

2) **Protecciones y ropa de trabajo.** Evalúa si utiliza protecciones, cuántas y cuáles y si utiliza ropa especial para manipular y aplicar los plaguicidas. Es importante porque puede mostrar qué registro del riesgo para la salud hay en el momento de la manipulación de los productos, y cuánta protección consideran necesaria.

3) **Recaudos.** Evalúa si durante y después de manipular y aplicar plaguicidas realiza otras actividades riesgosas como beber, fumar y comer. Al igual que el anterior, puede mostrar cuántos cuidados se tienen y cuán riesgoso les parece aplicar.

4) **Reingreso a parcela y tiempos de carencia.** Evalúa si respeta estos dos tiempos para cosechar y volver a entrar a la parcela, y si utiliza otros parámetros para determinar cuándo y por qué entrar. Este indicador enlaza qué importancia tienen estos tiempos sobre el riesgo hacia su

salud y la de los consumidores, a la vez que indaga si esos tiempos son apremiados por otras actividades que deben realizar en la finca.

5) **Destino de envases.** Evalúa qué destino le da a los envases de plaguicidas, si los tira cómo y dónde, y si los reutiliza para qué actividades. Es importante porque según que se realice con los envases puede demostrar mayor o menor percepción acerca del riesgo que representa hacia la salud y el ambiente.

6) **Guardado de envases.** Evalúa dónde y cómo guarda los envases de plaguicidas en la finca, cuando estos tienen producto en su interior. Al igual que el anterior, permite indagar sobre cuán riesgosos consideran a los productos. Además, teniendo en cuenta que convive la familia en la misma finca donde se aplica, toma mayor importancia dónde y cómo se guarda para evitar "accidentes domésticos".

Tabla 16.5. Categorías de indicadores de actitud en el manejo y utilización de los plaguicidas, frente a su peligrosidad. Están compuestas por indicadores y la escala para evaluarlos.

Categoría	Indicador	Escala
Forma de comprar	Asesoramiento y compra del producto	0. Compra fijándose en que es lo más barato y/o lo más fuerte, que le resuelva el problema rápido. 2. Compra por recomendación de vecinos/as o productores/as cercanos/as o por recomendación de la agroquímica. 4. Compra según asesoramiento de un/a técnico/a o agrónomo/a
Forma de aplicación	Protecciones y ropa de trabajo	0. No utiliza protección en preparado ni aplicación 1.Utiliza sólo algún elemento de protección como botas, guantes y/o pañuelos fabricados con elementos cotidianos 2.Utiliza guantes y botas en preparado o aplicación 3. Utiliza guantes y botas durante el preparado y la aplicación. 4. Utiliza ropa específica, que luego de aplicar se saca y lava. Además, guantes, botas y máscara (u otras protecciones específicas) durante el preparado, la aplicación y transporte

Categoría	Indicador	Escala
Forma de aplicación	Recaudos	0. Hace otras actividades en la parcela a la par de la aplicación o en los momentos de descanso, como beber, comer o fumar. Continúa el día de trabajo con la misma ropa, sin bañarse. 1.

		2. No bebe, come ni fuma mientras aplica, pero sí lo hace cuando termina de aplicar. Continúa el día de trabajo con la misma ropa, sin bañarse. 3. 4. No bebe, come ni fuma mientras transporta los productos, ni cuando aplica, ni al costado de la parcela, hasta no bañarse y cambiarse. No trabaja el resto del día con la misma ropa que aplicó.
	Reingreso a parcela y tiempos de carencia	0. No utiliza los períodos de carencia para cosecha y consumo, como tampoco para reingreso a la parcela. 1.Ingresa a las horas o al otro día de aplicar, y cosecha cuando es necesario, sin fijarse en las últimas aplicaciones. 2. Utiliza una misma cantidad de días estipulado por el/la productor/a, asesor/a, o vecino/a para todos los productos antes de reingresar. Cosecha cuando es necesario, sin fijarse en las últimas aplicaciones 3. Respeta tiempos de carencia y reingreso en la medida de lo posible, pero si necesita hacer una labor o cosechar lo hace. 4. Vuelve a entrar a la parcela según lo que indica el marbete. Respeta los tiempos de carencia para cosecha y consumo.
Envases	Destino	0. Reutiliza envases, los usa para cargar agua para consumo o sustancias de uso doméstico. 1.Reutiliza los envases para comprar agroquímicos o para actividades de la finca. 2.No reutiliza los envases. Los tira a la basura normal. 3. No reutiliza los envases, los quema o entierra. 4. No reutiliza los envases. Una vez vacíos: Triple lavado o lavado a presión, los agujerea y envía a centros de almacenamiento transitorio.
	Guardado	0. Guarda los envases dentro de la casa o en lugares cotidianos familiares. 1.Los guarda en lugares cotidianos al aire libre cercanos a la casa. 2. Guarda los envases en lugares al aire libre, diferencia según la banda la cercanía a los lugares domésticos. 3.Los guarda en galpón de herramientas o fuera del alcance de la familia. 4. Los guarda en un depósito específico para agroquímicos

Fuente: Larrañaga 2021

Indicadores para la Dimensión predisposición al cambio y a la utilización de nuevas técnicas productivas

Este grupo de indicadores (Tabla 16.6) evalúa la predisposición al cambio y al uso de nuevas técnicas productivas en las fincas que los agricultores y agricultoras tienen. Evalúa cuánta motivación tienen para hacer cambios, por qué lo harían y por qué lo hacen. Se definieron 4 indicadores:

1) Cómo decide probar prácticas nuevas. Evalúa si suele probar prácticas nuevas, por recomendación de quienes, y qué debe pasar para que lo haga. Permite indagar si tiene interés en otras prácticas, cuán abierto al cambio está y qué considera necesario para llevarlos a cabo.

2) Interés en nuevas prácticas productivas más sustentables. Evalúa si tiene interés en prácticas más sustentables, si le interesa por la salud o por el ambiente y qué esperaría como remuneración. Permite indagar sobre qué concepción tiene acerca del riesgo que presenta actualmente su actividad, y si le gustaría o considera necesario un cambio en sus prácticas.

3) Pertenencia a grupos de productores, cooperativas, organizaciones sociales, redes, etc. Evalúa si está en contacto con organizaciones, instituciones u otros/as productores/as. Tiene importancia ya que las redes y contactos permiten el intercambio de nuevas prácticas, así como inquietudes y problemas alrededor de la actividad.

4) Nivel de satisfacción con su actividad. Evalúa cómo se siente con la actividad productiva que hace, si le interesa continuarla y que su familia también lo haga, y qué cree que es necesario que cambie. Es importante porque puede ser un motivador a un cambio de técnicas productivas y/o actividad, e indicar cuánto peso tiene la cuestión de la salud y el ambiente en su decisión.

Tabla 16.6: Ámbitos de predisposición al cambio y al uso de nuevas técnicas productivas. Están compuestos por indicadores y la escala para evaluarlos.

Categoría	Indicador	Escala
Innovación	Cómo decide probar prácticas nuevas	0. No prueba 1.Sólo prueba algo nuevo cuando le es prohibido alguna práctica que utiliza o cuando lo ya conocido no funciona 2. Prueba si le garantizan que tendrá un resultado óptimo, recomendado por instituciones o gente que ya lo comprobó 3. Prueba por recomendación de vecino, amigo o técnico 4. Suele probar, aunque no conozca a nadie que lo haga

Categoría	Indicador	Escala
Innovación	Cuánto interés tiene en nuevas prácticas sustentables	0. No le interesa o no le parece viable 1 Le interesa, pero si hay una paga diferente del producto o un mercado diferenciado 2. Le interesaría, aunque gane lo mismo, por su salud 3.Le interesaría, aunque cobre lo mismo, por su salud y el ambiente 4. Le interesaría, aunque cobre un poco menos, por su salud y el ambiente
Lazos organizativos	Pertenencia a grupos de productores, cooperativas, organizaciones sociales, redes, etc	0.No tiene contactos con otros productores, ni con instituciones, ni forma parte de ninguna organización o cooperativa. 1.Tiene contactos con productores vecinos 2.Tiene contactos con productores vecinos y con la agroquímica de la zona. 3.Tiene contactos con productores vecinos y con alguna institución como INTA, UNLP, SAF 4.Pertenece a alguna organización o cooperativa, tiene continuo intercambio con productores de la zona y, tiene relación con instituciones y agrónomos.
Satisfacción con la actividad	Nivel de satisfacción en su actividad	0.Está muy satisfecho/a con la actividad, le gustaría que sus hijos se dediquen a lo mismo. 1.Está satisfecho con la actividad le gustaría que sus hijos se dediquen a la actividad, pero con cambios en la calidad de vida, la estructura económica, de comercialización, o con menores riesgos para la salud 2.Está satisfecho con la actividad, aunque no querría que sus hijos continúen con la actividad, quiere que “progresen” 3.No está satisfecho, aunque no quiere cambiar de actividad. No querría que sus hijos se dedicaran a la actividad si continúa de la manera actual la fijación de precios y comercialización (economía) 4.No está satisfecho, le gustaría cambiar de actividad, no querría que sus hijos se dedicaran a la actividad

Fuente: Larrañaga 2021

Discusión y Conclusiones

La Agroecología como nuevo paradigma para abordar las Ciencias Agropecuarias, nos plantea la necesidad de trabajar desde la perspectiva de la complejidad. Este trabajo intenta ir en ese rumbo a través de una metodología, la de los Indicadores, como una herramienta que permite evaluar conceptos multidimensionales y complejos, habiéndose usado con éxito en, por

ejemplo, el análisis de la sustentabilidad (Sarandón y Flores, 2009), o la racionalidad ecológica (Gargoloff *et al*, 2010) entre otros.

En este capítulo presentamos esta propuesta que deberá luego ser puesta a prueba en un trabajo de campo, para luego procesar y evaluar sus resultados.

Este trabajo, incorpora el enfoque de género, porque parte del reconocimiento de que conocimientos, valoraciones y percepciones sobre la tecnología, los riesgos y los modelos productivos, están generizados, y que, además, producto de una construcción social androcéntrica, la participación de las mujeres en la toma de decisiones se ve limitada. En síntesis, por un lado, los varones y mujeres perciben de diferente manera el mundo que los rodea y por el otro, tienen diferente acceso y decisión sobre los recursos productivos. Por lo tanto, conocer y remover esos sesgos permitiría que las mujeres reviertan su posición en el campo de las relaciones de géneros, y así participen más en la toma de decisiones, abriendo una puerta a la posibilidad de rediseñar y manejar los sistemas productivos con bases en los principios agroecológicos.

Por otra parte, el marco teórico abreva en la teoría de la percepción propuesta por Vargas (1994), para proponer una indagación acerca de las diferencias entre varones y mujeres respecto de la peligrosidad de los agroquímicos.

Esta metodología permite establecer diferenciaciones y evaluaciones separadas para los componentes en que dividimos a la percepción. De esta manera, podemos determinar el estado de diferentes dimensiones como el conocimiento, la actitud y la predisposición al cambio. Analizar los resultados que se obtienen de cada dimensión permite reconstruir el concepto de percepción de cada sujeto, para entender cuál de ellas tiene mayor relevancia e indagar en cómo se interrelacionan y por qué, para devenir finalmente en la concepción de la percepción global de la peligrosidad de los plaguicidas. Una vez reconstruida y elaborada esta percepción, y explicitados los resultados obtenidos se puede observar si están atravesados e influenciados por la socialización mediante los estereotipos de género.

La metodología de indicadores, entonces, es sumamente interesante como herramienta para poder ordenar y evaluar por separado aquellos componentes que, en este caso, constituyen a la percepción. Esta metodología permite evaluar diferentes fincas sobre los mismos temas, y con las mismas valoraciones, por lo que resulta una herramienta muy útil para el análisis de numerosos casos, con realidades diferentes. La organización de la información mediante indicadores permite establecer de manera clara y objetiva el estado de situación de la finca, por lo que es muy útil a la hora de comparar, así como para mostrar resultados, graficar y difundir lo encontrado.

Por otro lado, la recolección de los datos necesarios puede ser obtenida en poco tiempo, y sus resultados son fáciles de exponer y explicar mediante la puntuación desarrollada para cada indicador y/o mediante gráficos de tela de araña. Estos últimos permiten vislumbrar a simple vista qué situación está “mejor” (con valores más altos) que otra, por ejemplo, en el momento de comparar fincas, productores/as o géneros. Este tipo de gráficos han sido muy utilizados en varios trabajos (Sarandón *et al* 2008; Flores y Sarandón 2014; Gargoloff 2018, Noseda 2018) y

permiten de un golpe de vista comparar pocos casos a la vez. Sin embargo, estos gráficos no sirven para comparar un número elevado de casos entre sí. En estas situaciones, para comparar pueden usarse los valores totales de los indicadores ya sea en sus dimensiones o como valores totales. Como los resultados pueden ser expuestos de manera clara y concisa, esta metodología constituye una herramienta muy importante en la divulgación científica, así como para el trabajo de técnicos y productores/as.

Por otro lado, la estandarización de los diferentes indicadores permite comparar información y datos muy diversos ya que son transformadas las variadas unidades originales en una escala común del 0 al 4 (en este caso). La ponderación de aquellos indicadores que tienen mayor importancia sobre lo que se busca evaluar permite, dentro de la misma metodología y graficación, comparar información diferente con variados pesos relativos, sin que se generen alteraciones o se distorsionen los resultados. Esta ponderación puede ser validada o construida con los propios interesados. Por ejemplo, sería interesante analizar si esta importancia relativa de cada indicador varía entre varones y mujeres. Además, al ser un método cuantitativo que asigna valores a cada situación e información relevada, permite obtener resultados más objetivos y comparables.

Sin embargo, es necesario tener en cuenta algunas limitaciones que puede tener esta metodología (Sarandón, 2002). Aunque tanto su construcción como su aplicación busca ser universal, es imposible aislar a los indicadores del lugar y contexto en el que serán aplicados. Si bien podemos hablar de prácticas más adecuadas o conocimientos más exactos, el contexto cultural y las características de las poblaciones pueden influir de maneras no contempladas y provocar resultados no representativos en lo que se busca evaluar. Por esto es necesario que antes de aplicar la metodología a otras zonas, se indague si los indicadores, las prácticas, el marco teórico, etc., responden a la realidad que se evaluará.

Por otro lado, estos indicadores tienen sentido para evaluar las hipótesis definidas previamente. En caso de que estas cambien, los objetivos del trabajo lo harán también y por lo tanto debe revisarse si los indicadores continúan siendo coherentes a los fines del trabajo.

Además, la estandarización y ponderación son determinados por quien elabora los indicadores, por lo que está teñido de subjetividad. Esta es inevitable pues parte de las consideraciones de qué percepción es más adecuada, y qué indicadores lo expresan con mayor claridad o cuáles tienen un mayor peso sobre esta. Sin embargo, se puede disminuir la subjetividad al sustentar el estudio en bibliografía científica.

El análisis cualitativo de las fincas, con entrevistas y análisis del discurso (Gargoloff 2018; Noseda 2018) permite lograr mayor profundidad en la evaluación particular de cada finca y sujeto, permitiendo indagar sobre cómo se interrelacionan las dimensiones evaluadas y por qué. De esta manera, ambas metodologías se complementan, la cuantitativa siendo muy útil para el diagnóstico de estado de situación y la cualitativa para el análisis de qué eventos sociales, representaciones e ideas hay detrás. Así, en conjunto, podemos reconstruir el concepto de la percepción de los sujetos sobre la peligrosidad de los plaguicidas, y qué factores lo están condicionando.

Finalmente, los indicadores son una herramienta que no profundiza en causas, interrelaciones y significantes detrás de lo encontrado. Debido a esto, toma importancia la complementación con otras metodologías cualitativas. La metodología cualitativa de análisis del discurso, por ejemplo, permite un análisis minucioso y complementario, en este sentido. En conjunto conforman un abordaje metodológico muy robusto y conciso, ya que permiten analizar en profundidad de los casos, los sujetos, sus discursos y formas de pensar, mientras que también se hace la comparación objetiva de las fincas de manera clara, observándose el estado de cada una, así como las diferencias de género que se podrían encontrar.

Dilucidar esto permite elaborar nuevas formas de intervención en el territorio, pensar metodologías y herramientas participativas específicas, clarifica cómo trabajar con cada tipo de agente y sus características, y permite la elaboración de políticas públicas basadas en las necesidades y análisis concretos de los territorios y agentes, para la transición hacia modelos más sanos y justos de producción de alimentos, y a un reparto igualitario de poder entre varones y mujeres.

Referencias

Aranda D (2019). Un reclamo con barbijos. Página 12. Disponible en: https://www.pagina12.com.ar/198280-un-reclamo-con-barbijos

Asamblea Regional de pueblos Fumigados (2019). La asamblea. Disponible en: https://asamblearegionaldepueblosfumigados.wordpress.com/laasamblea

Benería L (1979). “Reproducción, Producción y división sexual del trabajo”. Cambridge Journal of Economice, 1979. 3, pags.203-225.

Blanco V (2020) Incorporación del enfoque de género en el conocimiento sobre la biodiversidad. Biodiversidad, Agroecología y Agricultura sustentable. LA Plata: EDULP. 2020. p1 - 430. ISBN 978-950-34-1948-9

Blandi ML, SJ Sarandón e IJ Pereira Veiga (2011). Identificación de barreras a la adopción de una “conducta sustentable” en horticultores de La Plata: Una propuesta metodológica integradora. VII Jornadas Interdisciplinarias de estudios agrarios y agroindustriales, Facultad de Ciencias Económicas Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.Bolsa de Cereales de Buenos Aires (2023). Estimaciones agrícolas.

Bourdieu P (2014). Bosquejo de una teoría de la práctica. España. Editorial Prometeo.

Casado M (2018). El agronegocio no contempla ningún derecho social ni bienestar ambiental y aun así es una actividad lícita. Foro Ambiental. Foro Revista N°35. Disponible en: https://www.foroambiental.net/el-agronegocio-no-contempla-ningun-derecho-social-ni-bienestar-ambiental-y-aun-asi-es-una-actividad-licita/

CASAFE (2015). Mercado Argentino 2012 de Productos Fitosanitarios. KLEFFMANN GROUP Argentina, Buenos Aires. Disponible en: https://www.casafe.org/publicaciones/datos-del-mercado-argentino-de-fitosanitarios/

CASAFE (2016). Informe Mercado Fitosanitarios 2016, Argentina, Buenos Aires. Disponible en: https://www.casafe.org/publicaciones/datos-del-mercado-argentino-de-fitosanitarios/

CASAFE 2020. Buenas Prácticas Agrícolas. Disponible en: https://www.casafe.org/buenas-practicas-agricolas/ Último acceso: Octubre 2020Cerrutti D Y M Rostagno (2017). Malvinas Argentinas: de frenar a Monsanto a proponer agroecología. La tinta. Disponible en: https://latinta.com.ar/2017/09/agroecologia-malvinas-argentinas-monsanto/

Defensoría del pueblo de la Provincia de Buenos Aires (2015). Relevamiento de la utilización de agroquímicos en la provincia de Buenos Aires. Mapa de situación e incidencia sobre la salud. Disponible en: https://www.agro.unlp.edu.ar/sites/default/files/paginas/informe_agroquimicos_comprimido.pdf

Dubois D (2018). Ordenanzas superadoras sobre el uso de agrotóxicos en pos de cuidar la Salud y el Ambiente. VIII Conferencia Latinoamericana y Caribeña de Ciencias Sociales (CLACSO 2018)

El País (2019). Tercer fallo contra Monsanto en EE. UU. por el efecto cancerígeno de glifosato. Disponible en: https://www.elpais.com.co/mundo/tercer-fallo-contra-monsanto-en-ee-uu-por-el-efecto-cancerigeno-de-glifosato.html?fbclid=IwAR3_VRjNhqyxD3ueMGGz5_IQhaPzX3slZgocu_RWO32d8hxWGlNJlkAUkkc

FAO (1998). Censos agropecuarios y género. Consultoría Mercedes Pedrero, en base al trabajo de Francesca Perucci. http://www.fao.org/docrep/004/x2919s/x2919s00.htm

FAO (2019). El trabajo de la fao sobre la agricultura familiar. Prepararse para el Decenio Internacional de la Agricultura Familiar (2019-2028) para alcanzar los ODS. 2019. Disponible en: http://www.fao.org/3/ca1465es/CA1465ES.pdf

Ferraris G. y GE Ferrero (2018). Análisis de la estructura agraria en los sistemas hortícolas del AMBASUR (Área Metropolitana de Buenos Aires-Sur). Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata (2018) Vol 117 (2) pp: 231-244

Foro Ambiental (2018). Verzeñassi, el profesor argentino que llegó a la ONU para tratar las consecuencias de los agrotóxicos. Disponible en: https://www.foroambiental.net/verzenassi-el-profesor-argentino-que-llego-a-la-onu-para-tratar-las-consecuencias-de-los-agrotoxicos/

Gargoloff NA, Abbona, EA y SJ Sarandón (2010). Análisis de la racionalidad ecológica en agricultores hortícolas de La Plata, Argentina. Revista Brasileira de Agroecologia Vol 5(2) 288-302

Gargoloff NA (2018). Manejo, conocimiento y valoración de la agrobiodiversidad en fincas familiares de La Plata. su relación con un manejo sustentable de los agroecosistemas. Doctoral Tesis. Facultad de Cs. Agrarias y Forestales, UNLP,La Plata, Argentina. 297 pp

GREENPEACE (2021) Informe sobre deforestación. https://www.greenpeace.org/argentina/blog/issues/bosques/otro-ano-de-destruccion-en-el-norte-argentino-menos-bosques-mas-deforestacion-e-incendios/

INDEC (2022) Mujeres agropecuarias argentinas, Dossier estadístico, CNA 2018

INTA (2022) Los productos fitosanitarios en los sistemas productivos de la Argentina. Una mirada desde el INTA https://inta.gob.ar/sites/default/files/los_productos_fitosanitarios_en_los_sistemas_productivos_de_la_argentina_una_mirada_desde_el_inta.pdf

Kunin J y PA Lucero (2020) Percepción social del riesgo y dinámicas de género en la producción agrícola basada en plaguicidas en la pampa húmeda Argentina. En: Sexualidad, Salud y Sociedad. Revista Latinoamericana 35, pp :58-81

La tinta (2017) Acá se respira lucha. Disponible en: https://latinta.com.ar/2017/11/aca-se-respira-lucha/

La vaca (2019). Mondiablo: 9.000 demandas contra Monsanto en 2019. Disponible en : https://www.lavaca.org/mu132/mondiablo-9-000-demandas-contra-monsanto-en-2019/

Lamas M (1996) El enfoque de género en las políticas públicas. Opinión y debate. Corte Interamericana de Derechos Humanos. https://www.corteidh.or.cr/tablas/r23192.pdf

Lantieri MJ, R Meyer Paz, M Butinof, RA Fernández, MI Stimolo y MP Díaz (2009). Exposición a plaguicidas en agroaplicadores terrestres de la provincia de Córdoba, Argentina: factores condicionantes. Agriscientia XXVI (2): 43-54

Larrañaga, AC (2021). Aplicación del enfoque de género en el análisis de la percepción de la peligrosidad del uso de pesticidas en la región hortícola Platense. Su importancia en el diseño de agroecosistemas sustentables. Tesis de Grado. Disponible en http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/114783

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (Argentina) (2020). Agricultura Familiar. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/senasa/programas-sanitarios/agricultura-familiar.

Murguialday, C y N Vázquez (2005). Evaluación del impacto de género Diputació de Barcelona. Direcció de Serveis de Relacions Internacionals. Diseño gráfico: Conxi Papió. Barcelona, 65p. (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) (2003). Guía de recursos para la transversalización del enfoque de género en la gestión del agua 1 http://www.un.org/esa/sustdev/inter_agency/gender_water/resourceGuide_Spanish.pdf

Noseda CN (2018). Lógica y saberes campesinos en la zona Norte del Alto Paraná, Misiones y su aporte a una propuesta de Desarrollo Rural Sostenible. M. SC Tesis. Facultad de Cs. Agrarias y Forestales, UNLP La Plata, Argentina. 420pp

Paganelli A, V Gnazzo, H Acosta, SL López, SL y A Carrasco (2010). Los herbicidas a base de glifosato producen efectos teratogénicos en vertebrados al alterar la señalización del ácido retinoico. Chemical Research in Toxicology, 23(10), pp.1586-1595.

Ramirez F et. al. (2012). La perspectiva de género en los programas de desarrollo comunitario y sostenible. Turrialba, C.R. Serie técnica. Manual Técnico. CATIE N° 108 56p.

Red Eco Alternativo (2017) Madres de Ituzaingó: Histórico fallo de la Corte Suprema condena el uso de agrotóxicos y la fumigación. Disponible en: http://redeco.com.ar/nacional/ambiente/22182-madres-de-ituzaing%C3%B3-

hist%C3%B3rico-fallo-de-la-corte-suprema-condena-el-uso-de-agrot%C3%B3xicos-y-la-fumigaci%C3%B3n

Rojo F y VL Blanco (2015). El enfoque de Género. En: Guía práctica para técnicos y técnicas rurales. El desarrollo rural desde le enfoque de género. Ed: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Impreso en Proietto y Lamarque. Pp 17-24

Salva MC, A Alberti, L Bergel, P Ferroni, F Fonseca, L Nicoletti, LR Salva y M Silva Pelossi. (2008). Trabajo rural, género y salud. El caso de la producción hortícola en el Cinturón Verde de La Plata. V Jornadas de Sociología de la UNLP, 10, 11 y 12 de diciembre de 2008, La Plata, Argentina. Disponible en: http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.6408/ev.6408.pdf

Sandoval Moreno AM, Campos Beltrán YE y Chávez Ramos (2006). Participación social y Equidad de género en la gestión, usos y manejo integral y sustentable del agua en el Acuífero del Valle de Toluca. Revista Enfoques: Ciencia Política y Administración Pública, N° 5, 2006. , pp. 131-140, Universidad Central de Chile. Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=96000507 Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal Sistema de Información Científica.

Sarandón SJ (2002). El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En: El camino hacia una agricultura sustentable. Santiago J. Sarandón(editor): Agroecología. Ediciones Científicas Americanas. p.393-414

Sarandón SJ, MS Zuluaga, R Cieza, C Gómez, L Janjetic y E Negrete (2008). Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. En: Agroecología, Vol 1, pp:19-28. Disponible en: https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/14

Sarandón SJ y CC Flores (2009). Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. Revista Agroecología 4 pp: 19-28.

Sarandón SJ y CC Flores (2014). Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables. Sarandón, S.J., Flores C.C (Editores). Editorial de la Universidad de La Plata. La Plata pp:13-36

Scott J (1996). El género: Una categoría útil para el análisis histórico. En: Lamas Marta Compiladora. El género: la construcción cultural de la diferencia sexual. PUEG, México. 265-302p.

Soler Montiel M y D Pérez Neira (2014). Alimentación, agroecología y feminismo: superando los tres sesgos de la mirada occidental. En: Género, agroecología y soberanía alimentaria. Siliprandi E., Zuloaga, G.P., p(coordinadoras). Ed: Icaria. Barcelona. pp:17-39

Strada, J y IA Vila (2015). La producción de soja en Argentina: causas e impactos de su expansión. Revista del CCC | Primera Época. Sección: Estudios de Economía Política y Sistema Mundial. Edición 23. Disponible en: https://www.centrocultural.coop/revista/23/la-produccion-de-soja-en-argentina-causas-e-impactos-de-su-expansion .

Svampa MS (2022). Luchas ambientales y feminismos ecoterritoriales en América Latina con Maristella Svampa. https://www.youtube.com/watch?v=mH05x_Nj-b4

Vargas Melgarejo L M (1994). Sobre el concepto de percepción Alteridades, vol. 4, núm. 8, 1994, pp. 47-53 Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa Distrito Federal, México

Virga V.y M Giannoncelli (2022). Mujeres y conflictos socioambientales: un acercamiento a la lucha de Madres de Ituzaingó Anexo desde una mirada ecofeminista. *Estudios Digital*, (48), 13–33. https://doi.org/10.31050/re.vi48.38360

CAPÍTULO 17
Evaluación de la percepción de horticultores sobre los pesticidas

María Luz Blandi y Santiago J Sarandón

Introducción

El paradigma de la Revolución Verde con un pensamiento simplista, reduccionista y mecanicista no consigue dar respuesta a los problemas y desafíos complejos que presenta hoy la agricultura. Esto se debe a su propio enfoque, ya que no considera a los agroecosistemas como sistemas complejos, en donde los componentes biológicos y culturales están en íntima relación. Cuando un problema se agrava, los efectos se extienden por todo el sistema, influenciando a otros problemas, demostrando así, la naturaleza sistémica de nuestro mundo: la salud humana, animal y ecológica, y sus consecuencias sociales y económicas, están estrechamente vinculadas. Por ello, problemas complejos como la evaluación de servicios ecosistémicos, la contaminación por utilización de pesticidas o la percepción sobre su uso, deben ser abordados mediante nuevos instrumentos y herramientas metodológicas que, por un lado, mantengan la propia complejidad inherente a los mismos pero que, a su vez, permitan analizarla y avanzar en la toma de decisiones.

En este libro, se analiza principalmente la posibilidad del uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de sistemas productivos. Sin embargo, la metodología es versátil y puede utilizarse para evaluar otros aspectos complejos y multidimensionales, simplificándolos para entenderlos de una forma holística. Este capítulo analizará la utilidad de la PROMES (ver capítulo 1) para organizar la información, analizar y comparar, de forma sencilla, distintas percepciones sobre el uso de pesticidas que tienen agricultores empresariales y familiares que cultivan bajo invernáculo y al aire libre en el Cinturón Hortícola Platense.

Este tipo de análisis permite avanzar en la construcción del conocimiento agroecológico, y con ello, en el entendimiento y manejo sustentable de los sistemas agropecuarios.

El Cinturón Hortícola Platense y el uso de pesticidas

En las últimas décadas, la tecnificación de la agricultura aumentó la producción de alimentos. Esto fue posible a partir, entre otras razones, de una gran utilización de pesticidas. Hoy en día se reconoce que este modelo de agricultura ha generado graves consecuencias ambientales sociales y económicas. Entre ellas, contaminación de los recursos naturales (Hernández-Antonio

y Hansen, 2011), efectos negativos sobre la salud de la población relacionada con las actividades agropecuarias y consumidores (Silva *et al*, 2005; Passos y Dos Reis, 2013) y en animales (Ruiz *et al*, 2008). Sin embargo, no todos los modelos de producción agropecuaria impactan de la misma forma sobre los bienes comunes y la salud de los seres vivos. Ello depende, entre otras cosas, de la intensidad y categoría toxicológica de los pesticidas utilizados. Además, cada vez hay más evidencias de que es posible cultivar sin el uso de pesticidas. Por el contrario, la agricultura basada en el enfoque de la revolución verde simplifica los sistemas productivos limitándolos a sólo unos pocos cultivos de alto valor económico, eliminando muchos ambientes semi-naturales. Esto determina que varios procesos ecológicos que genera la agrobiodiversidad presente en las fincas deban ser reemplazados por insumos químicos como insecticidas, funguicidas y herbicidas. Por lo tanto, si se potenciara el rol de la biodiversidad, podría minimizarse o eliminarse la utilización de pesticidas (Altieri y Nicholls, 2007).

La horticultura es una actividad que no escapó a la modernización. Cuenta, además, con dos características que agravan la utilización de pesticidas: se lleva al cabo cerca de los centros urbanos y sus productos se consumen en fresco. Por lo tanto, son sistemas de alta sensibilidad para la población. Ejemplo de ello es el Cinturón Hortícola Platense (CHP), donde existen estudios que comprueban el alto uso de pesticidas en la región, y, en general, lo relacionan con el sistema de producción preponderante: el invernáculo. En los principales 10 cultivos que se realizan bajo invernáculo y al aire libre, se encontró que, los cultivos bajo cubierta utilizan una mayor cantidad de pesticidas y de un grado toxicológico más peligroso que los cultivados al aire libre (Sarandón *et al*, 2015). La utilización de pesticidas en el CHP es un problema de fundamental importancia ya que, además de estar cerca del principal centro urbano del país, abastece de productos frescos a su población, estimada en 15 millones de personas.

En general, muchos actores son partícipes de la "cadena de uso de pesticidas": las empresas que los fabrican, las casas de venta de insumos, los técnicos y asesores privados de los territorios, los consumidores y los agricultores, entre otros. Estos últimos cuentan con un rol fundamental, ya que son quienes se encargan de tomar la decisión final de utilizar los pesticidas. Por lo tanto, su percepción acerca de los mismos es fundamental en este proceso. A pesar de esto, no hay información sobre las percepciones que tienen los productores acerca del uso de pesticidas en el CHP. En el territorio hay una gran heterogeneidad de agricultores: los empresariales que cultivan bajo invernáculo altamente capitalizados y con alto nivel tecnológico, los familiares con pequeñas superficies cultivadas bajo invernáculo, o los familiares con toda la producción al aire libre y estrategias tradicionales en cuanto a formas de producción y comercialización. Por lo tanto, se podría esperar que los agricultores cuenten con distintas percepciones sobre el uso de pesticidas.

Uso y percepciones de uso de pesticidas. Su abordaje mediante la metodología de indicadores

El agricultor es quien decide, a través de su conocimiento y percepciones, el diseño de los cultivos, la selección de variedades y el tipo de manejo a utilizar en relación con las plagas y enfermedades. Esto demuestra la íntima relación que se establece entre el conocimiento y las percepciones que los agricultores tienen, y sus prácticas agrícolas. Por ello, Gargoloff *et al*, (2010) plantean la importancia de estudiar de manera conjunta las prácticas agrícolas según los conocimientos verbalizados y las percepciones de los agricultores, ya que cada una es causa, y a la vez, consecuencia de la otra (Toledo, 2005). Por lo tanto, la utilización de una mayor cantidad de pesticidas y de mayor grado toxicológico en los invernáculos que al aire libre, debería responder, entre otros aspectos, a diferencias en los conocimientos y percepciones que tienen los agricultores sobre su uso. En el presente estudio se presupone que los agricultores que cultivan bajo invernáculo aceptan una forma de cultivar con un gran uso de pesticidas, percibiéndola como la única posible, sin percibir o aceptar sus consecuencias. Por el contrario, los agricultores que todavía cultivan al aire libre, al utilizar menor cantidad de pesticidas, perciben su utilización más riesgosa y menos necesaria.

La percepción del uso de pesticidas es un concepto complejo, y, a su vez, es un paso importante para entender las restricciones al cambio hacia sistemas alternativos. Evaluar esto no es una tarea simple porque es multicausal y requiere instrumentos que permitan mantener la complejidad, pero simplificarla de manera tal que permita avanzar. En estos casos, un instrumento que es cada vez más utilizado es la construcción de indicadores (Sarandón *et al*, 2014). En líneas generales, la PROMES propone una serie de pasos para la construcción de indicadores y luego, en base a los mismos y sus escalas, definir las herramientas de medición, para no dejar afuera ningún aspecto a evaluar. Sin embargo, la percepción sobre el uso de pesticidas es un tema sensible, que incluye subjetividades y múltiples tipos de respuestas, lo que no permite preestablecer respuestas armadas (y por lo tanto indicadores y sus escalas) ya que podría llegar a ser controversial. En este sentido, se entiende que puede haber tantas opiniones como número de agricultores entrevistados, por ello, no se considera correcto limitar las respuestas a escasas opciones. Por estas razones en este caso, los indicadores y sus escalas se definieron basadas en la información recogida, es decir, se identificaron ideas generales y se clasificaron las respuestas de los agricultores según esas ideas. Por lo tanto, se utilizó la metodología como un organizador de la información y herramienta para presentar, de una forma fácil de analizar y comparar, los datos obtenidos. A continuación, se describen los pasos que se siguieron.

Desarrollo

El trabajo se realizó en el Cinturón Hortícola Platense, provincia de Buenos Aires. Se entrevistaron en profundidad, como estudio de caso, 16 agricultores.

En base a los trabajos de Hang *et al* (2010), Cieza *et al* (2015) y Blandi (2016), se agruparon los agricultores de la siguiente manera:

Agricultores que cultivan bajo invernáculo: pueden ser a) empresariales o b) familiares[15].
a) Empresariales: En una alta proporción cuentan con la propiedad de la tierra. El sistema de producción preponderante es bajo invernáculo con tecnología de riego por goteo y desinfección asociada, además de la presencia de maquinaria (tractor). Esto los identifica como sistemas de alto grado de capitalización. La mano de obra transitoria supera a la familiar y la vía de comercialización son los mercados concentradores. Además, se especializan en los cultivos más rentables, como el tomate y el pimiento. Este grupo de agricultores, si bien representa un bajo porcentaje del total de los agricultores del Cinturón (se estima que 1/4), controlan una gran superficie del territorio (aprox. entre el 30 y el 40%).
b) Familiares: Cuentan con una superficie de hasta 2 ha totales, con una superficie de entre 0,5 y 1,5 ha bajo cubierta con el arrendamiento como forma de tenencia de la tierra a cargo de una familia, generalmente de origen boliviano. Este grupo representan a la mayoría de los agricultores. Los cultivos que más realizan son los de hoja, como lechuga espinaca y acelga, y los más tecnificados también cultivan tomate.

Agricultores que cultivan al aire libre: Agricultores familiares que practican una horticultura más extensiva, al aire libre, con menor requerimiento de mano de obra e inversiones. La provisión de servicios de maquinaria, la intermediación en la venta y/o el alquiler de una porción de tierra le permite seguir vinculado a la actividad, aunque en un proceso de alejamiento de la producción directa. En general, pueden ser descendientes de migrantes de ultramar, con más de una generación en la producción, o de origen boliviano con muchos años de experiencia en la actividad. Ambos grupos transitan un fuerte proceso de descapitalización y/o resistencia. Representan un grupo minoritario. Los cultivos que realizan son muy diversos, pudiendo llegar a más de 15 especies.

Entrevistas

Se realizaron, en promedio, 4 visitas a cada agricultor en diferentes momentos del año. La técnica para recolectar la información fue la entrevista en profundidad (Ander-Egg, 2000). Para

[15]Agricultores Familiares: Coexisten agricultores de características diversas, pero cuentan con una forma de producción en la que la mayor parte del trabajo es realizado por los productores y sus familias (Albanesi, 2007).

ello, se realizó un guión de entrevista con los temas a tratar por el entrevistador. En ningún caso hubo preguntas cerradas o con opciones de respuesta para elegir.

Construcción de los indicadores

Para el análisis de las entrevistas se siguieron los lineamientos de Minayo (2012) y Miles e*t al* (2013). Se realizaron varias lecturas de las transcripciones, con el objetivo de delimitar categorías, es decir, grandes ideas. Las mismas se describen a continuación:

Percepción de cantidad de uso de pesticidas

Razones de utilización

Peligrosidad

Posibilidad de cultivar sin pesticidas

Se construyó un indicador por categoría. Luego, se identificaron fragmentos textuales y fueron agrupados para armar las escalas correspondientes. El análisis e interpretación se centraron en el material discursivo acumulado en cada indicador y se organizaron en distintos tipos de respuesta, estableciéndose una escala de cero a uno (con intervalos de 0,25). Se valoraron los indicadores de acuerdo con esta escala lo que permitió su interpretación y posterior análisis.

Desarrollo y aplicación de indicadores

Indicador: Percepción de cantidad de uso

Para analizar este indicador, además de considerar la percepción del agricultor con relación a la cantidad de uso de pesticidas también se tuvo en cuenta la utilización real de pesticidas por parte de estos. A continuación, se muestra una tabla con el relevamiento de pesticidas que se realizó en los agricultores entrevistados.

Tipo de agricultor	Cantidad de plaguicidas utilizados	Frecuencia de utilización
Empresarial invernáculo	22	2 aplicaciones semanales
Familiar invernáculo	19	2 aplicaciones semanales
Familiar aire libre	14	Cada 15 días

1	Los agricultores consideran que no utilizan pesticidas y su percepción coincide con lo relevado
0,75	Los agricultores consideran que utilizan muy pocos pesticidas y su percepción coincide con lo relevado
0,50	Los agricultores consideran que utilizan pesticidas de forma razonable y su percepción coincide con lo relevado

0,25	Los agricultores consideran que utilizan pesticidas, pero con cierto aval que les da tranquilidad. Su percepción no coincide con lo relevado, utilizan grandes cantidades de pesticidas y con mucha frecuencia.
0	Los agricultores no se cuestionan la cantidad de pesticidas utilizada, cuentan con asesoramiento que los hace sentir confiados. Su percepción no coincide con lo relevado, utilizan grandes cantidades de pesticidas y con mucha frecuencia.

Indicador: Razones de utilización de los pesticidas

1	Los agricultores consideran que no es necesaria la utilización de pesticidas
0,75	Los agricultores consideran que se necesita utilizar pesticidas en casos muy eventuales y sólo para algunos cultivos
0,50	Los agricultores consideran que se necesita utilizar pesticidas sólo cuando el foco es muy grande
0,25	Los agricultores consideran que casi siempre se necesita utilizar pesticidas
0	Los agricultores consideran que siempre se necesita utilizar pesticidas, y no hay reemplazo.

Indicador: Percepción acerca de la peligrosidad de los pesticidas

1	Los agricultores consideran que todos los pesticidas son muy peligrosos
0,75	Los agricultores consideran que los pesticidas son peligrosos
0,50	Los agricultores consideran que los pesticidas son medianamente peligrosos
0,25	Los agricultores consideran que algunos pesticidas pueden hacen daño
0	Los agricultores consideran que los pesticidas no hacen daño

Indicador: Percepción acerca de la posibilidad de cultivar sin pesticidas

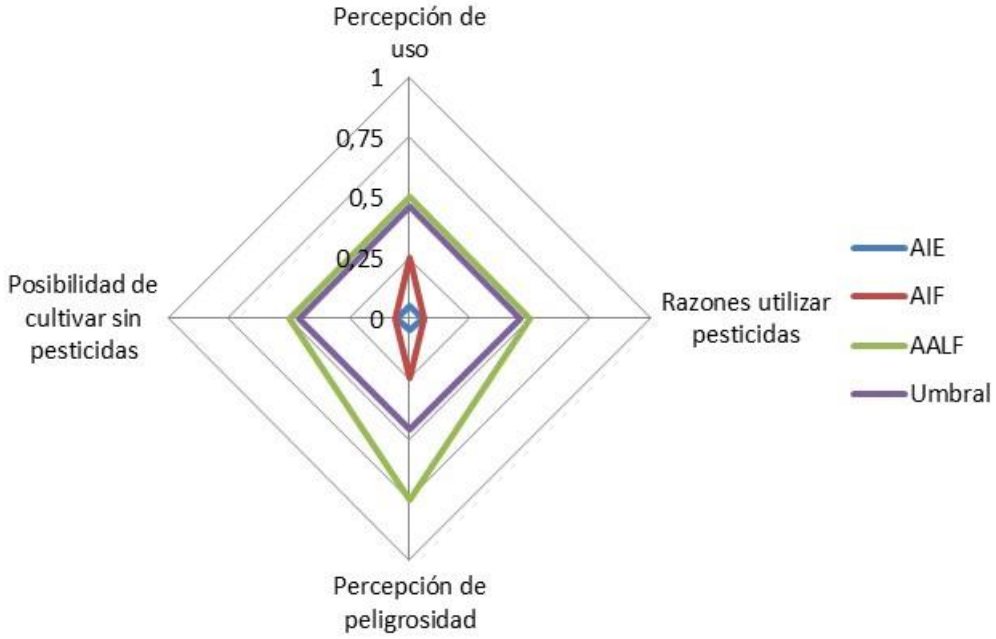
1	Los agricultores consideran que siempre se puede cultivar sin pesticidas
0,75	Los agricultores consideran que, en la mayoría de los casos, se puede cultivar sin pesticidas
0,50	Los agricultores consideran que se podría cultivar sin pesticidas, pero realizar los preparados orgánicos demanda mucho trabajo
0,25	Los agricultores consideran que, en general, es imposible cultivar sin pesticidas
0	Los agricultores consideran que es imposible cultivar sin pesticidas

Resultados

Los agricultores empresariales que cultivan bajo invernáculo no hicieron referencia a si consideran que aplican mucha cantidad de pesticidas, sólo demostraron confianza en su proceder ya que son asesorados por ingenieros. Por su parte, los agricultores familiares que cultivan bajo invernáculo, si bien reconocieron que utilizan pesticidas consideran que lo hacen con cierto aval dado que consultan con mucha frecuencia en las casas de venta de insumos agropecuarios en busca de asesoramiento. Todos los agricultores que cultivan al aire libre afirmaron que utilizan pocos pesticidas debido a que, en general, no tienen muchas plagas. Algunos aclararon que las especies que cultivan no requieren la aplicación de gran cantidad de pesticidas. Otros señalaron que aplican la menor cantidad posible porque su uso implica un alto costo y una gran cantidad de horas de trabajo. Por último, resaltaron que no se pueden usar pesticidas ¨fuertes¨ porque lo que producen es un producto comestible.

Al indagar sobre las razones para utilizar pesticidas, todos los agricultores que cultivan bajo invernáculo consideran que no se puede trabajar sin su utilización. Algunos productores empresariales explicaron que es un insumo moderno y representa la evolución en las técnicas de cultivo. Otros, afirmaron que todavía no se inventó nada orgánico que los reemplace. Por su parte, los agricultores familiares que cultivan bajo invernáculo expresaron que se sienten obligados a utilizar pesticidas porque, de lo contrario, perderían su producción, o, la misma tendría una calidad muy inferior, por lo tanto, no conseguirían compradores. También, resaltaron lo difícil que es controlar a las plagas y que éstas ya están instaladas en la zona, y que para hacer algo orgánico se deberían ir a otro lugar. Los agricultores que cultivan al aire libre explicaron que es necesario utilizar pesticidas cuando la cantidad de insectos es grande y los focos de ataque de la plaga se encuentran en varias partes del cultivo. Sin embargo, volvieron a resaltar que utilizan poca cantidad.

Figura 17.1: Representación gráfica de los indicadores utilizados para analizar distintas percepciones sobre el uso de pesticidas que tienen agricultores empresariales y familiares que cultivan bajo invernáculo y al aire libre en el Cinturón Hortícola Platense.



AIE: agricultor invernáculo empresarial, AIF: agricultor invernáculo familiar, AALF: agricultor aire libre familiar, umbral: limite que marca si un indicador se encuentra en un estado crítico.

En cuanto a la percepción de peligrosidad de los pesticidas, los agricultores empresariales que cultivan bajo invernáculo relataron que los pesticidas han mejorado y que ya no son tan tóxicos como en tiempos anteriores, algunos agricultores afirmaron que ya no se utilizan pesticidas peligrosos. Además, alertaron que hay que respetar las normas y los tiempos pero que después de un cierto tiempo el pesticida se "disuelve". Los agricultores familiares que cultivan bajo invernáculo reconocieron que algunos pesticidas pueden ser ¨fuertes¨. Los agricultores que cultivan al aire libre destacaron su peligrosidad y que por ello ahora se cuidan más que en su infancia, cuando no había tanto conocimiento sobre el tema.

En relación con la posibilidad de cultivar sin pesticidas, los agricultores empresariales que cultivan bajo invernáculo opinaron que no hay un control natural biológico, y que es imposible trabajar sin pesticidas. Los familiares que cultivan bajo invernáculo expresaron que ¨sería bueno¨ no utilizar pesticidas, pero si algunos agricultores aplicaran y otros no, todos los ¨bichos¨ irían a los cultivos donde no se utilizaron pesticidas. Otros, opinaron que no se puede porque un producto de menor calidad, además, los cultivos ¨se llenarían de bichos y malezas¨. Los

agricultores que cultivan al aire libre tuvieron diferentes respuestas. Algunos afirmaron que no es posible, que en determinado momento hay que utilizar pesticidas. Otros, señalaron que se puede, pero que es muy trabajoso, porque la elaboración de los preparados orgánicos requiere mucho tiempo y, muchas veces, su tiempo de validez es corto.

Algunas reflexiones acerca de los resultados

La utilización de pesticidas en la agricultura es un tema cada vez más cuestionado por las graves consecuencias que aparecen día a día. En el Cinturón Hortícola Platense se ha registrado un alto uso y, en general, se atribuye al modelo de producción bajo invernáculo (Sarandón *et al*, 2015; Blandi *et al*, 2015). Ya que los agricultores son actores claves en la utilización de pesticidas, se indagó las razones de su utilización en diferentes grupos de ellos en la región. Según los datos del presente trabajo, se encontraron diferencias entre los conocimientos y percepciones de agricultores que cultivan bajo invernáculo, empresariales y familiares y al aire libre. Sin embargo, tal como lo afirman Guber (2001) y Minayo (2012), para lograr interpretar los resultados obtenidos es necesario contextualizar a cada grupo de agricultores y entender que dichos conocimientos y percepciones están determinados por condiciones históricas, socioeconómicas y culturales específicas.

Los agricultores empresariales que cultivan bajo invernáculo en sus comienzos, y durante muchas décadas, han cultivado al aire libre. Pero luego, entre las décadas 80 y 90, incorporaron las coberturas plásticas. Ello no vino sólo, sino que estuvo acompañado de todo un paquete tecnológico en donde el ingeniero representó un insumo más (García, 2014). Lentamente, fueron pasando de ser agricultores a administradores, dejando las decisiones de producción en manos de los técnicos. Por ello, sienten una alta seguridad en relación a su forma de cultivar, ya que se encuentran respaldados por asesores privados. Para estos agricultores, el “yo puedo” fue reemplazado por “el ingeniero sabe”. En cuanto a la utilización de pesticidas, lo ven como algo moderno, y toda semejanza a cultivar como lo hacían en sus principios, al aire libre, lo perciben como atrasado. Por ello, estos agricultores sienten que ya es imposible adoptar alguna técnica antigua “¿quién quiere volver para atrás?...”. La importancia de esta frase radica en que pareciera que estamos en constantemente evolución y siempre hacia algo mejor, validado y respaldado por la ciencia. Este tipo de pensamiento, considerado válido y poco cuestionado, es subjetivo, porque lo que determina si algo es mejor o peor es el punto de vista desde donde se mire. En ese sentido la ciencia, en su mayor parte, utiliza saberes occidentales propios de la modernidad, que están basados en maximizar resultados, reducir costos y conseguir una continua acumulación de capital (Gudynas y Acosta, 2011; Porto Goncalves, 2012), considerada como una “ciencia utilitaria” por tener objetivos fuertemente comerciales (Vogt, 2006). Por lo tanto, mientras que para esta mirada ciertas cuestiones se consideran mejores, pueden no serlo si se miran desde otras filosofías o racionalidades.

Los agricultores familiares que cultivan bajo invernáculo creen que hay que producir de la misma forma que todos los agricultores, ello es, utilizando pesticidas. Es importante remarcar que la mayoría de los agricultores entrevistados de este grupo comenzaron en la horticultura a partir del año 2000 y casi toda su experiencia productiva fue bajo invernáculo, ya que eran la mano de obra de los agricultores de origen europeo que cultivaban bajo ese sistema. Además, se encuentran en un ciclo vicioso, donde tienen que producir como se pueda para afrontar los altos gastos mensuales, como el alquiler de la tierra. Esto les genera un sentimiento, en parte satisfactorio por los bienes que han logrado, haciendo referencia a su ascensión y progreso como agricultor (la "escalera boliviana" según García, 2011), pero, por otra parte, les genera una gran presión.

Por su parte, los agricultores que cultivan al aire libre no se mostraron tan dependientes de los pesticidas, afirmando que sólo precisan de ellos en casos puntuales. Es interesante remarcar que estos agricultores cuentan con mucha experiencia en la actividad, llegando a ser la tercera generación de horticultores en la familia. Creen que utilizan los pesticidas correctamente porque fue hecho así por generaciones y con buenos resultados. Estas percepciones concuerdan con Benencia *et* al (2009), quienes resaltan la gran experiencia de manejo de estos agricultores y que pueden producir hortalizas con buena aceptación en el mercado.

Es importante resaltar que, en el sistema de producción bajo invernáculo, al ser muy simplificado y no contar con biodiversidad, se rompen procesos ecológicos esenciales, como la regulación de plagas y enfermedades, la polinización y la descomposición de residuos los que, por lo tanto, deben ser reemplazados por insumos externos (Blandi *et al*, 2015). Además, cuanto más simplificados son los sistemas, más insumos son necesarios para compensar la falta de biodiversidad (IPES-Food, 2016). Este proceso, a su vez, genera resistencia en plagas y enfermedades, lo que lleva a utilizar cada vez dosis mayores de pesticidas, y hasta, en algunos casos, el uso de pesticidas con categorías toxicológicas más peligrosas (Casadinho y Bocero, 2008), como lo que ocurre bajo invernáculo. Por el contrario, el cultivo al aire libre cuenta con vegetación seminatural en los bordes de los cultivos, en lotes de descanso, montes y hasta puede contar con cuerpos de agua, ambientes donde se encuentra diversidad de especies vegetales y animales, capaces de regular varios procesos ecológicos (Kaiser-Bunbury *et al*, 2017). Por lo tanto, esta podría ser una razón que justifica la menor utilización de pesticidas en los cultivos al aire libre. Estos datos resultan interesantes desde el punto de vista en que ayudan a comprender cómo se interrelacionan las prácticas agrícolas con los conocimientos y percepciones de los agricultores, y como una va moldeando a la otra, ya que la alta utilización de pesticidas en la práctica de los agricultores que cultivan bajo invernáculo está en armonía con sus percepciones y conocimientos, como así ocurre con los agricultores que cultivan al aire libre.

En los relatos de los agricultores se identifican los diferentes actores que participan en la cadena de uso de los pesticidas. Los agricultores que cultivan bajo invernáculo empresariales remarcaron el rol del técnico. Los agricultores que cultivan bajo invernáculo familiares resaltaron a los vendedores de las casas de insumos y al mercado. Por ello, para avanzar hacia una agricultura sustentable se debe concientizar a todos los actores del sector (agricultores, técnicos,

ingenieros, políticos, consumidores) sobre la gravedad de la utilización de pesticidas y en consenso avanzar hacia la transición agroecológica.

Conclusiones

Hoy la agricultura no consigue dar respuesta a los desafíos complejos con los que se enfrenta. Por ello, se necesitan nuevos instrumentos y herramientas metodológicas que, por un lado, mantengan la complejidad de las problemáticas pero que, a su vez, permitan analizarlas y avanzar en la toma de decisiones. En este capítulo, se demostró que la metodología de indicadores es una herramienta capaz de analizar y comparar de forma sencilla, un tema tan complejo como la evaluación de las percepciones sobre el uso de pesticidas de agricultores, tomando como ejemplo a horticultores empresariales y familiares de La Plata. La metodología permitió organizar la información, para luego analizarla y compararla de forma sencilla sin perder la complejidad de la temática. Para ello, contó con el auxilio del gráfico tipo tela de araña que resultó adecuado para visualizar y comparar las respuestas de los distintos grupos de agricultores.

Referencias

Altieri MÁ y CI Nicholls (2007). *Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas* (Vol. 2). Icaria Editorial.

Ander Egg E (2000). *Métodos y técnicas de investigación social*. Buenos Aires, Lumen-Humanitas.

Benencia R, G Quaranta y J Souza Casadinho (2009) *Cinturón horticola de la ciudad de Buenos aires. Cambios socials y productivos*. Ediciones ciccus. Buenos aires

Blandi ML (2016). *Tecnología del invernáculo en el Cinturón Hortícola Platense: análisis de la sustentabilidad y los factores que condicionan su adopción por parte de los productores*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. 303pp. Disponible en: http://hdl.handle.net/10915/52015

Blandi ML, SJ Sarandón, CC Flores y I Veiga (2015). Evaluación de la sustentabilidad de la incorporación del cultivo bajo cubierta en la horticultura platense. *Revista de la Facultad de Agronomía*, La Plata, 114(2): 251-264.

Casadinho OJS y SL Bocero (2008). Agrotóxicos: Condiciones de utilización en la horticultura de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). *Revibec: revista iberoamericana de economía ecológica*, 9, 87-101.

Cieza RI, G Ferraris, C Seibane, G Larrañaga y L Mendicino (2015). Aportes a la caracterización de la agricultura familiar en el Partido de La Plata. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 114(3), 129-142.

Garcia M (2011). Proceso de acumulación de capital en campesinos. El caso de los horticultores bolivianos de Buenos Aires (Argentina). *Cuadernos de desarrollo rural* 8 (66): 47-70

García M (2014). Crítica al enfoque clásico de innovación tecnológica: Estudio de caso del invernáculo en el Cinturón Hortícola Platense. *Geograficando*, 10(1).

Gargoloff NA, E Abbona y SJ Sarandón (2010). Análisis de la racionalidad ecológica en agricultores hortícolas de La Plata, Argentina. *Revista brasileira de agroecología*, 5(2), 288-302

Guber R (2001). *La etnografía. Método, campo y reflexividad*. Bogotá, Grupo Editorial Norma. 146pp.

Gudynas, E y A Acosta (2011). La renovación de la crítica al desarrollo y el buen vivir como alternativa. *Utopía y praxis latinoamericana*, 16(53).

Hang G, C Kebat, ML Bravo, G Larrañaga, C Seibane, G Ferraris, M Otaño y V Blanco (2010). Identificación de sistemas de producción hortícola en el partido de La Plata, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista Bioagro*, 22(1), 81-86.

Hernández-Antonio A y AM Hansen (2011). Uso de plaguicidas en dos zonas agrícolas de México y evaluación de la contaminación de agua y sedimentos. *Rev. Int. Contam. Ambie*., 27 (2),115-127.

International Panel Of Experts On Sustainable Food Systems (IPESFood) (2016). From uniformity to diversity. Coord. Frison E.A. 94 pp.

Kaiser-Bunbury CN, J Mougal, AE Whittington, T Valentin, R Gabriel, JM Olesen y N Blüthgen (2017). Ecosystem restoration strengthens pollination network resilience and function. *Nature*, 542(7640): 223-227.

Miles, MB, Huberman AM y J Saldana (2013). *Qualitative data analysis*. Sage.381pp.

Minayo MC (2012). Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade. *Ciência y Saúde Coletiva*, 17(3), 621-626.

Passos FR y MR Dos Reis (2013). Resíduos de agrotóxicos em alimentos de origem vegetal: revisão. *Ecotoxicol. e meio ambiente*, 23, 49-58.

Porto Goncalves CW (2012). A ecologia política na América latina: reapropiação social da natureza e reinvenção dos territórios. *INTERthesis* 9(1):16-50

Sarandón S, C Flores, E Abbona, MJ Iermanó, ML Blandi, M Oyhamburu y M Presutti (2015). Relevamiento de la utilización de Agroquímicos en la Provincia de Buenos Aires–Mapa de Situación e incidencias sobre la salud. Informe Defensoría:"Uso de Agroquímicos en la Provincia de Buenos Aires". Fac. Cs. Agrarias, UNLP.533p. Disponible en: https://www.agro.unlp.edu.ar/sites/default/files/paginas/informe_agroquimicos_comprimido.pdf

Sarandon SJ, CC Flores, NA Gargoloff y ML Blandi (2014). Análisis y evaluación de agroecosistemas: construcción y aplicación de indicadores. En: Sarandón, Santiago Javier y

Flores, Claudia Cecilia (Eds.). *Agroecología. Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. 375-410pp. Disponible en: http://hdl.handle.net/10915/37280

Silva JM, E Novato-Silva, H Pereira-Faria y TM Magalhães-Pinheiro (2005). Agrotóxico e trabalho: uma combinação perigosa para a saúde do trabalhador rural. *Ciencia y saúde coletiva*, 10(4), 891-903.

Toledo, VM (2005). La memoria tradicional: la importancia agroecológica de los saberes locales. *LEISA Revista de Agroecología*, 20-4, 16-19.

Vogt C (2006). Ética e conhecimento. *Revista Eletrônica De Jornalismo Científico* 84. 3pp. Disponible en:http://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=19

CAPÍTULO 18
El balance de nutrientes: un indicador de sostenibilidad a escala regional

Esteban Abbona, Miriam Presutti y Mariana Antonietta

Los nutrientes en los agroecosistemas y el ecosistema alimentario

Los nutrientes son elementos esenciales para la vida, tanto de micro como de macroorganismos. En los ecosistemas, los nutrientes no se encuentran fijos o estáticos, sino que fluyen del ambiente a los organismos vivos, y de estos nuevamente al ambiente, formando ciclos, llamados también ciclos biogeoquímicos. Los productores del ecosistema (autótrofos: plantas verdes) toman los nutrientes del ambiente (el suelo y el aire) y los transforman en elementos orgánicos, los cuales luego son utilizados por los organismos heterótrofos, es decir, los herbívoros, carnívoros y descomponedores. Así los nutrientes atraviesan y posibilitan las redes alimentarias. Con la muerte y posterior descomposición de los organismos vivos (también con las excreciones y orina) los nutrientes retornan al suelo quedando disponibles para ser aprovechados nuevamente por las plantas (Abbona y Sarandón, 2014). Una característica de los diferentes ecosistemas (bosque, selva, pastizal, etc.) es el equilibrio dinámico en cuanto a los flujos de nutrientes, son sistemas que tienden a mantener los nutrientes en su interior y su funcionamiento está adaptado a un equilibrio en cuanto a flujos de ingreso y egreso de nutrientes.

La agricultura es una actividad en la que el ser humano transforma los ecosistemas, modifica la diversidad de las plantas presentes y, a través de la cosecha y posterior traslado de los distintos productos a los centros de consumo, genera una nueva apertura en los flujos de nutrientes. De esta manera, para sostener el ecosistema alimentario del ser humano se necesita reponer los nutrientes donde fueron extraídos para que las continuas cosechas puedan ocurrir a partir de la reposición permanente de nutrientes en los agroecosistemas. Es decir, se debe conservar el reservorio de nutrientes del suelo. Esta mirada del ecosistema alimentario debe incluir distintas escalas de análisis, desde la de finca o campo hasta una de región, provincia o país, y considerar además una escala temporal (del cultivo, de la rotación, etc.). Una herramienta que permite analizar los flujos de nutrientes y la conservación del reservorio de nutrientes del

suelo es el *balance de nutrientes;* que, por su capacidad de señalar un aspecto crítico del funcionamiento del ecosistema alimentario, puede ser considerado como indicador de sustentabilidad. Este indicador puede ser empleado y desarrollado a diferentes escalas espaciales: lote, predio, región, país, etc. No existe una escala adecuada de análisis, sino que depende de las necesidades del estudio y de los destinatarios del mismo.

Aunque en la naturaleza se conocen 92 elementos químicos, sólo 18 de ellos forman parte de todos los organismos vivos. Algunos como el carbono (C), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), azufre (S) y magnesio (Mg), son requeridos en grandes cantidades (macronutrientes), mientras que otros, como el hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), boro (B) y sodio (Na), se requieren en pequeñas cantidades (micronutrientes). En la agricultura, los productos "cosechados", extraen todos estos nutrientes, aunque en diferentes proporciones según el tipo de cultivo. Por ejemplo, las oleaginosas como el girasol o la soja tienden a extraer grandes cantidades de P, constituyente de los fosfolípidos, mientras que granos con altos contenidos de proteína presentan altas concentraciones de S. En la conservación del reservorio de nutrientes del suelo, todos los nutrientes deberían ser tenidos en cuenta. Sin embargo, generalmente, dada la dificultad para cuantificar el contenido de muchos micronutrientes, el balance de nutrientes se enfoca en los tres principales macronutrientes (N, P, K) incorporando en los últimos años, en contados estudios, el Ca, Mg y Zn.

¿Qué es y cómo se calcula un balance de nutrientes?

El balance de nutrientes es la diferencia entre los flujos de nutrientes que entran y salen de un sistema en un determinado tiempo (Oenema *et al*, 2003; Panten *et al*, 2009; García y González Sanjuán, 2010). Son diversas las variables que entran en cuestión en un balance de nutrientes ¿cómo se define el sistema? ¿qué flujos se tienen en cuenta? ¿qué nutrientes? Por eso, para facilitar el proceso de cálculo de un balance de nutrientes se recomienda definir previamente cinco aspectos: a) la escala de análisis, b) los límites del sistema, c) el tipo de actividad o cultivo, d) el tipo de nutriente y, e) la clase de flujo (Abbona, 2017).

La escala de análisis

La FAO (2003) define tres grandes niveles para el análisis del balance de nutrientes: a) nivel macro (macrolevel): comprende el nivel de país o continente, b) nivel meso (mesolevel): nivel de provincia o región dentro del país, c) nivel micro (microlevel) nivel de finca o distrito (partido, departamento). La escala más apropiada depende del objetivo del estudio y del alcance del mismo. Esto dependerá, en parte, de los destinatarios del estudio, si son agricultores, asesores, decisores políticos del ámbito local, provincial o nacional. Estas escalas han sido empleadas en diferentes trabajos (Schlecht y Hiernaux, 2004). Por ejemplo, a nivel nacional o supranacional Stoorvogel *et al* (1993), Henao y Baanante (1999), Koning *et al* (1997), Sheldrick *et al* (2002, 2003), Cruzate y Casas (2003, 2012), Færge y Magid (2004), FAO (2003, 2004) y Tan *et al*

(2005). A escala meso se destacan trabajos de Smaling y Fresco (1993), Viglizzo et al. (2001, 2004), Flores y Sarandón (2003), Sacco *et al* (2003) y FAO (2003, 2004) y a escala micro los de Brouwer (1998), de Jager *et al* (1998), Bekunda y Manzi (2003), FAO (2003,2004), van Beek *et al* (2003) y Viglizzo *et al* (2006).

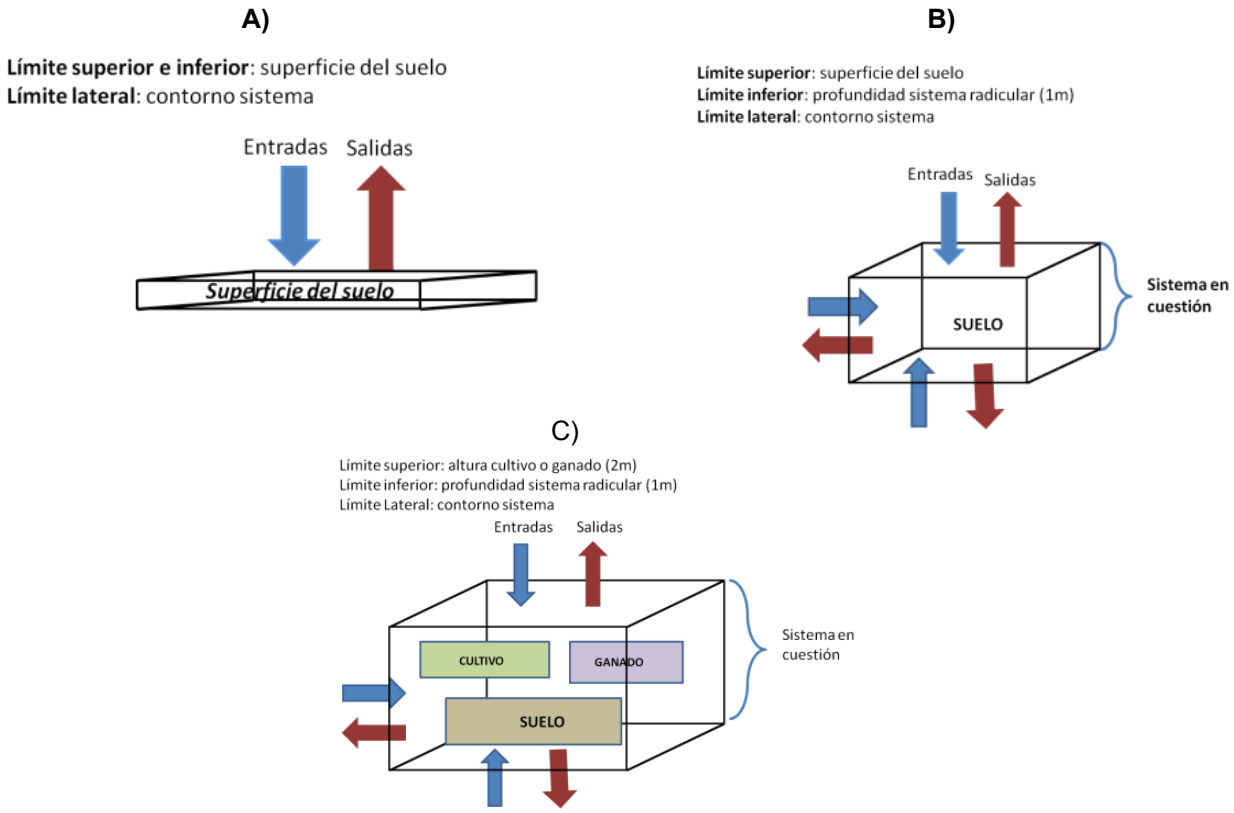
Definición de los límites del sistema

El balance de nutrientes debe estar basado en una correcta definición de los límites del sistema para no sobreestimar o subestimar los flujos de nutrientes que son tenidos en cuenta en los cálculos. Un sistema adecuadamente identificado debe contar con límites tridimensionales, uno lateral (perimetral), otro inferior y otro superior. Esta delimitación permitirá visualizar todos los flujos que entran y salen del sistema, y distinguirlos de aquellos flujos que son internos. Muchas veces, estos últimos no son claramente percibidos y, ante la falta de una adecuada delimitación superior o inferior del sistema, pueden generar confusión.

En diferentes trabajos que abordan balances de nutrientes no se explicitan los límites que asumen y, es por ello, que en los cálculos incluyen distintos flujos de nutrientes. Cuando consideran la misma escala y/o cultivo existe mayor coincidencia en cuanto a los límites laterales tenidos en cuenta, pero no respecto a los límites superior e inferior.

A partir de lo presentado por Oenema *et al* (2003) se pueden asumir tres tipos de sistemas: a) **sistema superficie del suelo**, coloca ambos límites (superior e inferior) en la superficie del suelo (Figura 18.1a). b) **Sistema suelo productivo**, considera la porción de suelo comprendida entre la superficie de este (límite superior) y la profundidad de exploración de las raíces (límite inferior) (Figura 18.1b) y c) **agroecosistema,** mantiene la profundidad de exploración de las raíces como límite inferior, pero coloca el superior en la altura del cultivo o animal considerados (Figura 18.1c).

Figura 18.1: Diferentes sistemas empleados en el cálculo de balance de nutrientes con sus respectivos límites: A) sistema superficie del suelo, B) sistema suelo productivo, C) agroecosistema (el suelo productivo es un componente del agroecosistema). Adaptado de Oenema *et al* (2003)



Ejemplos de estudios que emplean diferentes límites

El modelo *soil surface budget* usado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD) (Oenema *et al*, 2003; OECD y EUROSTAT, 2007a, 2007b; Panten *et al*, 2009); sería un exponente del primer caso que unifica el límite superior con el inferior (Figura 1a). En esta metodología se registran los ingresos de nutrientes a través de la superficie (fertilizantes, estiércol, deposiciones seca y húmeda) y que salen a través de los cultivos y/o forrajes. Los ingresos por fertilización y abono se ajustan por las pérdidas por volatilización (Oenema *et al*, 2003).

Un modelo que utiliza la capa de exploración de las raíces como límite inferior sería el *soil system budget* (Figura 1b). Este modelo registra todos los ingresos y egresos de nutrientes al suelo, incluyendo las pérdidas. Este modelo permite identificar varias vías de pérdida de nutrientes, por eso, es empleado en investigaciones que quieren identificar el camino de los excesos de nutrientes (Oenema *et al*, 2003).

Dos metodologías que utilizan el tercer ejemplo de los límites (Figura 1c) son el *farm-gate research* o caja negra y el NUTMON (Smaling y Fresco, 1993). El *farm-gate research* es una metodología que registra todos los nutrientes que ingresan y salen a través de la "tranquera".

Ninguna de las dos metodologías explicita claramente los límites superior e inferior, pero esto se puede inferir a partir de los flujos y los criterios que se tienen en cuenta en los cálculos.

Algunos trabajos comparan metodologías que emplean estos límites (Sheldrick *et al*, 2002, 2003; Oenema *et al*, 2003; FAO, 2003; Panten *et al*, 2009). Oenema *et al* (2003) compararon los tres sistemas y encontraron que, aplicado a pequeños sistemas de producción especializados, el "*farm-gate research"* y el "*soil surface budget"* arriban a resultados similares, más allá de la consideración de flujos diferentes. Por ejemplo, cuando se analiza un sistema ganadero, el *"soil surface budget"* considera que los nutrientes absorbidos por el forraje producido en el sistema forman parte de las salidas y, los nutrientes del rastrojo que retornan al suelo, junto con las deyecciones de los animales, son entradas. En cambio, el "*farm-gate research"* asume, para el mismo análisis, que los flujos de nutrientes de la alimentación del ganado a partir de recursos forrajeros internos, así como los flujos de las deyecciones de los animales son un ciclado interno.

Cuando los límites no son especificados, resulta difícil estimar si se están considerando adecuadamente todos los flujos. Un ejemplo de esto podría ser el trabajo de Sheldrick *et al* (2002) donde los límite superior e inferior no están especificados y, dentro de las salidas, considera a la inmovilización. Si se considera como límite inferior la profundidad de las raíces, la inmovilización debería ser un flujo interno y no una salida ya que, por un cambio de pH o posterior mineralización, los nutrientes inmovilizados podrían quedar nuevamente disponibles dentro de los límites del sistema. En cambio, si el límite superior e inferior fuera la superficie del suelo, la inmovilización podría ser considerada una salida, pero, en este caso, debería contemplarse a la mineralización o la solubilización como entradas y, en el trabajo, no están contempladas.

Tipo de actividad o cultivo

Los balances pueden calcularse para cultivos específicos como soja, maíz, tomate, lechuga donde los resultados muestran si el manejo de cada cultivo conserva los nutrientes del suelo. También pueden realizarse balances que refieran a actividades agropecuarias generales como ser: cultivos extensivos (incluye al conjunto de cultivos anuales que se siembran en extensas superficies) , producción de carne (cría, invernada bovina), de leche, horticultura, fruticultura. En este caso, los resultados de los balances de cada actividad brindan información respecto al manejo de los nutrientes de un conjunto de cultivos. El objetivo del estudio determinará lo más apropiado a considerar.

Tipo de nutrientes

El N es el nutriente más empleado en los cálculos de balance de nutrientes, principalmente en los países desarrollados, como indicador del riesgo ambiental asociado a la contaminación de acuíferos o la atmósfera (Brouwer, 1998). Luego le siguen en consideración el P y el K, siendo muy escasa la inclusión de otros nutrientes como Ca, Mg y S. En el caso de nutrientes poco móviles, como el P, es común aplicar una sola fertilización al año que considera a los siguientes

cultivos de la rotación. Así, el tipo de nutriente que se considere puede ayudar a definir el tipo de actividad o cultivo (por ej. todos los cultivos de la rotación si es un nutriente de baja movilidad).

Clase de flujos

Stoorvogel y Smaling (1990) han sintetizado las distintas entradas y salidas que se pueden considerar en un balance de nutrientes (Tabla 19.1). Sin embargo, no siempre se cuenta con toda la información necesaria para calcular todas las salidas y entradas del sistema.

Tabla 18.1: Entradas y salidas consideradas en los balances de nutrientes. Fuente: Stoorvogel y Smaling (1990)

Entradas	Salidas
Fertilización mineral	Productos cosechados
Fertilización orgánica	Residuos de cultivo
Deposición seca y húmeda	Lixiviación
Fijación de nitrógeno	Pérdidas gaseosas
Sedimentación	Erosión de suelo

La fuente de información empleada en los datos de cada una de las entradas y salidas varía según la escala de análisis del balance. Puede ir desde medición directa cuando se realiza un cálculo a nivel de finca, hasta datos de base estadística cuando el nivel es mayor (partido, provincia, país, o mayor) (FAO, 2003; Schlecht y Hiernaux, 2004, Abbona, 2017).

Las salidas por lixiviación, pérdidas gaseosas y erosión se calculan a partir de diferentes ecuaciones de transferencia (Stoorvogel y Smaling, 1990; Færge y Magid, 2004). Las salidas por residuos de cultivos dependen del manejo que se realiza de los mismos, y varía entre cultivos y también entre regiones. Stauffer y Beaton (1995, en Sheldrick *et al*, 2002) estimaron que en China un 78% del rastrojo de arroz es extraído de los campos (un 66% utilizado como combustible, un 12% como forraje), y sólo el 20% retorna al suelo.

Más allá de la escala y de los límites del sistema escogido, cada metodología también define los flujos a considerar. Por ejemplo, el método empleado por la OECD no evalúa pérdidas por lixiviado y volatilización, por lo que los balances con esta metodología tienden a subestimar las pérdidas de nutrientes (Sheldrick *et al*, 2002).

¿Cómo presentar la información del balance de nutrientes?

Los resultados de los cálculos de balances de nutrientes son números que generalmente se presentan en tablas. Los valores se interpretan en función de si son positivos o negativos, ya que

raramente se estime un balance neutro. Los balances positivos indican que existe un mayor ingreso que egreso de nutrientes por lo cual, en el sistema en cuestión, se genera una acumulación (excedente) de nutrientes. Este excedente puede quedar retenido en el sistema si se trata de un nutriente de baja solubilidad y movilidad (como el P) o puede salir del sistema, por vía de la lixiviación o la pérdida gaseosa (volatilización o desnitrificación) como el caso del N, generando contaminación en el ambiente. En contrapartida, un balance negativo señala que del sistema se están extrayendo más nutrientes de los que se incorporan por fertilización. Esta situación indica que el reservorio de nutrientes del suelo está disminuyendo, por lo que la capacidad del sistema de sostener la producción dependerá del nivel de reserva de nutrientes de dicho suelo.

Otra posibilidad de visualizar la información que aportan los balances de nutrientes y que complementa lo que brindan los valores numéricos es a través de mapas temáticos, los cuales sintetizan y aportan información de manera clara y sencilla, principalmente cuando la cantidad de información espacial a procesar sería muy grande.

La representación de valores calculados en mapas temáticos construidos a partir de sistemas de información geográfica (SIG) permite visualizar espacialmente los balances de nutrientes e identificar zonas con características similares o diferentes en cuanto a la conservación de los nutrientes del suelo.

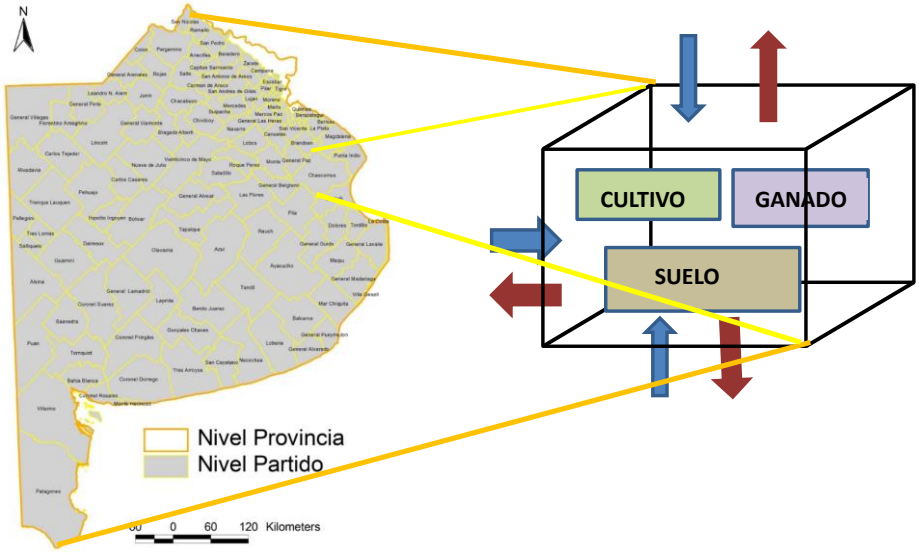
Si bien el indicador que señala la conservación del reservorio de nutrientes del suelo es el balance de nutrientes, en el proceso de cálculo de este surgen indicadores intermedios que brindan información relevante para la toma de decisiones en torno a la sustentabilidad. Las extracciones de nutrientes permiten conocer la demanda potencial de reposición de nutrientes, sea para un agroecosistema a nivel campo como para nivel regional (partido/departamento).

La propuesta metodológica

En esta sección, utilizamos el balance de nutrientes para mostrar la importancia del mismo como un indicador considerando dos *escalas de análisis:* la “meso”, a nivel de provincia, y la “micro”, a nivel de partido (Figura 18.2), Como *“tipo de actividad o cultivo”* se tuvieron en cuenta tres actividades, cultivos extensivos, horticultura y producción de carne y leche bovinas. Los límites del sistema se corresponden al de agroecosistema (tridimensionales). Los límites laterales, tanto para la escala “micro” como “meso”, fueron los determinados por el perímetro de la superficie de cada actividad señalada en el punto anterior, el límite inferior por la profundidad de exploración de las raíces de los respectivos cultivos o recursos forrajeros (2m aproximadamente) y, el límite superior, por la altura del cultivo o ganado (3m aproximadamente). De esta manera, se asumió que los rastrojos de cultivos y recursos forrajeros propios, al igual que las deyecciones de los animales en la producción de carne y leche bovinas, conforman flujos internos (Figura 19.2). Los *nutrientes considerados* fueron N, P, K, Ca y S y los flujos analizados

fueron: en las entradas, la fertilización mineral y orgánica (esta última en horticultura) y la fijación biológica de N. En el caso de la ganadería, se incluyó como ingreso para la producción de leche, el alimento balanceado, el cual se asumió que provenía de la agricultura (Abbona, 2017). Se tuvieron en cuenta las salidas de nutrientes a través de los productos extraídos (productos cosechados, carne, leche).

Figura 18.2: Esquema que representa los límites tridimensionales asumidos para el cálculo del balance de nutrientes a nivel provincia (línea naranja) y partido (línea amarilla)



El cálculo se consideró sobre una base anual, tomando como período de referencia el comprendido por los años 2005-2006 (Abbona, 2017). Esta decisión se basó en el período al que corresponde la información estadística disponible para realizar el estudio. La misma fue tomada de tres fuentes:

- Censo Nacional Agropecuario (CNA, 2002), último censo con datos oficiales discriminados por partido de todas las producciones agropecuarias al momento de realizar los cálculos.
- Base de datos de fertilización por partido de los cultivos extensivos y una parte de forrajes de la ex SAGPyA, del año 2006.
- Censo Hortiflorícola de la provincia de Buenos Aires (CHFBA, 2005), lo más actualizado en horticultura en la provincia.

Como ejemplo de cálculos del balance de nutrientes en cultivos extensivos se presentan las siguientes fórmulas:

Para el balance anual por unidad de superficie (bal_{ij}^{k}) se calculó de la siguiente manera:

$$bal_{ij}^{k} = f_{ij}^{k} - e_{ij}^{k},$$

donde f_{ij}^{k} es la fertilización anual por unidad de superficie y e_{ij}^{k} la extracción anual por unidad de superficie, del nutriente *i* (N, P, K, Ca, S), para el cultivo *j* (soja, maíz, sorgo, girasol, trigo, cebada cervecera) correspondiente al partido *k*. Para el cultivo de soja, además de la fertilización, se asumió una entrada de N por fijación biológica correspondiente al 50% del valor de la extracción (Flores y Sarandón, 2003; Austin *et al*, 2006; Cruzate y Casas, 2010, 2012).

El balance total anual por nutriente para cada partido ($Bal_{i_{TOT}}^{k}$) se calculó mediante:

$$Bal_{i_{TOT}}^{k} = \sum_{j} bal_{ij}^{k} \cdot s_{j}^{k},$$

donde s_{j}^{k} es la superficie del cultivo *j* en el partido *k*.

Los mapas temáticos se construyeron generando puntos aleatorios en cada partido a partir de las superficies sembradas (un punto cada 10,000 ha) y a todos los puntos dentro de un mismo partido se les asignó el mismo valor de la variable a mapear. Los mapas, se generaron utilizando una interpolación inversamente proporcional a la distancia con los seis vecinos más cercanos, con el fin de obtener una superficie continua de valores.

Balances de nutrientes en actividades agropecuarias de la provincia de Buenos Aires

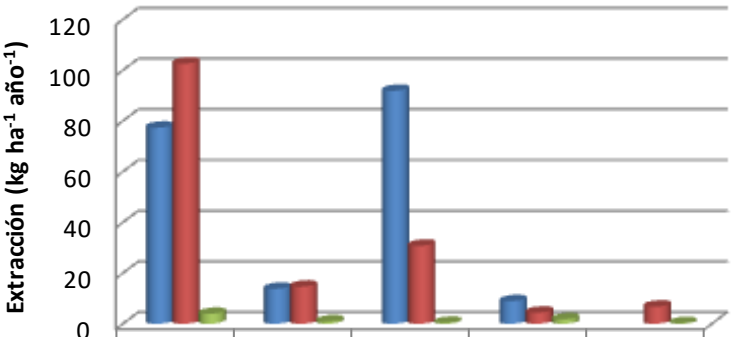
En el proceso de cálculo de balance de nutrientes (N, P, K, Ca y S) en las actividades agropecuarias (horticultura, cultivos extensivos y ganadería -carne y leche bovinas-) a escala de partido y regional, se genera mucha información que enriquece el análisis, desde las extracciones por unidad de superficie y totales hasta los balances de nutrientes por unidad de superficie y totales.

Las extracciones de nutrientes

En la provincia de Buenos Aires la agricultura extensiva y la horticultura generan una mayor extracción de nutrientes por unidad de superficie que las actividades ganaderas (Figura 19.3). Esta diferencia es esperable porque la agricultura extensiva y la horticultura generan una extracción de biomasa de organismos que corresponden al primer nivel trófico (plantas fotosintetizadoras), mientras que la actividad ganadera genera una extracción de biomasa de organismos que corresponden a un segundo nivel trófico (ganado herbívoro), lo que implica,

respecto del primer nivel trófico, una disminución en la tasa de producción de biomasa de entre un 80 a 90%. También se observa que el N es el nutriente de mayor extracción seguido de K, P y Ca (Figura 18.3). El N es un componente esencial de las proteínas por eso es muy abundante en todos los organismos vivos.

Figura 18.3. Extracción de nutrientes por unidad de superficie debida a horticultura, cultivos extensivos y ganadería (carne y leche), en la provincia de Buenos Aires (período 2005-2006) (Abbona, 2017).

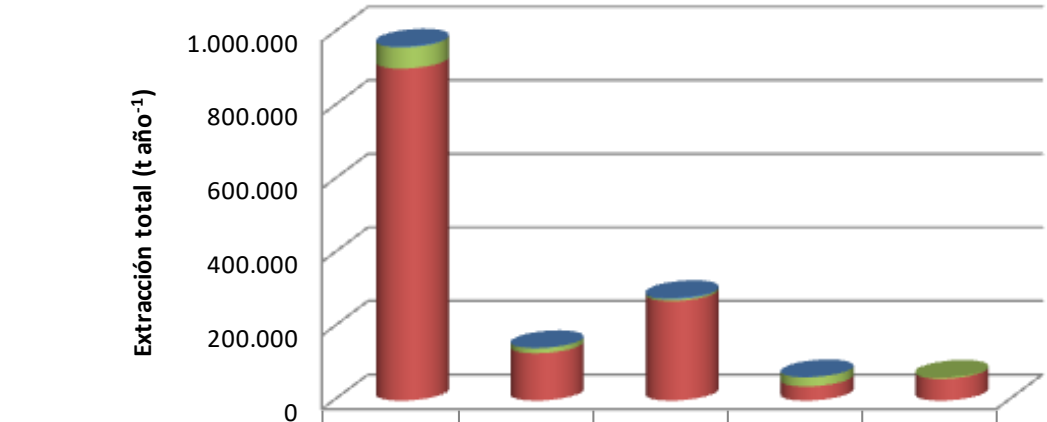


	N	P	K	Ca	S
Horticultura	77,3	13,8	91,9	8,9	
Cultivos extensivos	102,6	14,6	30,8	4,4	6,7
Ganadería (carne y leche)	3,9	0,9	0,4	1,7	0,2

Nutrientes

Pero cuando se considera para cada actividad la extracción total y no por unidad de superficie, la magnitud de la misma se relaciona directamente con la superficie que ocupa cada actividad en el territorio. En la provincia de Buenos Aires, de las 24 Mha que se destinan a las actividades agropecuarias, tomando como referencia el año 2006, un 62% se destina a ganadería (carne y leche), casi un 38% a agricultura extensiva y sólo un 0,15% a horticultura (incluyendo la horticultura semiextensiva como papa y cebolla) (Abbona, 2017). Por eso, en la extracción total de nutrientes relacionada a cada actividad, la agricultura extensiva es la responsable de casi la totalidad de las extracciones de nutrientes, seguido de la ganadería y, por último, de la horticultura (Figura 18.4).

Figura 18.4: Extracción total de nutrientes debida a horticultura, cultivos extensivos y ganadería (carne y leche), en la provincia de Buenos Aires (período 2005-2006) (Abbona, 2017).



	N	P	K	Ca	S
Horticultura	2.728	486	3.242	314	
Ganadería (carne y leche)	57.504	13.852	5.296	25.156	3.389
Cultivos extensivos	902.709	128.688	270.548	38.374	59.311

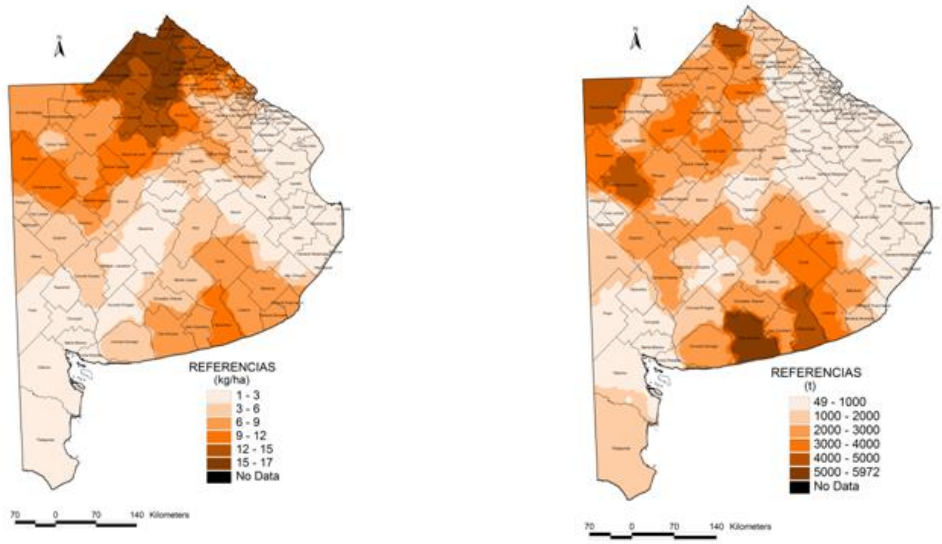
Nutrientes

Las extracciones totales señalan cuáles son las actividades que requieren mayor reposición de nutrientes y que van a representar los mayores desafíos para conservar los nutrientes del suelo.

Los valores numéricos permiten conocer la magnitud de los desafíos, pero esta información trasladada a mapas temáticos brinda, además, el conocimiento acerca de la distribución y localización espacial de las mayores y menores extracciones de nutrientes debido a las actividades agropecuarias (Figura 18.5 a,b)

Tanto la zona centro norte y sudeste de la provincia generan las mayores extracciones de nutrientes por unidad de superficie y totales. En estas zonas los cultivos extensivos representan una alta proporción de la superficie agropecuaria, mientras que en la zona centro y suroeste la actividad ganadera es más importante, principalmente de cría. Por lo tanto, las extracciones por unidad de superficie como totales son menores (Figura 18.5 a,b).

Figura 18.5: Extracción de P por unidad de superficie (a) total anual (b) debida a horticultura, cultivos extensivos y ganadería (carne y leche), en la provincia de Buenos Aires (período 2005-2006) (Abbona, 2017).



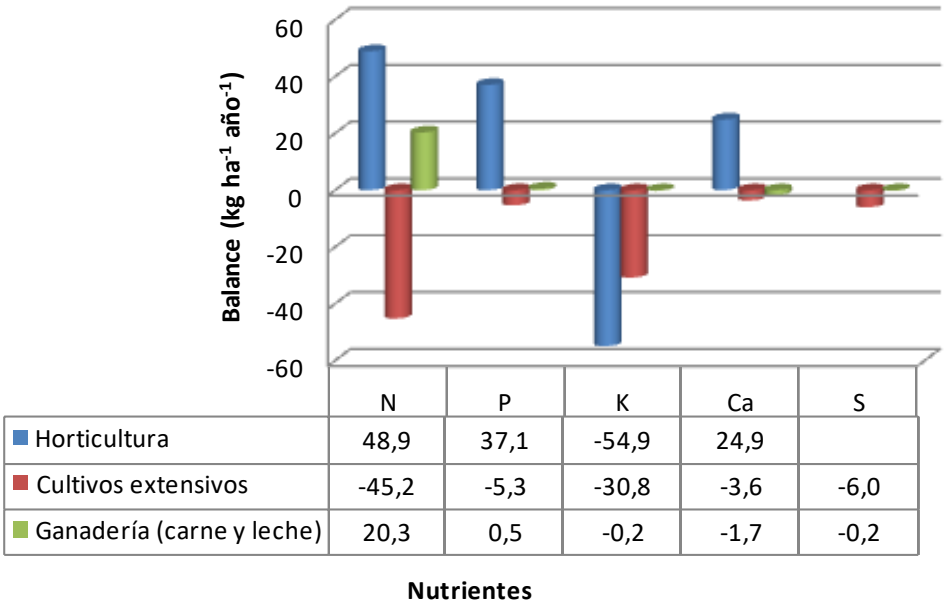
a) b)

Los balances de nutrientes

La diferencia entre las entradas y salidas de nutrientes (extracciones), en este caso para horticultura, cultivos extensivos y ganadería (carne y leche bovinas) presenta, para cada nutriente, situaciones diferentes. En el caso de la horticultura, al ser una actividad intensiva asociada con alto uso de distintos insumos, entre ellos fertilizantes minerales y abonos orgánicos (estiércoles, cama de pollo), presenta balances positivos por unidad de superficie para casi todos los nutrientes (Figura 6). En cambio, los cultivos extensivos presentan balances negativos por unidad de superficie en todos los nutrientes, es decir que la reposición no compensa las extracciones que generan las cosechas. Esta situación implica que los suelos se empobrecen de nutrientes, sus reservas se agotan. La producción ganadera muestra situaciones diferentes y particulares para cada nutriente. Presenta un excedente de N y P y un déficit en el resto de los nutrientes (Figura 18.6). En el caso del N, la ganadería se ve favorecida por la fijación biológica que ocurre tanto en los pastizales naturales como, principalmente, por el aporte que realizan las pasturas a base de leguminosas. Los sistemas ganaderos cuentan, además, con la suplementación animal, la cual en parte proviene de los granos generados en cultivos extensivos (otro sistema), lo que representa un ingreso de todos los nutrientes (macro y micro) que complementan las fertilizaciones minerales. En la producción ganadera existen tres grandes subsistemas, la cría que produce terneros y cuya producción se sustenta principalmente sobre el pastizal natural, la invernada (engorde de los animales) donde el recurso forrajero incluye

pasturas a base de leguminosas (para el año de referencia el "feedlot" no estaba tan extendido como en la actualidad) y la producción de leche (tambo) con un alto porcentaje de recurso forrajero de pastura a base de leguminosas y un ingreso de suplementación animal. En superficie de ocupación primero es la cría, luego la invernada y en menor medida el tambo (Abbona *et al*, 2016).

Figura 18.6: Balance de nutrientes por unidad de superficie de las principales actividades agropecuarias de la provincia de Buenos Aires (período 2005-2006) (Abbona, 2017).



Al tener en cuenta la superficie que involucra a las tres actividades analizadas en su totalidad se observa un déficit generalizado de nutrientes (Tabla 18.2). Esto señala que miles de toneladas de nutrientes se pierden anualmente de los suelos de la provincia, lo que indica un riesgo para la sustentabilidad de la producción agropecuaria.

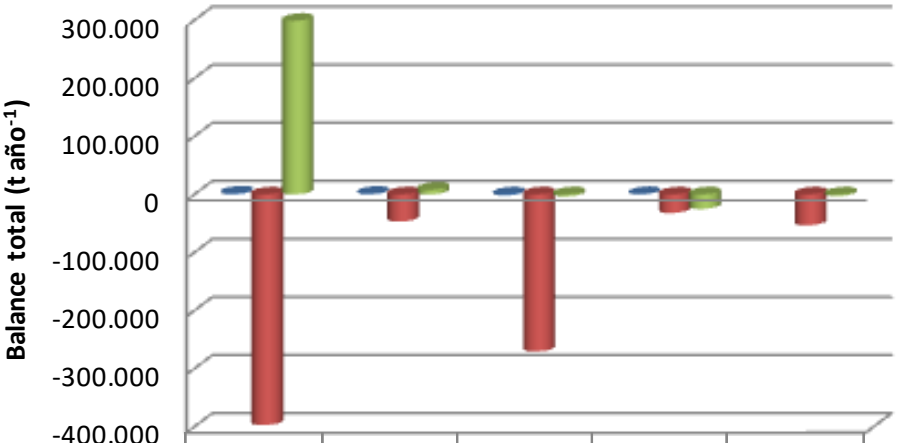
Tabla 18. 2: Balance total de nutrientes debido a horticultura, cultivos extensivos y ganadería (carne y leche), en la provincia de Buenos Aires (período 2005-2006) (Abbona, 2017).

	Nutrientes (toneladas año^{-1})				
	N	P	K	Ca	S
Balance total	-96.706	-37.420	-275.840	-56.189	-56.110

Esta pérdida total se debe principalmente a los cultivos extensivos, ya que para N y P las actividades ganadera y hortícola presentan balances generales positivos, pero la magnitud de

las pérdidas que generan los cultivos extensivos se traduce en un balance negativo global (Figura 18.7). Para el resto de los nutrientes considerados (k, Ca, S) todas las actividades analizadas generan un vaciamiento de las reservas de estos nutrientes en los suelos de la provincia de Buenos Aires.

Figura 18.7. Balance total de nutrientes (N, P, K, Ca y S) de las principales actividades agropecuarias de la provincia de Buenos Aires (período 2005-2006) (Abbona 2017).



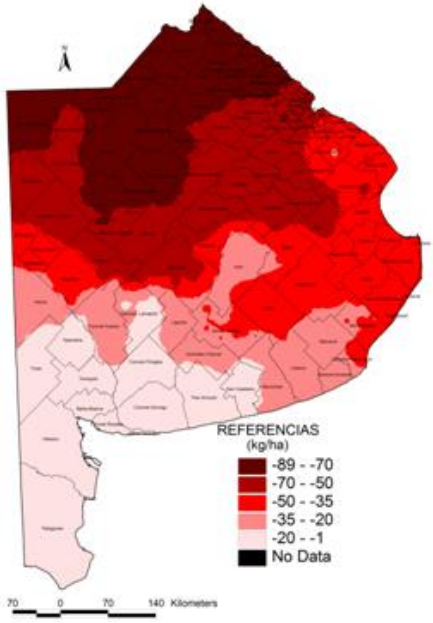
	N	P	K	Ca	S
Horticultura	1.614	1.232	-1.922	788	
Cultivos extensivos	-397.240	-46.704	-270.548	-31.917	-53.202
Ganadería (carne y leche)	298.920	8.052	-3.370	-25.060	-2.908

Nutrientes

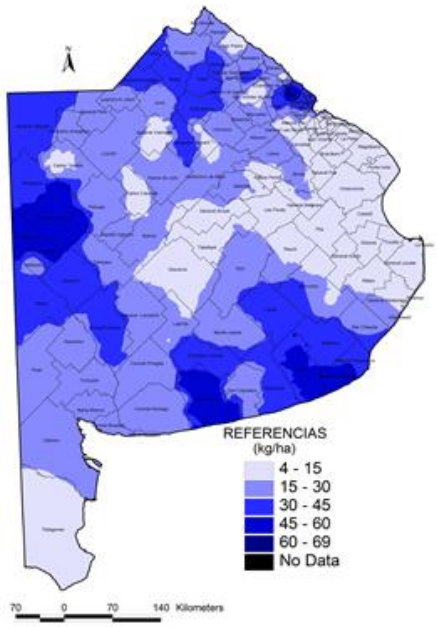
Al generar con los cálculos de balances de nutrientes los mapas temáticos se observa que la magnitud de los balances, incluso la tendencia (positiva o negativa), varía dentro de la provincia. Esta variación ocurre dentro de las actividades agropecuarias y para los distintos nutrientes. Por ejemplo, para el caso del N, si tenemos en cuenta el balance por unidad de superficie por actividad, se observa que los cultivos extensivos generan balances negativos en toda la provincia de Buenos Aires, con mayor magnitud en el centro norte (Figura 18.8a), mientras que la ganadería presenta valores positivos en toda la provincia (Figura 18.8b). Al representar el balance conjunto de las actividades agropecuarias se observa una deficiencia en el centro norte y sudeste de la provincia, pero no en la zona centro y sur oeste (Figura18. 8c). Esto se debe al predominio en cuanto a superficie de las actividades ganaderas o de cultivos extensivos en cada partido de la provincia.

Para cada partido es la preponderancia de la superficie de cultivos extensivos o ganadería la que determina si el balance promedio es positivo o negativo. Tradicionalmente en gran parte de la provincia de Buenos Aires existía una rotación entre actividades ganaderas y de cultivos extensivos. Esta rotación, debido principalmente a la búsqueda de rentabilidad en el corto plazo, se fue perdiendo. Debido a que la rotación agrícola ganadera en los suelos de la provincia es muy baja, la agricultura extensiva no se beneficia de los excedentes de N de los ciclos ganaderos.

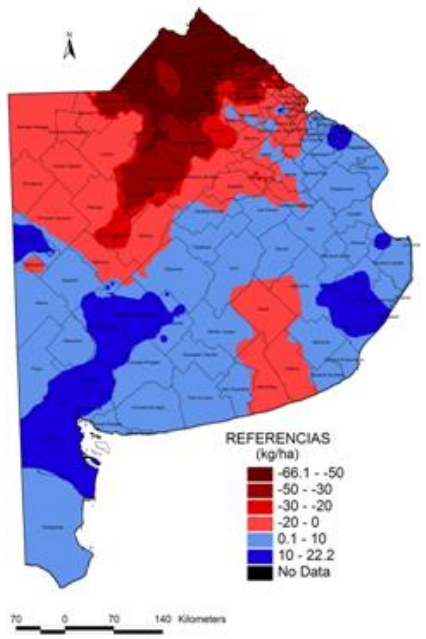
Figura 18.8: Balance de N por unidad de superficie en: a) cultivos extensivos, b) ganadería (carne y leche bovinas) y c) del conjunto de actividades agropecuarias de la provincia de Buenos Aires (período 2005-2006) (Abbona, 2017).



a)



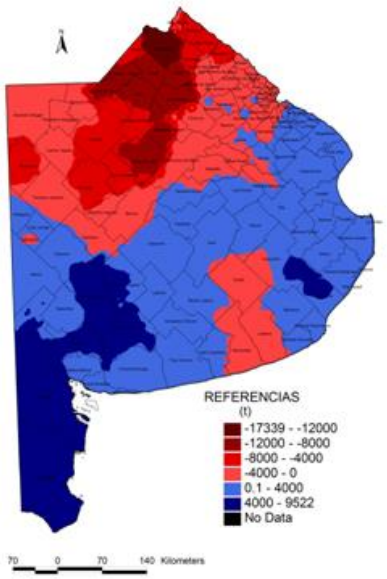
b)



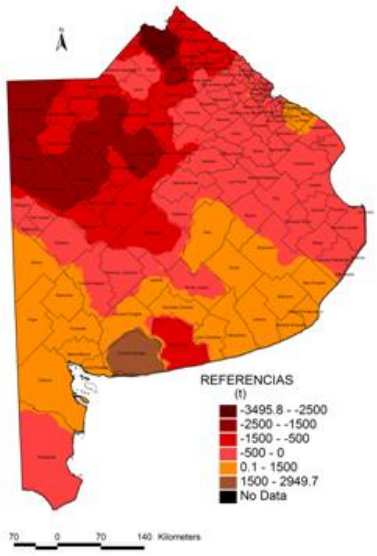
c)

Los suelos del centro norte y sudeste de la provincia son los que evidencian una mayor pérdida de todos los nutrientes (Figura 18.9). En estas zonas los suelos son de una muy buena aptitud agrícola, por lo que la reserva de nutrientes es mayor que en los suelos del centro y suroeste de la provincia. Pero en estos suelos la historia de agricultura extensiva lleva más de 100 años, y, teniendo en cuenta que las prácticas de fertilización recién se incorporaron en los últimos 40 años y aún se siguen observando balances negativos, la pérdida de la reserva de nutrientes es grande. Este agotamiento ya se ha puesto en evidencia para algunos nutrientes. Por ejemplo, en la zona centro y norte la concentración de P Bray-1 (que estima el nivel de P disponible para los cultivos) es inferior a 10 ppm (Sainz Rozas *et al*, 2012). García y González Sanjuán (2016) estimaron que, debido a los continuos balances negativos en K, para en el segundo quinquenio de esta década se empezarían a observar deficiencias de este nutriente en los suelos de la provincia.

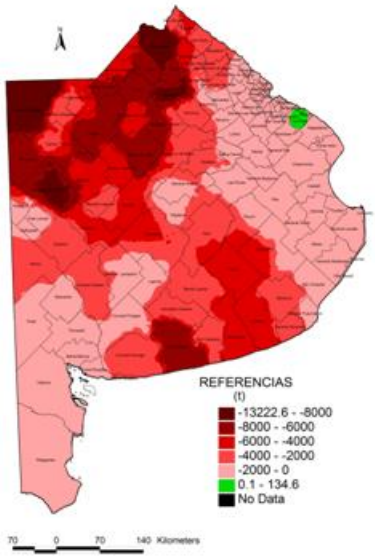
Figura 18.9: Balance total anual debido a horticultura, cultivos extensivos y ganadería (carne y leche), en la provincia de Buenos Aires (período 2005-2006). Abbona, 2017).



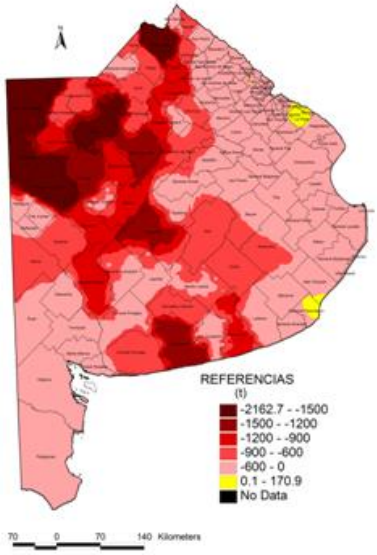
Nitrógeno



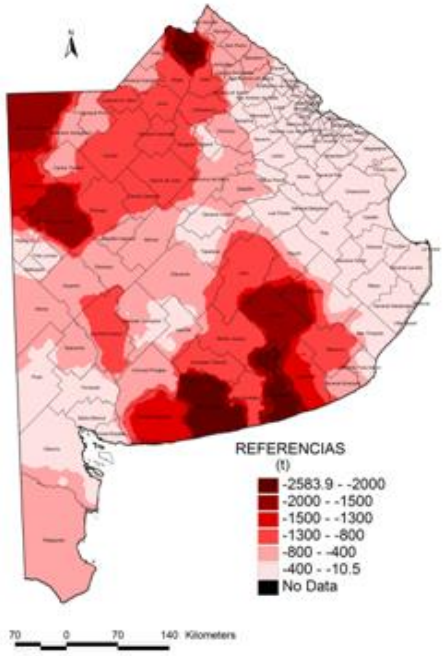
Fósforo



Potasio



Calcio



Azufre

Utilidad del balance de nutrientes como indicador de sustentabilidad

Si bien el cálculo del balance de nutrientes es señalado como una herramienta que contribuiría a una agricultura sostenible (Öborn *et al,* 2003; Dechert *et al*, 2005; Abbona *et al*, 2007), pocas veces es utilizado. En la provincia de Buenos Aires podría haber sido implementado para predecir el efecto del reemplazo de distintos cultivos extensivos por soja, que presenta los balances más negativos por unidad de superficie. De la misma forma, el balance de nutrientes podría contribuir a estimar el efecto del reemplazo de superficie bajo rotación agrícola-ganadera por superficie exclusivamente agrícola. También se podría utilizar el balance de nutrientes para "corregir" la rentabilidad de los cultivos considerando el costo (al menos monetario) de los nutrientes no repuestos en el sistema (Flores y Sarandón, 2003).

A fines de la década del 90, se encontraba documentado cómo el manejo de la fertilización en soja en función del criterio de dosis-respuesta, estaba generando un mayor agotamiento de los suelos que en otros cultivos (Cruzate y Casas, 2003; Flores y Sarandón, 2003). No obstante, por conveniencia económica, tanto de los agricultores como por el beneficio económico que implica para el país, este cultivo creció exponencialmente. Esta expansión implicó, por un lado, el reemplazo de cultivos dentro de la superficie dedicada a cultivos extensivos y, por otro, el avance sobre zonas ganaderas con pasturas e incluso pastizales (Paruelo *et al*, 2005; Viglizzo *et al*, 2010; Vázquez y Zulaica, 2011). En función de los datos informados por Cruzate y Casas (2003, 2012), se puede afirmar que el reemplazo de distintos cultivos agrícolas por soja ha llevado a que se incrementaran los déficits de nutrientes señalados anteriormente. Por otro lado,

el cambio de la superficie de suelo bajo rotación agrícola-ganadera para convertirse exclusivamente en agrícola con soja, implica que la misma pase de alternar épocas con excedente de N y P (uso ganadero) y otras con déficit (uso agrícola), a una nueva situación con déficits continuo. De haberse tenido en cuenta los trabajos que, a principios del siglo XXI, estimaron la pérdida de nutrientes originada por el manejo del cultivo de soja, se podría haber condicionado el avance desmedido de este cultivo, principalmente, en áreas ecológicas más frágiles como las dedicadas a pastizales. Si garantizar la producción de alimentos es una preocupación mundial y local, resulta imperativo que se comiencen a considerar estos estudios para fomentar o modificar tendencias en el uso de la tierra y en la producción de alimentos.

Implicancias para el ecosistema alimentario de la provincia de Buenos Aires

El balance de nutrientes resulta un indicador claro y sencillo para visualizar si el manejo de los agroecosistemas a escala de partido o provincia conserva el reservorio de nutrientes y con ellos la posibilidad de sostener la producción de alimentos. Para el caso de la provincia de Buenos Aires se observa un serio riesgo de sostener la producción debido a la disminución del reservorio de nutrientes que registran los cultivos extensivos. En la provincia hay partidos que tienen una tradición ganadera en cuanto a la superficie destinada a la misma. Si bien la pérdida de nutrientes del suelo en estos sistemas es menor que en aquellos con agricultura extensiva, los suelos destinados a la producción ganadera son de menor aptitud que los agrícolas, por lo que no se debe descuidar la reposición de los nutrientes para conservar el recurso.

Referencias

Abbona EA (2017). Flujos de nutrientes en la agricultura y la alimentación para un ecosistema alimentario sostenible en la provincia de Buenos Aires". Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/61599

Abbona EA y SJ Sarandón (2014). Manejo de nutrientes en los agroecosistemas. En: Agroecología. Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Sarandón, S.J. y C.C. Flores (Editores). Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP). Capítulo 8:211-234.

Abbona EA, SJ Sarandón, ME Marasas y M Astier (2007). Ecological sustainability evaluation of traditional management in different vineyard systems in Berisso, Argentina. Agriculture, Ecosystems y Environment 119:335-345.

Abbona E, M Presutti, M Vázquez y S Sarandón (2016). Los sistemas de producción de carne y leche bovina en la Provincia de Buenos Aires ¿conservan los nutrientes del suelo? Revista

Facultad de Agronomía, de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. Vol. 115(2):251-263.

Austin, AT, G Piñeiro y M González-Polo (2006). More is less: agricultural impacts on the N cycle in Argentina. Biogeochemistry 79: 45–60.

Bekunda M y G Manzi (2003). Use of partial nutrient budget as an indicator of nutrient depletion in the highlands of southwestern Uganda. Nutrient Cycling in Agroecosystems 67:187-195.

Brouwer F (1998). Nitrogen balances at farm level as a tool to monitor effects of agri-environmental policy. Nutrient Cycling in Agroecosystems 52:303-308.

CHFBA (Censo Hortiflorícola de la Provincia de Buenos Aires). (2005). Gobierno de la Provincia de Buenos Aires, Ministerio de Economía y Ministerio de Asuntos Agrarios. 115pp. Disponible en: http://www.maa.gba.gov.ar/agricultura_ganaderia/archivos/resultadofinal.pdf. Último acceso: octubre 2016.

CNA (Censo Nacional Agropecuario). (2002). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de la República Argentina. Disponible en: http://www.indec.gob.ar/cna_index.asp. Último acceso: octubre 2016.

Cruzate G y R Casas (2003). Balance de nutrientes. Revista Fertilizar (Número especial "Sostenibilidad"): 7-13.

Cruzate G y RR Casas (2012). Extracción y balance de nutrientes en los suelos agrícolas de la Argentina. Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica 6:7-14.

Cruzate G y RR Casas (2010). Extracción de nutrientes en la agricultura argentina. Informaciones Agronómicas 44:21-26.

Dechert G, E Veldkamp y R Brumme (2005). Are partial nutrient balances suitable to evaluate nutrient sustainability of land use systems? Results from a case study in central Sulawesi, Indonesia. Nutrient Cycling in Agroecosystems 72:201-212.

de Jager A, I Kariuku, FM Matiri, M Odendo y JM Wanyama. (1998). Monitoring nutrient flows and economic performance in African farming systems (NUTMON) IV. Linking nutrient balances and economic performance in three districts in Kenya. Agriculture, Ecosystems y Environment 71:81-92.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2003). Assessment of soil nutrient balance. Approaches and methodologies. Rome. Fertilizer y Plant Nutrition Bulletin 14. 88pp.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2004). Scaling soil nutrient balances. Enabling mesolevel applications for African realities. Rome. FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin 15. 150pp.

Færge J y J Magid. (2004). Evaluating NUTMON nutrient balancing in Sub-Saharan Africa. Nutrient Cycling in Agroecosystems 69:101-109.

Flores CC y SJ Sarandón (2003). ¿Racionalidad económica versus sustentabilidad ecológica? El ejemplo del costo oculto de la pérdida de fertilidad del suelo, durante el proceso de Agriculturización en la Región Pampeana Argentina. Revista de la Facultad de Agronomía 105 (1) (2002,2003): 53-67.

García FO y MF González Sanjuán. (2010). Balances de nutrientes en Argentina ¿Cómo estamos? ¿Cómo mejoramos? Informaciones Agronómicas 48:1-5.

García F y MF González Sanjuán (2016). Consumo de fertilizantes en el mundo y en Argentina. En: Sustentabilidad de los agroecosistemas y uso de fertilizantes. Lavado R.S. (Coordinador). Editorial Orientación Gráfica. Buenos Aires. Capítulo 3:61-83.

Henao, J y C Baanante (1999). Estimating rates of nutrient depletion in soils of agricultural lands of Africa. Muscle Scholas, USA. International Fertilizer Development Center (IFDC). 80pp.

Koning, GHJ, PJ van de Kop y LO Fresco (1997). Estimates of sub-national nutrient balances as sustainability indicators for agro-ecosystems in Ecuador. Agriculture, Ecosystems y Environment 65:127-139.

Öborn I, AC Edwards, E Witter, O Oenema, K Ivarsson, PJA Withers, SI Nilsson y A Richert Stinzing (2003). Element balances as a tool for sustainable nutrient management: a critical appraisal of their merits and limitations within an agronomic and environmental context. European Journal of Agronomy 20:211-225.

OECD y EUROSTAT (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. Oficina Europea de Estadística). (2007a). Gross nitrogen balances handbook. 24pp.

OECD y EUROSTAT (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. Oficina Europea de Estadística). (2007b). Gross phosphorus balances handbook. 18pp.

Oenema O, H Kros y W de Vries (2003). Approaches and uncertainties in nutrient budgets: implications for nutrient management and environmental policies. European Journal of Agronomy 20:3-16.

Panten K, J Rogasik, F Godlinsky, U Funder, J-M. Greef y E Schung (2009). Gross soil surface nutrient balances: The OECD Approach implemented under German conditions. Agriculture y Forestry Research 1 59:19-28.

Paruelo JM, JP Guerschman y SR Verón (2005). Expansión agrícola y cambios en el uso del suelo. Ciencia Hoy 15(87):14-23.

Sacco D, M Bassanino y C Grignani (2003). Developing a regional agronomic information system for estimating nutrient balances at a larger scale. European Journal of Agronomy 20:199-210.

Sainz Rozas H, H Echeverria y H Angelini (2012). Available phosphorus in agricultural soils of the Pampa and Argentina ExtraPampeana. RIA, Revista de Investigaciones Agropecuarias, 38(1), 33-39.

Schlecht E y P Hiernaux (2004). Beyond adding up inputs and outputs: process assessment and upscaling in modelling nutrient flows. Nutrient Cycling in Agroecosystems 70:303-319.

Sheldrick W, JK Syers y J Lingrad. (2002). A conceptual model for conducting nutrient audits at national, regional, and global scales. Nutrient Cycling in Agroecosystems 62:61-72.

Sheldrick WF, JK Syers y J Lingrad. (2003). Soil nutrient audits for China to estimate nutrient balances and output/input relationships. Agriculture, Ecosystems y Environment 94:341-354.

Smaling EMA y LO Fresco (1993). A decisión-suppport model for monitoring nutrient balances under agricultural land use (NUTMON). Geoderma 60:235-256.

Stoorvogel, J.J. & E.M.A. Smaling (1990). Assessment of soil nutrient depletion in sub-Saharan Africa: 1983–2000. Report 28. Winand Staring Centre, Wageningen, The Netherlands. 585pp.

Stoorvogel, J.J., E.M.A. Smaling & B.H. Janssen (1993). Calculating soil nutrient balances in Africa at different scales. I. Supra-national scale. Fertilizer Research 35:227-235.

Tan ZX, R Lal y KD Wiebe (2005). Global soil nutrient depletion and yield reduction. Journal of Sustainable Agriculture 26(1):123-146.

van Beek CL, L Brouwer y O Oenema. (2003). The use of farmgate balances and soil surface balances as estimator for nitrogen leaching to surface water. Nutrient Cycling in Agroecosystems 67:233-244.

Vázquez P y L Zulaica (2011). Cambios en el uso de la tierra del partido de Tandil y principales impactos ambientales. Párrafos Geográficos 10(2):242-267.

Viglizzo EF, F Lértora, AJ Pordomingo, JN Bernardos, ZE Roberto y H del Valle (2001). Ecological lessons and applications from one century of low external-input farming in the pampas of Argentina. Agriculture, Ecosystems y Environment 83:65-81.

Viglizzo EF, AJ Pordomingo, MG Castro, FA Lértora y JN Bernardos (2004). Scale-dependent controls on ecological functions in agroecosystems of Argentina. Agriculture, Ecosystems y Environment 101:39-51.

Viglizzo EF, F Frank, J Bernardos, DE Buschiazzo y S Cabo. (2006). A rapid method for assessing the environmental performance of commercial farms in the pampas of Argentina. Environmental Monitoring y Assessment 117:109-134.

Viglizzo EF, LV Carreño, H Pereyra, F Ricard, J Clatt y D Pincén. (2010). Dinámica de la frontera agropecuaria y cambio tecnológico. En: Expansión de la Frontera Agropecuaria en Argentina y su Impacto Ecológico-Ambiental. Viglizzo, E.F. y E.G. Jobbágy (Editores). Ediciones INTA. Capítulo 1:9-16.

CAPÍTULO 19
Los Carábidos como indicadores de sustentabilidad en agroecosistemas

María Fernanda Paleologos

Organismos indicadores de sustentabilidad en los agroecosistemas

Un indicador es una particularidad que puede ser medida a través de monitoreos en el tiempo, ya sea por medio de muestreos a campo o de compilaciones de datos existentes (Meyer *et al*, 1992). Es decir, que un indicador hace lugar a una variable simplificada que muestra una tendencia que no es fácil de observar de otra manera (Sarandón y Flores, 2009). En estudios ecológicos es posible utilizar artrópodos como indicadores (Ribera y Foster, 1997; McGeoch, 1998), ya que los cambios en algunos aspectos de la comunidad, como el número y especies encontradas pueden ser indicadoras de cambios ecológicos del sistema (Noss, 1990; Brown, 1991).

A menudo, se utilizan indicadores como una herramienta para acceder a información difícilmente medibles o cuantificables, como la estabilidad, resiliencia y complejidad de un sistema. En este contexto, el uso de organismos bioindicadores como herramienta de diagnóstico, permite inferir más fielmente el cumplimiento de los procesos y las condiciones ambientales de los agroecosistemas, a fin de poder predecir, evaluar, diseñar y manejar los sistemas de manera más sustentable.

Los carábidos como bioindicadores

Dentro de los artrópodos, el Orden Coleoptera, por su diversidad extrema, posee familias que pueden ser utilizadas como bioindicadoras, como la familia Carabidae, Cicindelidae y Cerambycidae. Dentro de éstas, la familia Carabidae puede ser una de las más apropiadas para este fin (Ribera y Foster, 1997; Langor y Spence, 2006), ya que posee un conjunto de requerimientos necesarios para ser buenos indicadores. Entre estos requerimientos podemos nombrar que su presencia es abundante en todos los ambientes y son cosmopolitas, muestran alta sensibilidad a cambios en los factores bióticos y abióticos y responden rápidamente a las

alteraciones del hábitat, son fáciles de recolectar y existe información relativamente buena de su biología y ecología (Koivula, 2011).

Dentro del Orden Coleoptera, la Familia Carabidae constituye un grupo importante dentro de los agroecosistemas. La misma, dado a sus características particulares, brinda información ecológica sitio específica, siendo así bajo determinadas circunstancias, considerada indicadora de ciertos parámetros de sustentabilidad o de disturbio (Koivula, 2011). Esto los constituye en una herramienta particular para el análisis ecológico de los agroecosistemas.

La familia Carabidae, está compuesta por aproximadamente 40.000 especies en todo el mundo (Roig-Juñent, 1998). Poseen un tamaño que varía entre 1 a 70 mm, gran parte de las especies son activas, y son voraces, en su mayoría predadores polífagos, aunque puede haber especies fitófagas (Marasas, 2002).

Los carábidos se encuentran en una gran diversidad de ambientes. Algunas especies poseen hábitos fosores, formando galerías en el suelo; otras son cursores superficiales, desplazándose hábilmente y otras son semi-fosoras, protegiéndose en la interfase suelo-mantillo (Marasas 2002; Cicchino y Storti, 2007; Paleologos, 2012).

Por otro lado, dentro de esta familia encontramos especies con una gran diversidad de hábitos de vida y un amplio espectro trófico, lo que los transforma en un componente importante del agroecosistema, al cumplir con roles funcionales muy variados y contribuir así, al cumplimiento de procesos ecológicos en los agroecosistemas (Miñarro y Dapena, 2003), como la descomposición de la materia orgánica, la regulación biótica, la aireación y la infiltración de agua en el suelo (Kajak, 1997). Dentro de Carabidae, todos los niveles tróficos se encuentran bien representados. Algunos individuos se alimentan de semillas de malezas y otros de materia orgánica (Cicchino y Storti, 2007). Sin embargo, la mayoría de las especies conocidas son predadoras de otros artrópodos, por lo que contribuyen a la regulación de especies plaga en los agroecosistemas (Miñarro y Dapena, 2003). Las especies fosoras, además, a través de la formación de galerías contribuyen al mejoramiento de la estructura del suelo, favoreciendo su aireación, la infiltración del agua y la penetración de las raíces (Marasas, 2002).

Estas características han llevado a considerar a los carábidos como bioindicadores de variables microambientales y del estado de deterioro o recupero del ambiente donde éstos se desarrollan (Agosti y Sciaky, 1998; Pearce y Venier, 2006; Langor y Spence, 2006; Rainio, 2009; Avgin y Luff; 2010; Koivula, 2011).

Los carábidos en la Argentina

Argentina es el país de América Latina con mayor riqueza de Carabidae a nivel de tribus (Roig-Juñent, 1998). Se han citado 683 especies de 84 tribus, casi el 6% de los géneros conocidos son endémicos y el 39% son compartidas con Chile o con Chile y Uruguay. A nivel específico, el 40% de las especies (278) son endémicas (Roig-Juñent y Domínguez 2001).

Los aspectos de la ecología y biología de esta familia son poco conocidos en nuestro país en comparación con Europa; probablemente debido a la falta de información adecuada, no sólo de los estados adultos, sino también larvales, lo que hace dificultosa su identificación (Roig-Juñent, 1998). En los últimos años, se ha incrementado la investigación relacionada a la sistemática y ecología de los carábidos, tanto en áreas protegidas como en aquellas con cierto grado de intervención antrópica (Turienzo *et al*, 2008; Cicchino, 2009a; Paleologos *et al*, 2015). Además, el estudio de los carábidos en escenarios agrícolas es cada vez más frecuente en Argentina (Marasas, 2002; Paleologos *et al*, 2007; Paleologos *et al*, 2008; Marasas *et al,* 2010).

En la Argentina, en los últimos años, se han comenzado a estudiar los coleópteros para la conservación de áreas particulares ricas en especies raras y amenazadas (Cicchino, 2003; Torres *et al*, 2007; Cicchino, 2009a) y, en los agroecosistemas, donde el estudio se ha orientado a su diversidad, importancia, distribución y cómo son afectados por las prácticas agrícolas (Marasas *et al,* 2001; Paleologos *et al*, 2008). De todas maneras, su rol en el funcionamiento y sustentabilidad de los agroecosistemas todavía es poco conocido.

El uso de los carábidos como bioindicadores

El uso de organismos como indicadores, entre ellos los carábidos, implica la consideración de múltiples factores de manera simultánea, que permitan determinar la composición y estructura de la comunidad y aportar información más precisa acerca de las características ambientales (Koivula, 2011). Tradicionalmente, las variables de abundancia y riqueza específica han sido consideradas como las más importantes en los estudios de diversidad de un sistema. A pesar de su amplio uso, como únicos factores pueden aportar información incompleta sobre la complejidad ambiental de los sistemas. Por tal razón, esas variables deben ser interpretadas junto con la dominancia relativa y las preferencias de hábitats de las especies presentes (Paleologos, 2012). Además, no tener en cuenta las variaciones en la actividad de las especies a lo largo del año (fenología) puede llevar a interpretaciones erradas fundamentalmente en estudios donde los muestreos se concentran en períodos particulares (Langor y Spence, 2006; Koivula, 2011).

Los carábidos constituyen una buena herramienta para el análisis ambiental y ecológico de los agroecosistemas, dado que han demostrado ser buenos indicadores del grado de disturbio, de ciertas condiciones ambientales, de la vegetación y de factores antrópicos, tanto a nivel de parcela cultivada como de paisaje (Agosti y Sciaky, 1998; Woodcock *et al*, 2005; Canepuccia *et al*, 2009; Paleologos, 2012; Paleologos *et al*, 2015). A pesar de esto, en la Argentina, son pocos los trabajos en los que se los utilizan directamente como indicadores de sustentabilidad (Paleologos, 2012), lo que probablemente se deba a la dificultad de contextualizar la información existente de esta familia con el ambiente en estudio y el manejo sustentable de los agroecosistemas.

La variedad de hábitat y hábitos de vida que poseen los carábidos son respuestas específicas a las condiciones del ambiente. Hay dos factores importantes que influyen en las

preferencias de hábitats y que, están directamente relacionadas con sus condiciones como indicadores biológicos:

1.**Temperatura y humedad***:* La humedad es un factor limitante para la presencia de carábidos. Algunas especies requieren ambientes con alto grado de humedad, otras con grado medio y otras, bajo tenor de humedad (Paleologos, 2012). Estas condiciones están determinadas por la composición y estructura de la vegetación, la que determina la exposición del suelo a las radiaciones, viento y precipitaciones.

2. Condiciones de alimentación: Según el tipo y hábito de alimentación, las especies buscan hábitats naturales o antropizados, que ofrezcan condiciones óptimas para una buena cantidad y calidad de alimento (Marshall y Moonen, 2002; Gibb y Hochuli, 2002).

Es así que los carábidos pueden ser considerados indicadores ambientales, es decir que la presencia de ciertas especies indicadoras permite inferir cambios en las condiciones abióticas (temperatura, humedad, condiciones edáficas, entre otras) del medio. Entre las especies que actúan como indicadores ambientales, encontramos aquellas cuya presencia se asocia con determinadas condiciones y son sensibles a cambios en el ambiente, ya sean de origen natural o antrópico (fragmentación del hábitat, uso de agroquímicos, inundaciones) y aquellas que se encuentran asociadas a condiciones particulares.

Es decir, que la composición de especies de la comunidad de carábidos está directamente relacionada con el cumplimiento de ciertos requerimientos ambientales. La presencia de determinadas especies estaría indicando patrones en las condiciones ambientales de un sitio (Magura, 2002; Rainio, 2009). Por ejemplo, algunas especies, llamadas estenótopas o especialistas, precisan condiciones muy particulares para su desarrollo, como cierta estructura de la vegetación, cierto tipo de suelo o determinadas condiciones de humedad y temperatura. Otras especies, denominadas eurítopas o generalistas, poseen requerimientos menos específicos. Es decir que existen especies de carábidos que sólo se encuentran en determinados ambientes particulares, mientras que otras logran ser abundantes bajo condiciones más amplias (Kromp, 1999; Magura, 2002; Rainio, 2009).

Sin embargo, no es sólo la presencia o abundancia de las especies de carábidos presentes lo que debe tenerse en cuenta para un análisis microambiental de los agroecosistemas, sino su dominancia, es decir la abundancia de cada especie en relación a las otras especies, lo que permite reflejar el grado de disturbio del ambiente. La dominancia (abundancia relativa) de las especies presentes en un ambiente y tiempo dados, puede ser expresada mediante un histograma, que representa la estructura de dominancia de la comunidad y que, a su vez, traduce las relaciones existentes entre las especies (Zelennkova y Hurka, 1990). Podrían definirse a grandes rasgos dos tipos de estructura de dominancia en relación al grado de disturbio del ambiente:

-una estructura simple: en la cual existe una dominancia superior de unas pocas especies por sobre las restantes

- una estructura más compleja de tipo escalera, en la cual, si bien existen especies con diferente grado de dominancia, las variaciones entre las mismas son menos bruscas, formando en una representación de barras una "escalera" de dominancia.

El ensamble de carábidos (composición y estructura) presente en un determinado ambiente, está directamente relacionado con la estructura del componente vegetal y con las condiciones microclimáticas que éste genera (Thiele, 1977). Es decir, la cobertura vegetal es el principal factor de generación y mantenimiento de las condiciones microambientales del suelo. Además, la estructura y tipo de vegetación presente es determinante de otros factores, como la composición del mantillo, el tipo de suelo, la presencia y disposición de presas (animales o vegetales), la exposición del suelo a los vientos, las precipitaciones y la insolación (Magura, 2002; Cicchino y Farina, 2009; Paleologos, 2012).

Por ejemplo, el tipo y calidad del mantillo, determinados por la cobertura vegetal, limita la presencia de las especies de carábidos, en función de su talla corporal (Magura, 2002). Un mantillo denso y espeso constituye un obstáculo difícil de sortear para las especies de talla corporal grande (>15 mm), y conformación cilíndrica, tal como lo observaron Cicchino y Farina (2007a) para las especies de los géneros *Scarites* y *Pachymorphus*. Éstas requieren de sitios abiertos y vegetación poco densa para poder desplazarse libremente sobre la superficie. En cambio, una vegetación densa y un mantillo apretado permiten el desplazamiento de especies de talla corporal mediana a pequeña (4 - 14 mm) ya que las mismas no encuentran en estas condiciones, inconveniente para su desplazamiento (Cicchino y Farina, 2007b).

Las variaciones climáticas o situaciones de inundación pueden alterar el contenido de aire y la humedad del suelo, por lo que las especies más estenótopas (especieliastas), con requerimientos microambientales específicos son más vulnerables a estos cambios, debido a la pérdida de las condiciones microambientales a las cuales están adaptadas (Canepuccia *et al,* 2009).

Las actividades antrópicas pueden modificar las condiciones microambientales y la comunidad de plantas y alterar así la comunidad de carábidos (Niemelä, 2001). Las prácticas agrícolas, como el uso de agroquímicos o el laboreo del suelo, transforman o eliminan el componente vegetal cambiando las condiciones edáficas y alterando a la comunidad de carábidos presentes (Marasas, 2002; Paleologos, 2012). Agosti y Sciaky (1998), evaluaron la carabidofauna en sistemas de vid con diferente manejo de la cobertura vegetal, observando que los sistemas con escasa vegetación en superficie, donde el suelo permanece en gran parte descubierto, muestran cambios en la abundancia de carábidos y estructuras de dominancia "simples", es decir, con una gran abundancia de algunas especies generalistas (eurítopas) y ubicuistas. En nuestro país, lo mismo fue observado estacionalmente por Cicchino y Farina (2009) para zonas pastoreadas, donde la alteración de la estructura del estrato herbáceo afectó la presencia de especies estenótopas, fundamentalmente en su abundancia, concordando con los resultados de Cicchino *et al*, (2003) para parcelas de trigo.

Contrariamente, en sistemas menos disturbados, la presencia de una vegetación más diversa en estructura y composición ofrece condiciones de estabilidad y heterogeneidad microambiental,

favorece una mayor oferta alimentaria y ofrece sitios para refugio, hibernación, estivación y/o reproducción, beneficiando así la presencia de carábidos en el sistema (Agosti y Sciaky, 1998; Schmidt y Tscharntke, 2005). Bajo estas condiciones de mayor complejidad, las comunidades muestran una menor variabilidad en su abundancia en el tiempo y una estructura de tipo "compleja", compuesta por especies especialistas de hábitat, adaptadas a un estrecho rango de condiciones microambientales, mientras que las especies generalistas son minoritarias (Rainio, 2009; Cicchino, 2009b).

En este contexto, los carábidos han demostrado que pueden actuar como eficaces bioindicadores de la complejidad microambiental presente en un agroecosistema y, en consecuencia, de su sustentabilidad, mediante cambios en su abundancia (número de individuos), composición (preferencias de hábitat de las especies) y estructura (abundancia relativa) del ensamble.

Aplicación de los carábidos como indicadores en sistemas de producción de vid de la costa de Berisso

Los sistemas de producción del Vino de la Costa en la región de Berisso, provincia de Buenos Aires, surgidos a principios del siglo XX, en el albardón costero del Río de La Plata, donde las crecidas del río causan inundaciones periódicas. Están basados en la conservación de los recursos naturales y, en particular, de la biodiversidad. Este tipo de sistemas, en muchos casos, se han mantenido productivos con un bajo uso de insumos durante años (Gliessman, 2000; Masera *et al*, 2000). Desde sus inicios, los parrales se encontraron en una zona baja, inundable por el río y poco disturbada por el hombre, formando parte de la vegetación natural costera. Estos sistemas de zonas bajas se caracterizan por la presencia de una cobertura vegetal diversificada, presente durante todo el año y modificada sólo por prácticas de desmalezado manual.

Hace un par de décadas y con el desarrollo de la actividad en la región, se ha aumentado la superficie plantada de vid, avanzando sobre tierras más altas, diferentes a las que se encuentran en el albardón costero. Los sistemas de estas tierras altas constituyen ambientes distintos que, a pesar de tener un manejo similar al de las zonas bajas, no poseen ni la misma composición vegetal ni la influencia de las inundaciones periódicas, por lo que es de esperar que su funcionamiento sea diferente. El uso de los carábidos como indicadores de la complejidad microambiental presente en estos sistemas de vid de la zona baja y alta permitirá detectar diferencias en la sustentabilidad de estos (Gliessman, 2000; Sarandón, 2002).

Análisis del ensamble de carábidos en los Viñedos Bajos y Altos:

En el viñedo bajo se capturaron un total de 1205 individuos de 31 especies de carábidos y en el viñedo alto 1058 individuos de 19 especies de carábidos (Tabla 19.1), no siendo estas diferencias significativas en la abundancia y riqueza de carábidos entre ambos sistemas (Paleologos, 2012).

Con respecto a la estructura de dominancia, en la zona baja, se observó una estructura con cierta complejidad, donde si bien *Incagonum discosulcatum, Odontocheila chrysis* y *Loxandrus* sp nº 1 fueron las especies mejor representadas superando el 80%, las restantes especies mostraron una distribución de dominancia de las especies más pausada (tipo escalera) (Figura 19.1). Por el contrario, en el viñedo de la zona alta la estructura de dominancia ha señalado una distribución de las especies de tipo simple, donde de las 19 especies, *Paranortes cordicollis* y *Scarites anthracinus* fueron las especies más abundantes representando más del 80 % de las capturas, teniendo las restantes una dominancia menor al 5% (Figura 19.1).

El análisis de las particularidades de las especies señaló que, en la zona baja, en todos los ambientes y años, la totalidad de las especies dominantes, así como gran parte de las restantes, fueron estenótopas y especialistas de hábitat, restringiendo su presencia a ambientes muy particulares. Todas estas especies son de hábitos estrictamente anfibios, hidrófilos, riparios o mesófilos con preferencia por ambientes húmedos. Algunas, son fosoras y todas ellas son predadores de tamaño medio a pequeño. Estas especies se encuentran asociadas a ambientes de bosques y/o ambientes vegetados próximos o de las orillas de los cuerpos de agua. Por otro lado, las especies sinantrópicas, mesófilas y predadoras inespecíficas, fitófagas u omnívoras oportunista mostraron baja abundancia (Tabla 19.1; Figura 19.1).

Contrariamente a lo observado en la zona baja, en la zona alta, las especies más abundantes (*P. cordicollis, S. anthracinus*) son mesófilas, sinantrópicas, generalistas (eurítopas) y ubicuistas, con preferencias por ambientes simplificados por acción antrópica (Cicchino *et al,* 2003). Estas especies son, a diferencia de lo observado en la zona baja, de tamaño grande y hábito predador inespecífico. Las restantes especies que componen el ensamble son también en su mayoría generalistas, sinantrópicas o hemisinantrópicas. Las especies estenótopas, predadoras especialistas y fitófagas fueron minoría (Tabla 19.1; Figura 9.1).

Se sabe que las actividades antrópicas pueden modificar el componente vegetal y en consecuencia las condiciones microambientales presentes alterando la comunidad de carábidos. En la zona alta, la estructura de dominancia tipo simple, responde a la observada para ambientes con algún grado de influencia antrópica y escasa cobertura vegetal (Agosti y Sciaky, 1998; Cicchino *et al*, 2003; Cicchino y Farina, 2009).

En sistemas menos disturbados, la presencia de una vegetación diversa, en estructura y composición ofrece condiciones favorables para la presencia de una mayor diversidad de carábidos, lo que se refleja en una estructura de dominancia de la comunidad de carábidos compleja (Rainio, 2009; Cicchino, 2009b), concordando con lo observado en la zona baja (Paleologos, 2012). Si analizamos los requerimientos microambientales de las especies

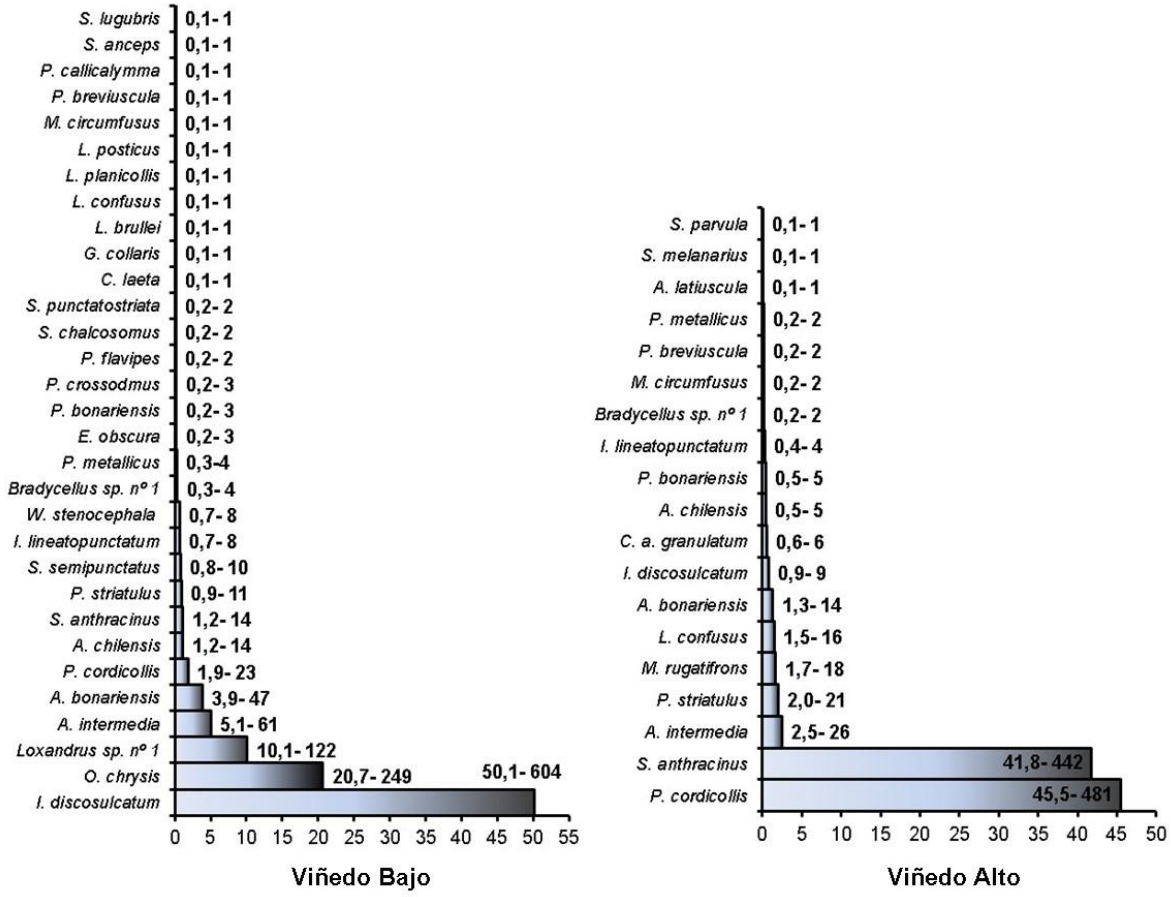
presentes, se observa que la mayoría de las especies son estenótopas, pero particularmente de hábitos anfibios, hidrófilas, riparias o mesófilas con preferencia por sitios húmedos, indicando condiciones de uniformidad ambiental con relación al grado de humedad. Esto, se relaciona con las inundaciones periódicas que saturan el suelo de agua, sumado a la densa cobertura vegetal, y a la presencia de un importante canopeo en el monte. Todas estas condiciones minimizan la radiación solar y retardan la evaporación. Como consecuencia, se homogeinizan las condiciones del hábitat, restringiendo la presencia de aquellas especies con bajos requerimientos de humedad. A su vez, las especies dominantes (*I. discosulcatum, O. chrysis, Loxandrus* sp nº 1, *A. intermedia*) y, gran parte de las restantes, se caracterizan por estar asociadas a ambientes de bosques y/o ambientes vegetados próximos o de las orillas de los cuerpos de agua (Paleologos, 2012). Además, la mayoría de las especies presentes en la zona baja, poseen un tamaño de mediano a pequeño y un morfo en general aplanado, características que se corresponden con suelos con mantillo denso y espeso, producto de la densa cobertura vegetal, donde las especies de este tamaño y morfo no encuentran un obstáculo para su movimiento (Cicchino y Farina, 2007b).

Tabla 19.1: Especies de carábidos (Carabidae) y su abundancia hallada en el viñedo de la Zona Baja y de la Zona Alta de Berisso, Argentina.

Especie	Humedad	Sinantropía	Eu	Ubicuismo	Viñedo Bajo	Viñedo Alto
Incagonum discosulcatum	H	HS		x	604	9
Odontocheila chrysis	HR			x	249	
Loxandrus sp. nº 1	HR				122	
Aspidoglossa intermedia	H	HS	x	x	61	26
Argutoridius bonariensis	M	S	x	x	47	16
Paranortes cordicollis	MH	S	x	x	23	481
Argutoridius chilensis	MH	HS	x	x	14	5
Scarites anthracinus	M	S	x	x	14	442
Pachymorphus striatulus	MH	S	x	x	11	21
Semiardistomis semipunctatus	H				10	
Incagonum lineatopunctatum	M	HS		x	8	4
Whiteheadiana stenocephala	HR				8	
Bradycellus sp. nº 1	HR			x	4	2
Pericompsus metallicus	HR				4	2
Eumara obscura	X				3	
Paratachys bonariensis	HR			x	3	5
Pericompsus crossodmus	HR				3	
Polpochila flavipes	MH			x	2	
Selenophorus chalcosomus	M			x	2	
Stenocrepis punctatostriata	HA				2	
Clivina laeta	H				1	
Galerita collaris	M	HS			1	
Loxandrus brullei	H				1	
Loxandrus confusus	H	HS			1	16
Loxandrus planicollis	H				1	
Loxandrus posticus	H				1	
Metius circumfusus	H	HS			1	2
Paraclivina breviuscula	MH				1	2
Pericompsus callicalymma	HR				1	
Selenophorus anceps	X			x	1	
Selenophorus lugubris	M				1	
Aspidoglossa latiuscula	H			x		1
Calosoma alternans granulatum	M?					6
Mesus rugatifrons	M					18
Scarites melanarius	M	S	x	x		1
Semiclivina parvula	HR					1

Particularidades de las especies: H: hidrófila; M: mesófila; MH: mesófila con preferencia por ambientes húmedos; HA: hidrófila acuática; HR: hidrófila riparia; X: xerófila. S y Hs: sinantrópica y hemisinantrópica; Eu: euritopismo; ?: indica asignación dudosa a la categoría.

Figura 19.1: Estructura de dominancia del ensamble de carábidos del Viñedo de la Zona Baja y del Viñedo de la Zona Alta de Berisso, Buenos Aires.

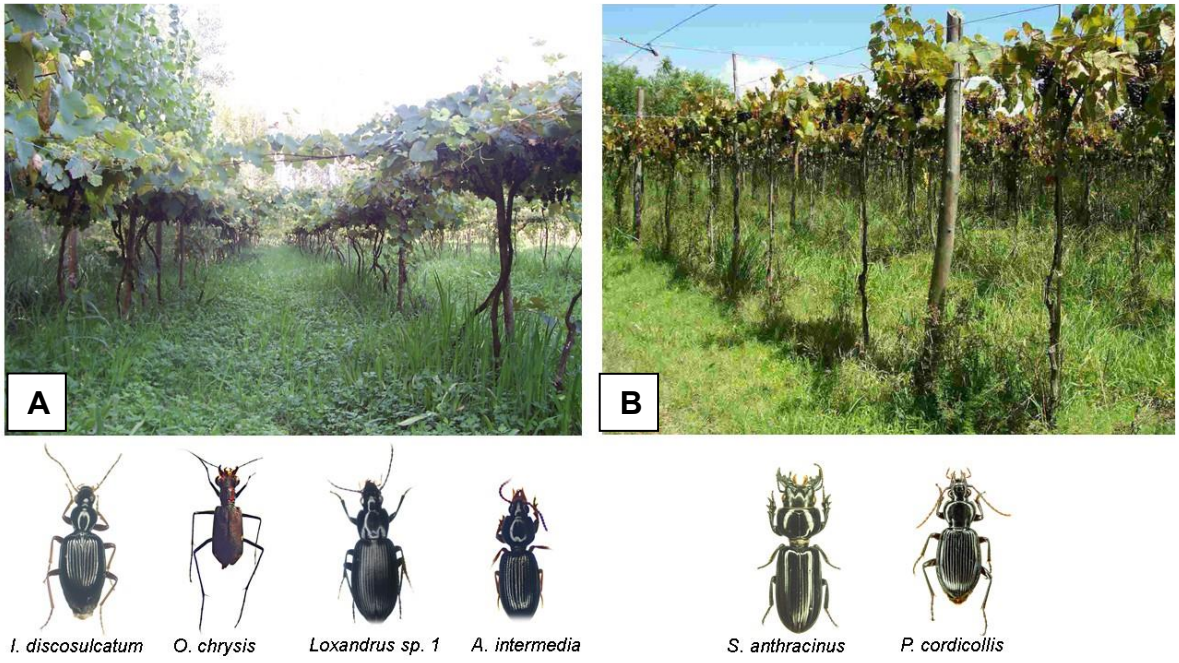


Eje x: Abundancia relativa porcentual (%). Eje y: Especies de Carabidae. En cada barra, el primer valor corresponde a la abundancia relativa porcentual de la especie y el segundo valor al número de individuos de la especie.

En la zona alta, a diferencia de lo observado en la zona baja, la totalidad de las especies dominantes corresponde a las llamadas eurítopas, ubicuistas y sinantrópicas, o sea generalistas de hábitat, de amplia distribución geográfica y en proximidad de la presencia y actividad humana, abundantes en sistemas con disturbio antrópico y de baja complejidad ambiental. En la cobertura vegetal del viñedo, el predominio de especies de la familia Poaceae, de estructura simple y homogénea, y la existencia de gran parte del suelo descubierto en todos los ambientes de esta zona, genera un empobrecimiento microambiental favoreciendo la presencia de especies generalistas y limitando a las especialistas (Figura 19.2) (Paleologos, 2012). Por otro lado, las particularidades de las especies dominantes en esta zona corresponden a especies de talla corporal alta y cuerpo cilíndrico. Estas especies requieren de sitios abiertos y escaso mantillo dado que, por su tamaño y morfo, encuentran en las características del componente vegetal una limitación para su desplazamiento (Sciaky *et al,* 1993). En la zona alta, la vegetación formada principalmente por gramíneas y/o los sectores del suelo con vegetación rala, generan

condiciones favorables para la presencia de especies de talla grande y cuerpo cilíndrico como *Scarites anthracinus* y *Paranortes cordicollis* (Figura 19.2). Además, estas especies, poseen requerimientos mesófilos y son muy abundantes en agroecosistemas de la región pampeana y parches verdes urbanos (Cicchino *et al*, 2003; Cicchino, 2009b). *Scarites anthracinus* es fosora, voraz predadora, que requiere de sitios estables para la formación de sus galerías y sitios abiertos y con poco mantillo para su desplazamiento, propiedades halladas en el viñedo alto.

Figura 19.2: Viñedo de la Zona Baja (A) y de la Zona Alta (B) de Berisso, Buenos Aires y las especies de carábidos más abundantes en cada una.



Este estudio, ha demostrado que, en los sistemas de Berisso, los carábidos han actuado como eficaces bioindicadores ambientales al responder a los cambios en las condiciones ambientales generadas por las características de la vegetación y los disturbios, propios de cada viñedo.

En consecuencia, los organismos indicadores, como los coleópteros carábidos, son capaces de percibir el efecto que el disturbio, tanto antrópico como natural, tiene sobre la complejidad del sistema y, asegurar con su uso un correcto diagnóstico de los agroecosistemas que permita contribuir a un diseño y manejo que verdaderamente asegure la presencia de fauna benéfica y el cumplimiento de los procesos ecológicos asociados a la sustentabilidad.

Metodología para el relevamiento de la carabidofauna en el campo

El uso de los carábidos como indicadores de condiciones ambientales requiere de un adecuado relevamiento de la comunidad presente. Como ya se señaló anteriormente, los carábidos, en su mayoría, poseen un hábil desplazamiento sobre la superficie del suelo, por lo que, para el muestreo de la carabidofauna, las trampas "pitfall" constituyen la técnica más usada para evaluar su número y actividad en un determinado ambiente (Thiele, 1977; Baars, 1979; Edwards, 1991; Jarosik, 1992; Spence y Niemelä, 1994). Las trampas "pitfall" o trampas de caída, consisten en recipientes de plástico de 11 cm de diámetro por 12 cm de alto, en las cuales, a 2 cm de la boca, se realizaron 8 orificios laterales de 2 cm de alto x 3 cm de ancho. Las trampas son enterradas hasta que el borde inferior de los orificios quede 1 cm por debajo de la superficie del suelo. La boca de la trampa debe ser cubierta con una tapa plástica. En su interior se le colocan 200 cm^3 de una solución no atrayente de 250 ml de formol 4%, 2 kg de sal gruesa y trazas de detergente doméstico en 10 litros de agua corriente (Figura 19.3). El detergente disminuye la tensión superficial y concentra la muestra en el fondo de la trampa, permitiendo conservar el material aún durante intensas precipitaciones e, incluso, inundaciones.

Las mismas, en general, se colocan en transectas a lo largo de la superficie a muestrear. Las mismas son recambiadas cada 25- 30 días y su contenido es lavado y colado, separando el material carabidológico recolectado para una posterior identificación taxonómica.

Figura 19.3: Estructura y colocación en el campo de una trampa "pitfall"



Referencias

Agosti, M y R Sciaky (1998). Carabidocenosi dei vigneti: rapporti con le zone limitrofe ed evoluzione nel tempo. "Natura Bresciana". *Annali del Museo Civico di Storia Naturale Brescia*, 31, 69-86.

Avgin SS y ML Luff (2010). Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators of human impact. *Munis Entomology and Zoology*, 5 (1): 209-215.

Baars MA (1979). Catches in pitfall traps in relation to mean densities of carabid beetles. *Oecología*, 41, 25-46.

Brown KS Jr (1991). Conservation of neotropical environments: insects as indicators. En Collins NM y Thomas JA Eds. *The conservation of insects and their habitats* (pp. 350-404). Academic Press London.

Canepuccia AD, A Cicchino, A Escalante, A Novaro, y JP Isacch (2009). Differential Responses of Marsh Arthropods to Rainfall-Induced Habitat Loss. *Zoological Studies*, 48 (2), 174-183.

Cicchino AC (2003). La carabidofauna edáfica de los espacios verdes del ejido urbano y suburbano marplatense. Su importancia como herramienta de manejo de estos espacios. *Revista de Ciencia y Tecnología,* 8, 145-164.

Cicchino AC (2009a). Materiales de estudio de las especies de Carabidae (Insecta: Coleoptera) del Parque Costero del Sur. En: Parque Costero del Sur- Naturaleza, conservación y patrimonio cultural. Athor, J. (editor). 2009*. Fundación de Historia Natural «Félix de Azara».* (pp.149- 169) Buenos Aires.

Cicchino AC (2009b). Los carábidos edáficos (Insecta: Coleoptera, Carabidae) de una vivienda urbana típica del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *VII Reunión Científico Técnica de Biología del Suelo y VII Encuentro sobre Fijación Biológica de Nitrógeno*. Area V: 233- 250. ISBN: 978-950-554-691-6

Cicchino A y C Storti (2007). Riqueza específica de los carábidos (Insecta, Coleoptera) de los suelos del Partido de Saladillo, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Resultados preliminares. Libro de Resúmenes (ISBN 978-950-665-437-5):150-151.

Cicchino AC y JL Farina (2007a). Los Carabidos (Insecta, Coleoptera) de los suelos serranos y periserranos de las estancias Paititi y El Abrojo, sierra de Difuntos, partido de General Pueyrredón, Provincia de Buenos Aires. *Libro de Resúmenes VI Reunión Científico Técnica de Biología del Suelo y VI Encuentro sobre Fijación Biológica de Nitrógeno*, A4 004: 1-15. ISBN: 978-950-665-438-2

Cicchino AC y JL Farina (2007b). Riqueza, dominancia y fenología primaveral, estival y otoñal de los Carábidos edáficos (Insecta: Coleoptera). De los currales serranos y periserranos de las sierras de Mar del Plata, provincia de Buenos Aires. *Libro de Resúmenes VI Reunión Científico Técnica de Biología del Suelo y VI Encuentro sobre Fijación Biológica de Nitrógeno*, A4 004: 1-15. ISBN: 978-950-665-438-2

Cicchino AC y JL Farina (2009). Dominancia estacional y fenología de los carábidos (Insecta, Coleoptera) de los suelos serranos de las Sierra de Difuntos, Partido de General

Pueyrredón, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *VII Reunión Científico Técnica de Biología del Suelo y VII Encuentro sobre Fijación Biológica de Nitrógeno*. Area V: 206- 231. ISBN: 978-950-554-691-6

Cicchino AC, ME Marasas y MF Paleologos (2003). Características e importancia de la carabidofauna edáfica de un cultivo experimental de trigo y sus bordes con vegetación espontánea en el partido de La Plata, Pcia. de Buenos Aires. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 8, 41- 54.

Edwards CA (1991). The assessment of populations of soil-inhabiting invertebrates. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 34, 145-176.

Gibb H y D Hochuli (2002). Habitat fragmentation in an urban environment: large and small fragments support different arthropod assemblages. *Biological Conservation,* 106, 91-100.

Gliessman SR (2000). *Agroecología. Processos ecológicos em agricultura sustentable*. Segunda Edición. Editora da Universidade (Universidade Federal da Río Grande do Sul) Pp 653.

Jarosik V (1992). Pitfall trapping and species-abundance relationships: a value for carabid beetles (Coleoptera, Carabidae). *Acta Entomologica Bohemoslovaca,* 89, 1-12.

Kajak A (1997). Effect of epigeic macroarthropods on grass litter decomposition in mown meadow. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 64, 53- 63.

Koivula MJ (2011). Useful model organisms, indicators, or both? Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) reflecting environmental conditions. *ZooKeys*, 100, 287- 317.

Kromp B (1999). Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agriculture, Ecosystems and Environmental,* 74, 187-228.

Langor DW y JR Spence JR (2006). Arthropods as ecological indicators of sustainability in Canadian forest. *The Forestry Chronicle,* 82 (3), 344-350.

Magura T (2002). Carabids and forest edge: spatial pattern and edge effect. *Forest Ecology and Management,* 157, 23- 37.

Marasas M (2002). *Efecto de los sistemas de labranza sobre la abundancia y diversidad de la coleopterofauna edáfica, con especial referencia a las especies de Carabidae, en un cultivo de trigo y los ambientes naturales circundantes*. Tesis Doctoral. Fac de Cs Nat. y Museo. UNLP. Pp: 113.

Marasas M, Sarandón S. y AC Cicchino (2001). Changes in soil arthropod functional group in a wheat crop under conventional and no- tillage systems in Argentina. *Applied Soil Ecology,* 18, 61- 68.

Marasas ME, Sarandón y Cicchino AC (2010). Seminatural Habitats and Field Margins in a Typical Agroecosystem of the Argentinean Pampas as a Reservoir of Carabid Beetles. Journal Sustainability Agriculture 34 (2): 153- 168.

Marshall EJP y AC Moonen (2002). Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 89, 5–21.

Masera O, S López y Ridaura (2000). Sustentabilidad y sistemas campesinos (Cinco experiencias de evaluación en México). Grupo Interdisciplinario de tecnología Rural

Apropiada (Gira A.C.), Mundi- Prensa México S.A. de C.V., Programa Universitario de Medio Ambiente. Universidad Nacional Autónoma de México (Puma) Pp 346.

McGeoch MA (1998). The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. *Biological Reviews and Biological Proceedings of the Cambridge Philosophical Society*, 73, 181-201.

Miñarro M y E Dapena (2003). Effects of groundcover management on ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in an apple orchard. *Applied Soil Ecology,* 23, 111- 117.

Niemelä J (2001). Carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) and habitat fragmentation: a review. *European Journal Entomology,* 98, 127- 132.

Noss RF (1990). Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology,* 4, 355-364.

Paleologos MF (2012). *Los carábidos como componentes clave de la agrobiodiversidad. Su rol en la sustentabilidad de los agroecosistemas de vid de la zona de Berisso, Provincia de Buenos Aires.* Ph. D. Tesis. Facultad Ciencias Naturales y Museo. UNLP Pp: 225

Paleologos MF, AC Cicchino, ME Marasas y SJ Sarandón (2007). Las estructuras de dominancia de los ensambles carabidológicos como indicadoras de disturbio en agroecosistemas. Un ejemplo en dos viñedos bajo diferente manejo en la costa de Berisso, Buenos Aires. *Revista Brasilera de Agroecología,* 2 (2), 655- 659.

Paleologos MF, CC Flores, SJ Sarandón, SA Stupino y MM Bonicatto (2008) Abundancia y diversidad de la entomofauna asociada a ambientes seminaturales en fincas hortícolas de La Plata, Buenos Aires, Argentina. *Revista Brasileira de Agroecologia,* 3(1), 28-40.

Paleologos MF, CA Pereyra, SJ Sarandón, AC Cicchino (2015). El rol de los ambientes semi-naturales en la abundancia y diversidad de coleópteros edáficos en los viñedos de la Costa de Berisso, Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía de La Plata,* 114 (Núm. Esp.1) Agricultura Familiar, Agroecología y Territorio: 74-84.

Pearce JL y LA Venier (2006). The use of ground beteles (Coleoptera: Carabidae) and spiders (Araneae) as bioindicators of sustainable forest management: A review. *Ecological Indicators,* 6, 780-793.

Rainio J (2009). Carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) as indicators of environmental change in Ranomafana National Park, Madagascar. *Academic Dissertation. Department of Biological and Environmental Sciences, Faculty of Biosciences, University of Helsinki*, Finland. Pp: 33.

Ribera I y G Foster (1997). El uso de artrópodos como indicadores biológicos. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 20, 265-276.

Roig-Juñent S (1998). Carabidae. En *Biodiversidad de Artrópodos Argentinos. Una perspectiva biotaxonómica (pp*. 194- 209). Morrone JJ y Coscarón S directores. Ediciones Sur. La Plata, Argentina.

Roig-Juñent, S y MC Dominguez (2001). Diversidad de la familia Carabidae (Coleoptera) en Chile. *Revista Chilena de Historia Natural,* 74, 549-571.

Sarandón SJ (2002). El desarrollo y uso de indicadores de sustentabilidad de los agroecosistemas. *En Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable*. SJ Sarandón, Editor. Ediciones Científicas Americanas, La Plata, Bs As. Pp: 557

Sarandón SJ y CC Flores (2009) Evaluación de la sustentabilidad en Agroecosistemas: una propuesta metodológica. *Revista Agroecología, Universidad de Murcia, España*, 4,19-28.

Schmidt MH y T Tsacharntke (2005). The role of perennial habitats for Central European farmland spiders. *Agriculture Ecosystems and Environmental*, 105, 235- 242.

Sciaky, R., Cauda, A. y Lozzia G.C. (1993). Coleoptteri Carabidi in vignati a diversa conduzione agronómica nella provincia di Brescia. Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura Ser II 25: 109-129.

Spence JR y JK Niemelä (1994). Sampling carabid assemblages with pitfall tramps. The madness and the methods. *Canadian Entomologist*, 126, 881- 994.

Thiele HU (1977). *Carabid Beetles in their environments*. Berlin/ Heidelberg: Springer-Verlag, New York. Pp 369.

Torres PLM, SA Mazzucconi y MC Michat (2007). Los coleópteros y heterópteros acuáticos del Parque Nacional El Palmar (Provincia de Entre Ríos, Argentina): lista faunística, diversidad y distribución. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*. 66 (3-4).

Turienzo P, AC Cicchino y A Mamani (2008). El estudio de los insectos en los espacios verdes. Los Carabidae (Coleoptera) en reservas urbanas y periurbanas de la provincia de Buenos Aires (Argentina). Pp 18. En: *XXIII Reunión Argentina de Ecología.* San Luis, 25 al 28 de Noviembre. Como ponencia en el Simposio Verde Urbano. Edición Electrónica con paginación.

Woodcock BA, DB Westbury, SG Potts, SJ Harris y VK Born (2005). Establishing field margins to promote beetle conservation in arable farm. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 107, 255-266.

Zelennkova J y J Hurka (1990). Carabids (Coleoptera Carabidae) in the epigeon of pest management apple orchard in South Bohemian. *Acta Societatis Zoologicae Bohemoslovaca,* 54, 133-145.

Los autores

Coordinadores

Flores, Claudia Cecilia

Ingeniera Agrónoma y MSc. en Economía Agroalimentaria con Orientación al Desarrollo Rural de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la UNLP. Miembro de la Comisión Directiva del Laboratorio de Investigación y Reflexión en Agroecología (LIRA, FCAyF, UNLP). Miembro fundador y Vocal Titular de la Comisión Directiva de la Sociedad Argentina de Agroecología (SAAE). Profesora Adjunta de la Cátedra de Agroecología de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales en la que desempeña su labor como docente-extensionista-investigadora desde su creación. Ha publicado 23 trabajos en revistas científicas nacionales e internacionales con referato. Ha sido Coeditora del libro "Agroecología: bases teóricas para el manejo, diseño y evaluación de agroecosistemas sustentables". Ha escrito 20 capítulos de libros en temáticas referentes a la Agroecología.

Sarandón, Santiago Javier

Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Argentina. Profesor Titular de la Cátedra de Agroecología, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. Docente Investigador Categoría 1 (uno). Director del Laboratorio de Investigación y Reflexión en Agroecología (LIRA), UNLP. Investigador Principal de la Comisión de Investigaciones Científicas (CIC) de la Provincia de Bs. As. Profesor de numerosos cursos de postgrado en Agroecología en el país y el exterior. Autor de 5 libros, 48 capítulos sobre agroecología y la agricultura sustentable y numerosos trabajos científicos en revistas y Congresos nacionales e internacionales. Director de varias tesis de Maestría y Doctorado y conferencista en eventos nacionales e internacionales. Presidente Honorario y socio fundador de la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA) y Presidente fundador de la Sociedad Argentina de Agroecología (SAAE). Contacto: sjsarandon@gmail.com

Autores

Abbona, Esteban Andrés

Ingeniero Agrónomo y Dr. Facultad Ciencias Agrarias y Forestales (FCAyF-UNLP), Máster en Agroecología y Desarrollo Rural Sostenible (Universidad Internacional de Andalucía). Profesor Adjunto, Taller de Integración Curricular I y Jefe de Trabajos Prácticos de Agroecología, FCAyF-UNLP. Integrante del Laboratorio de Investigación y Reflexión en Agroecología (LIRA). Trabajos: Abbona EA, SJ Sarandón, ME Marasas, M Astier (2007) Ecological sustainability evaluation of traditional management in different vineyard systems in Berisso, Argentina. Agr, Ec and Envir. 119:335-345. Abbona E., M Presutti, M Vázquez, S Sarandón (2016) Los sistemas de producción

de carne y leche bovina en la Provincia de Buenos Aires ¿conservan los nutrientes del suelo? Rev Fac Agronomía, FCAyF, UNLP. Vol 115(2):251-263. Premio Scholar Award 2013, Intern. Plant Nutrition Institute.Director de proyectos de investigación y extensión universitarios.

Almada, Carolina

Ingeniera Agrónoma, FCAyF, UNLP. Extensionista y Profesional del Departamento de Alimentos NEA del INTI, a cargo de la vinculación con el territorio y del asesoramiento a empresas, cooperativas, emprendedores del sector alimentario a través de asistencia técnica y formación del personal. Es co-autora de 22 publicaciones en Agroecología y en Producción animal. Fue Técnica de terreno de INCUPO en la provincia del Chaco, brindando asistencia técnica a productores, con abordaje interdisciplinario, enfoque agroecológico y en entornos de formación no formal. Se desempeñó como Técnica externa de INCUPO para el PROINDER de Investigación de Sistemas Participativos de Garantía en la Producción Agroecológica en Bella Vista, Corrientes. Es integrante del Consejo de Garantía Participativa de Productos Agroecológicos de Bella Vista, Corrientes, y de la Red Correntina de Agroecología.

Antonietta, Mariana

Licenciada en Ecología y Dra. de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo (FCNyM-UNLP), Ayudante Diplomada en el curso de Fisiología Vegetal (FCNyM) e Investigadora Asistente de CONICET desde 2016 en el Instituto de Fisiología Vegetal (INFIVE- CONICET-UNLP). Co-autora de 11 trabajos en revistas científicas y 20 presentaciones a congresos. Actualmente coordina proyectos vinculados a la eficiencia en el uso de nitrógeno en maíz, al balance de fósforo en el cultivo de soja a escala regional (en colaboración con la organización AACREA), y a estrategias de manejo en maíz andino (en colaboración con INTA IPAF NOA).

Blanco, Viviana

Ingeniera Agrónoma, Facultad de Ciencias Agrarias (FCAyF), Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Docente del Curso de Socioeconomía del Departamento de Desarrollo Rural de dicha Facultad, en Ingeniería y Forestal, y en la Tecnicatura Universitaria en Agroecología. Integrante del Laboratorio de Investigación y Reflexión en Agroecología, LIRA, en donde lleva adelante investigación en temas de Género, Agrobiodiversidad, y Agroecología. Dentro del Departamento de Desarrollo Rural participa en proyecto de Extensión sobre Sistemas Participativos de Garantía para a producción Agroecológica en el Cinturón Hortícola Platense. Fundadora e integrante del Espacio de géneros de la FCAyF, UNLP, Argentina a través del cual se abordan, bajo un enfoque de feminismos comunitarios, problemáticas de género en ámbito académico y profesional en territorios rurales. Contacto: viviblanco6@gmail.com, viviana.blanco@agro.unlp.edu.ar

Blandi, María Luz

Ingeniera agrónoma y Doctora, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Editora Adjunta, Revista de la Facultad de Agronomía de la UNLP. Consultora técnica, Dirección Nacional de Bosques, Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible. Docente del curso de Ecología, suelo y clima (plan puentes) de la Universidad Nacional Arturo Jauretche. Participó en numerosos proyectos de investigación y extensión vinculados al desarrollo rural sustentable, el uso de indicadores y la Agroecología. Autora de varios trabajos en revistas nacionales e internacionales, en eventos científicos y capítulos de libros relacionados con la sustentabilidad, construcción y aplicación de indicadores, desarrollo rural sustentable, lógicas de producción e impacto en la sustentabilidad de los sistemas y limitantes para la adopción de sistemas sustentables. Contacto: marilublandi@hotmail.com

Castro, Ornella Eugenia

Especialista en Agroecología. Escuela de Posgrado, Universidad Nacional de La Matanza (UNLAM). Ingeniera Agrónoma. Facultad de Ciencias Agrarias (FCA). Universidad Nacional de Catamarca (UNCA). Zootecnia General. Jefe de Trabajos Prácticos. FCA – UNCA. Profesional de Gestión Externa. Grupo Industrias Pecuarias. Estación Experimental Agropecuaria Catamarca (EEA Catamarca). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Medición de impacto en procesos en transición agroecológica con perspectiva de género y generaciones. 2022. Bienes comunes, tensiones y transformaciones que convergen a sistemas de producción caprina. Argentina. 2022. Valoración agroecológica de los sistemas de producción caprina en ambientes áridos. 2021. Miembro Sociedad Argentina de Agroecología (activo). Miembro Asociación Argentina de Producción Animal (activo).

Chamorro, Adriana Mabel

Ingeniera Agrónoma de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Doctora de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (FCAyF-UNLP). Jefe de Trabajos Prácticos del curso Oleaginosas y Cultivos Regionales de la FCAyF-UNLP. Integrante del claustro de profesores habilitado para el Programa Internacional sobre los Principios para la Inversión Responsable en Agricultura en el marco del acuerdo Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid-FAO. Participación en proyectos de investigación sobre aspectos productivos de oleaginosas (colza, lino, soja, girasol) que incluyeron, posteriormente, evaluaciones de sustentabilidad ecológica. Codirección desde 2012 de proyectos de investigación sobre evaluación integral de distintas secuencias agrícolas con diferentes manejos. Formación de recursos humanos como becarios, pasantes y tesistas de grado.

del Barrio, Lucía

Ingeniera agrónoma egresada de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo en el año 2014 (UNCUYO). Estudiante del Doctorado de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata.Tesis finalizada en etapa de evaluación. Trabaja como becaria en el Programa de Becas Institucionales de INTA. El tema de su beca es "Evaluación y desarrollo de metodologías e instrumentos de ordenamiento territorial para la gestión multifuncional de áreas rurales". Forma parte del Laboratorio de Socioeconomía y Ordenamiento Territorial de la Estación Experimental Agropecuaria Mendoza y participa en líneas de investigación en diferentes proyectos. Participa activamente en la dirección y codirección de tesis de grado en la FCA UNCUYO. Tiene publicaciones en revistas científicas y otros medios de divulgación. Es vocal por la región de Cuyo de la Sociedad Argentina de Agroecología (periodo fundacional y actual vocal suplente).

D'Occhio, Melisa

Licenciada en Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional de Jujuy, actualmente becaria CONICET, realizando el doctorado en Ciencias Naturales y Ambientales de la Universidad Nacional de Jujuy, facultad Ciencias Agrarias.Ha publicado 3 artículos en revistas científicas, 2 capítulos de libros sobre temas relacionados con la agroecología y biología, además de participación en Congresos nacionales.Se desarrolló como docente en nivel secundario, ayudante-alumno en la universidad, y tutora en el programa FINES de Buenos Aires.

Fernández, Valentina Isabel

Licenciada en Biología Or. Botánica (FCNyM-UNLP), Doctora de la Facultad de Cs. Agrarias y Forestales (UNLP). Docente de la Unidad de Vivero Forestal (FCAyF) y del Curso Procesos ecológicos en agroecosistemas (Tecnicatura Universitaria en Agroecología-FCAyF). Integrante de la Unidad Promocional de Investigación y Desarrollo Biofábrica Escuela (UPID EsBio). Participa en proyectos de Extensión universitaria vinculados a Sistemas participativos de Garantía, Arboricultura urbana, y de Ordenamiento Ambiental Territorial, entre otros.

Fleita, Fernando Anibal

Agrónomo General y Experto Internacional en Agroecología Emergente y Soberanía Alimentaria (Universidad Internacional de Andalucía, España). Es Productor Agropecuario e integrante de la Cooperativa Agroecológica Las Tres Colonias. Se desempeña como Técnico de terreno de INCUPO en la provincia de Corrientes, brindando asistencia para la promoción y apoyo a organizaciones de pequeños productores. Es co-autor de varias publicaciones sobre Agroecología. Brindó numerosas capacitaciones a diferentes sectores rurales en temáticas de

producción y comercialización con enfoque agroecológico y de soberanía alimentaria. Participó en varios equipos de Investigación Acción Participativa. Es integrante del Consejo de Garantía Participativa de Productos Agroecológicos de Bella Vista, Corrientes, de la Red Correntina de Agroecología y del Movimiento Agroecológico de América Latina y El Caribe (MAELA).

Gargoloff, Natalia Agustina

Dra. de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (FCAyF) Universidad Nacional de La Plata (UNLP); Ing. Agrónoma egresada de la Facultad de Cs. Agrarias y Forestales, UNLP (Argentina). Ayudante diplomada del Curso de Agroecología FCAyF- UNLP. Integrante del Laboratorio de Investigación y Reflexión en Agroecología (LIRA). Miembro de la Sociedad Argentina de Agroecología (SAAE). Integrante de La Justa, comercializadora de intermediación solidaria, Secretaría de Políticas Sociales de la UNLP. Los trabajos de investigación y extensión se vinculan a la sustentabilidad de los sistemas hortícolas, la agrobiodiversidad y el conocimiento ambiental local en agricultores familiares del cinturón hortícola de La Plata y, se articulan con el rol de acompañamiento productivo y organizacional de familias productoras de Manos de la Tierra que se lleva adelante como integrante del equipo técnico de La Justa.

Iermanó, María José

Ingeniera Agrónoma y Doctora, FCAyF, UNLP. Investigadora del INTA EEA Bella Vista, Centro Regional Corrientes, en el tema Agroecología y Economía Circular. Es autora de 6 capítulos de libros, 7 trabajos en revistas nacionales e internacionales y más de 40 trabajos en Congresos en temas vinculados al manejo sustentable de agroecosistemas, evaluación de la agrobiodiversidad funcional, estudio de la energía asociada a los procesos ecológicos. Participó en numerosos proyectos grupales de investigación y extensión. Fue Becaria Doctoral de la UNLP estudiando sistemas extensivos de la región pampeana y Becaria Posdoctoral del CONICET estudiando sistemas familiares diversificados de pequeña escala. Realizó tareas con INCUPO en el marco de un proceso de Investigación Acción Participativa. Es miembro de la Comisión Directiva de la Sociedad Argentina de Agroecología (SAAE).

Larrañaga, Abril Candela

Ingeniera Agrónoma egresada de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (FCAyF) de la Universidad Nacional de la Plata (UNLP), diplomada del Diplomado Internacional en Agroecología para la Sustentabilidad de la Universidad de Querétaro y la Universidad Veracruzana Intercultura de México. Es becaria doctoral CONICET en el Laboratorio de Investigación y Reflexión en Agroecología (LIRA), trabajando sobre género en la ruralidad, agricultura familiar y agroecología. También es docente en el Curso en Socioeconomía del Departamento de Desarrollo Rural de dicha Facultad, en las carreras de Ciencias Agrarias e

Ingeniería Forestal, y en la Tecnicatura en Agroecología. Además, es militante ecologista anticapitalista, actualmente parte del colectivo cultural Arte al Ataque- FPDS-CP.

Lutz, María Ayelen

Lic. en Biología, Dra. en Ciencias Naturales, Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Argentina. Jefa de Trabajos Prácticos de la materia Biología de la Conservación, Departamento de Ambiente y Turismo, Universidad Nacional de Avellaneda (UNDAV). Ayudante diplomada de la cátedra Protección y Conservación de la Naturaleza, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP. Consultora asociada de Pampas Ambiental. Especialista en quirópteros. Autora de 15 trabajos científicos y cinco capítulos de libros, la mayoría vinculados a murciélagos. Ha dirigido y dirige trabajos finales de Licenciatura en la UNDAV. Ha brindado diferentes conferencias en eventos académicos, así como también ha participado de actividades de extensión y de divulgación científica.Es miembro de la Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos (SAREM).

Noseda, Claudia Nélida

Magister en “Procesos locales de innovación y desarrollo rural”, título otorgado por Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad nacional de La Plata (UNLP) en 2018. Ingeniera agrónoma, título otorgado por la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) en 1984.Técnica profesional del Instituto Nacional de Agricultura familiar Campesina e indígena (INAFCI) de Jefatura de Gabinete de Ministros de la Nación. Comencé en el año 1993 en Misiones siendo el Programa Social Agropecuario (PSA) hasta la fecha. Trabajé en agricultura familiar, campesina e indígena, agroecología y biodiversidad desde que me recibí en organizaciones de la sociedad civil y para el estado nacional en Formosa, Misiones y actualmente en Buenos Aires.

Oyharçabal, Estefanía

Argentina. Agricultora. Ingeniera Agrónoma, Universidad de Morón. Especialista en Agroecología, Universidad Nacional de La Matanza. Doctoranda en Ciencias Agrarias, Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Mar del Plata, Becaria Interna Doctoral CONICET – INTA. Se ha desempeñado como investigadora en el CIEFAP - INTA EEA Esquel; técnica en el programa PRO HUERTA (INTA EEA Chubut). Ha brindado y brinda diversas capacitaciones en agroecología; dirige tesinas de posgrado y ha presentado diversos trabajos científicos y no científicos en Revistas, Jornadas y Congresos Nacionales. Docente *Ad Honorem* en Cátedra Libre de Agricultura Salud y Alimentación – CaLiASA UNPSJB (RED CaLiSAs). Actualmente se desempeña en investigación-acción en pasturas mixtas y biota edáfica nativa (INTA EEA Chubut). Manejos agroecológicos de chacras, diseño y prácticas para la salud del suelo y la biodiversidad (Chubut, Patagonia Argentina).

Paleologos, María Fernanda

Licenciada en Biología y Dra en Ciencias Naturales de la Facultad de Cs. Naturales y Museo (UNLP). Investigadora del CONICET, tema “Los carábidos como indicadores de condiciones de diversidad estructural en agroecosistemas. Su importancia para una agricultura sustentable.” Docente en cursos de Ingeniería Agronómica e Ingeniería Forestal de la FCAyF y la Tecnicatura Universitaria en Agroecología (FCAyF). Ha participado también en varios Cursos de Postgrado. Miembro de la Comisión Directiva del Laboratorio de Investigación y Reflexión en Agroecología (LIRA) y de la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA). Ha participado en numerosos proyectos de investigación y extensión sobre agrobiodiversidad y Agroecología. Autora de varios trabajos publicados en revistas, eventos científicos y de capítulos de libros vinculados a su temática de la biodiversidad y la entomofauna. E-mail: ferpaleologos@gmail.com

Pereda, María Mercedes

Licenciada en Sociología, UBA. Trabaja en la promoción de procesos de transición agroecológica y de comercialización de alimentos saludables, en el fortalecimiento de organizaciones de la agricultura familiar, la articulación interinstitucional y la implementación de proyectos de Investigación Acción Participativa (IAP). Se desempeña en INCUPO y en forma independiente para otros proyectos. Docente en el nivel superior en Cátedras de Metodología de Investigación, Sociología Rural y Desarrollo Local. Participó y coordinó equipos de IAP en temáticas vinculadas a la ruralidad y la agroecología y realizó varias publicaciones sobre estas temáticas. Participa en el Movimiento Agroecológico de América Latina y El Caribe (MAELA). Es vocal por la región NEA de la Sociedad Argentina de Agroecología (SAAE) e integra la Red Argentina de Estudios Sociales en Agroecología (RAESA).

Presutti, Miriam Elisabet

Ingeniera Agrónoma (1989) e Ingeniera Forestal (1994) Fac. Cs Agrarias y Forestales UNLP. Master Science en Geoinformación (2002) Wageningen University, Países Bajos. Jefe Trabajos Prácticos de Manejo y Conservación de Suelos FCAyF-UNLP. Integrante del Laboratorio de Investigación y Reflexión en Agroecología (LIRA). Autor de los trabajos: Presutti M.E., Gusmerotti L.A. y Abbona E.A. (2023) Índice soja/maíz como indicador del aporte de materia orgánica al suelo en la agricultura argentina. Vol. 1 Núm. 22. FAVE Ciencias Agrarias Especial Suelos. Presutti M.E. (2021) Balance de nutrientes en la agricultura extensiva bonaerense para la campaña 2019/20. Revista MDA. Vol. 2 Núm. 2. Presutti M.E. y Abbona E.A (2020) Expansión de la agricultura bonaerense y balance de nutrientes. XXVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. AACS (Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo) Corrientes.

Sánchez Vallduví, Griselda Estela

Doctora de la Facultad de Cs Agrarias y Forestales (FCAyF). Ingeniera Agrónoma. Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Profesora Adjunta del Curso de Oleaginosas y Cultivos Regionales (FCAyF). Integrante del Laboratorio de Investigación y Reflexión en Agroecología (LIRA), UNLP. Experiencia en proyectos de investigación y extensión relacionados con el estudio de estrategias para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Codirectora de investigación desde 2014 y directora de extensión desde 2014 (FCAyF). Publicaciones en revistas científica, congresos nacionales e internacionales y de divulgación, principalmente vinculados con lino y girasol, manejo y evaluación con un enfoque agroecológico, también en aromáticas y soja. Editora de 1 libro, autora de 6 capítulos de libro y coautora en 1. Directora y co-directora de becarios, trabajos finales y pasantes. Premio “Ciencia y Comunidad: Dr. Eduardo Usumoff” (CIC)

Studer, Paola Mariela

Magister Scientae en Viticultura y Enología Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo (FCA-UNCUYO), Coach en Educación Integral, Universidad del Aconcagua, Ing. Agr. (FCA-UNCUYO). Profesora, Investigadora y Extensionista, JJTTPP Agroecología y Ambientes Rurales, Cátedra Tecnología Ambiental, FCA-UNCUYO. Profesora responsable de Alternativas de Producción para una Agricultura Sustentable (CTA-FCA-UNCUYO). Docente de posgrado Bases de producción Agroecológica y Evaluación de Sustentabilidad FCA-UNCUYO. Tesis de Maestría: Propuesta De Indicadores Y Evaluación De Sustentabilidad Para Viticultores De Perfil Empresarial En La Zona De Luján De Cuyo, Mendoza. Dirige proyectos de investigación y extensión relacionados con indicadores y evaluaciones de sustentabilidad en empresas, agricultura familiar y perspectiva de género. Dirige becarios y tesistas en temas vinculados con su especialidad. Miembro de la Sociedad Argentina de Agroecología (SAAE).

Flores, Claudia Cecilia
Indicadores de sustentabilidad : propuesta metodológica para su construcción y su aplicación en estudios de caso / Claudia Cecilia Flores ; Santiago Javier Sarandón ; Coordinación general de Claudia Cecilia Flores ; Santiago Javier Sarandón. - 1a ed. - La Plata : Universidad Nacional de La Plata ; La Plata : EDULP, 2026.
Libro digital, PDF - (Libros de cátedra)

Archivo Digital: descarga
ISBN 978-950-34-2716-3

1. Agricultura. I. Sarandón, Santiago Javier II. Flores, Claudia Cecilia, coord. III. Sarandón, Santiago Javier, coord. IV. Título.
CDD 338.1

Diseño de tapa: Dirección de Comunicación Visual de la UNLP

Universidad Nacional de La Plata – Editorial de la Universidad de La Plata
48 N.º 551-599 / La Plata B1900AMX / Buenos Aires, Argentina
+54 221 644 7150
edulp.editorial@gmail.com
www.editorial.unlp.edu.ar

Edulp integra la Red de Editoriales Universitarias Nacionales (REUN)

Primera edición, 2026
ISBN 978-950-34-2716-3
© 2026 - Edulp

naturales

Edulp
EDITORIAL DE LA UNLP

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA