

Facultad de Ciencias
Agrarias y Forestales

Facultad de Ciencias
Naturales y Museo



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

Elisabet Mónica Ricci y Cecilia B. Margaría
Compiladoras

Insectos y ambiente: el agrónomo en la secundaria

***El rol de los jóvenes en demanda de
hortalizas saludables y el cuidado del
ambiente***

Insectos y ambiente: el agrónomo en la secundaria: el rol de los jóvenes en demanda de hortalizas saludables y el cuidado del ambiente / Elisabet Mónica Ricci ... [et al.]; compilado por Elisabet Mónica Ricci; Cecilia Beatriz Margaría; fotografías de Elisabet Mónica Ricci. - 1a ed. - La Plata: Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, 2018.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-950-34-1628-0

1. Cuidado del Medio Ambiente. 2. Agrónomos. 3. Insectos. I. Ricci, Elisabet Mónica II. Ricci, Elisabet Mónica, comp. III. Margaría, Cecilia Beatriz, comp. IV. Ricci, Elisabet Mónica, fot.

CDD 577.554

Fecha de catalogación: Abril de 2018.

Permitida su reproducción total o parcial sin previa autorización bajo

normas  <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



Diseño de tapa y diagramación de interior: Daniel Alejandro Aquino y Cecilia Margaría.

Fotos de tapa: E. Mónica Ricci.

Datos de contacto: E. Mónica Ricci y Cecilia B. Margaría

mricci@agro.unlp.edu.ar, cmargaria@fcnym.unlp.edu.ar

Queda hecho el depósito que marca la ley 11.723

Impreso en Argentina

ÍNDICE

Introducción y agradecimientos.	4
<i>E. Mónica Ricci y Cecilia B. Margaría</i>	
1. Insectos y ambiente.	
<i>Elisabet Mónica Ricci</i>	
¿Cuál es el rol del ingeniero agrónomo como profesional?	6
¿Cuál es la importancia de consumir alimentos saludables?	7
¿Se consumen frutas y verduras adecuadamente?	8
¿Dónde y cómo se producen los alimentos en el mundo?	10
Haciendo un poco de historia: “La Revolución Verde”	12
¿Sabías que La Plata es una de las zonas de producción hortiflorícola más importante del país?	19
¿Cómo reaccionó el mundo ante los avances científicos que desencadenó la agricultura convencional?	24
El debate sobre los productos transgénicos	25
Los plaguicidas	27
¿Qué sucede en otros países como consecuencia de la contaminación con plaguicidas?	30
Discusión y reflexiones finales	33
2. Reinos de la vida.	
<i>Susana Mason, Alejandro Moreno Kiernan y E. Mónica Ricci</i>	34
3. Insectos benéficos.	
<i>Cecilia Margaría, Fabiana Gallardo y Daniel Aquino</i>	40
4. Productos fitosanitarios y cuidado del ambiente.	
<i>Gladys Lampugnani, María Carolina López, Andrea Kahan y Alejandro Moreno Kiernan</i>	
¿Qué son los productos fitosanitarios?	53
Alternativas para el control de plagas: uso racional de productos fitosanitarios	61
5. Buenas prácticas agrícolas.	
<i>Andrea Kahan, María Carolina López y Gladys Lampugnani</i>	67

Introducción y agradecimientos

Los avances científico-tecnológicos en la producción de alimentos del Cinturón Hortícola Platense, particularmente de hortalizas, permitieron el desarrollo socioeconómico de la región. Actualmente es una de las zonas productoras más importantes del país. Este crecimiento trajo aparejado además, la contaminación del ambiente e impacto en la salud de la comunidad, con lo cual, se está en presencia de una problemática socioeconómica de gran complejidad. Los debates actuales promueven la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas que permitan obtener alimentos inocuos, pero teniendo en cuenta la protección ambiental y una producción sustentable.

La edición de este libro digital permite el acceso a conocimientos científicos en un lenguaje sencillo, promoviendo en todo momento instancias de reflexión y debate con relación al impacto de la actividad del hombre sobre el ambiente. En este sentido, a través de los cinco capítulos que componen el libro se propone una “salida” a esta imbricada relación, y que es, especialmente, el uso de la fauna benéfica como herramienta eficaz para el manejo de artrópodos plaga, en detrimento del uso de insecticidas.

Esta obra es el resultado de la selección bibliográfica y la experiencia práctica junto a docentes y estudiantes durante dos años de desarrollo de proyectos de extensión de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), titulados “Insectos y ambiente: el agrónomo en la secundaria” e “Insectos y ambiente: ¡ayuda para docentes!”. Sus objetivos fundamentales fueron colaborar con las tareas de los docentes y motivar a los jóvenes en su rol como actores sociales en demanda de alimentos saludables, el cuidado ambiental, la dignidad del trabajador rural y la agricultura familiar. Además, brinda continuidad a la obra “Insectos benéficos, agricultura y cuidado del ambiente. Guía de actividades” (2016), surgida también como producto de los proyectos universitarios emprendidos. El equipo extensionista, de carácter interdisciplinario y dedicado a la Zoología Agrícola y la Terapéutica Vegetal (Centro de Investigación en Sanidad Vegetal -CISaV-), está conformado por docentes investigadores, graduados y alumnos de las Facultades de Ciencias Agrarias y Forestales, Ciencias Naturales y Museo, y Ciencias Exactas de la UNLP. A todos ellos, nuestro agradecimiento, por el impulso y el tiempo ofrecido.

Es la intención de los autores la transferencia de saberes científico-tecnológicos y un manejo consciente del ambiente, mejorando así la calidad de vida de la población, y la constitución de un hábitat sostenible y saludable para las generaciones futuras. Los

jóvenes son actores claves en la modificación de sus propias conductas como consumidores o productores de alimentos. Es de interés, por ende, que ellos mismos se piensen protagonistas del cuidado del ambiente, y como constructores de ciudadanía.

Los docentes y alumnos encontrarán una visión amplia de temas pero que podrán desarrollar en profundidad en el aula. Algunos de los tópicos elegidos son: incumbencia del título de ingeniero agrónomo, alimentos saludables, “marketing”, desequilibrio de la salud por desórdenes alimenticios, contaminación ambiental, ecosistemas en riesgo, diversidad biológica y reinos, formas de producción agrícola, biocidas, plaguicidas, “revolución verde” y Buenas Prácticas Agrícolas. Se ha cuidado en todo momento que las temáticas formen parte de la currícula escolar secundaria, facilitando así su desarrollo áulico.

E. Mónica Ricci y Cecilia B. Margaría
Compiladoras

1. Insectos y ambiente

¿Cuál es el rol del ingeniero agrónomo como profesional?

La agricultura es una de las actividades productivas más importantes del país, presenta características sumamente variadas e implica constantes desafíos. El aumento de la población mundial, la necesidad de alimentar a más personas, la escasez de agua, el cambio climático, la crisis energética, la pérdida de biodiversidad, la contaminación ambiental y de los alimentos por el uso indiscriminado de plaguicidas, son algunos de los problemas globales de hoy. En este contexto, los sistemas agrícolas deben ser manejados de manera sustentable para brindar nuevos servicios, por ejemplo, la bioenergía.

En este sentido, la carrera de Ingeniería Agronómica es considerada de "interés público" dado que posee un rol fundamental en la sostenibilidad de los agroecosistemas y su impacto social. La actividad profesional no sólo está relacionada con establecimientos productivos agrícolas y/o ganaderos, sino con una gran variedad de áreas donde se pueden aplicar los conocimientos adquiridos, desde la Microbiología hasta la Agroecología y la Economía. Las posibilidades laborales pueden provenir de diferentes sectores como: la investigación, la docencia, la producción, la administración rural, el sector comercial, la generación y aplicación de tecnologías agropecuarias, la clasificación y evaluación de los recursos vegetales a los efectos de su aprovechamiento racional, y el diseño de políticas públicas y programas orientados al desarrollo rural, entre otros campos posibles (FCAyF, 2015).

En la actualidad, con más de 6 mil millones de habitantes en el mundo, el rol del ingeniero agrónomo en la producción de alimentos juega un papel preponderante, más aún dado que se estima para el año 2050 un crecimiento de la población mundial que resultará aproximadamente en 9 mil millones de personas. En este contexto, la educación ambiental adquiere fundamental importancia en lo que refiere a la obtención de alimentos saludables y el cuidado del ambiente (Devine *et al.*, 2008). Estos dos aspectos son muy importantes y serán desarrollados a continuación.

- FCAyF, 2015. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. www.agro.unlp.edu.ar (Último acceso: 31 octubre de 2016).
- DEVINE, J.G., DOMINIQUE EZA, ELENA OGUSUKU & MICHAEL J. FURLONG. 2008. Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. *Revista Peruana de Medicina Experimental, Salud Publica* 25(1): 74-100.

¿Cuál es la importancia de consumir alimentos saludables?

En los últimos quince años, estudios y revisiones de las más importantes publicaciones científicas, han evaluado favorablemente el efecto que tienen sobre la salud del hombre el consumo de distintos alimentos, especialmente frutas y hortalizas. En general, se vincula un mayor consumo de las mismas a un menor riesgo de desarrollo de enfermedades como el cáncer. El impacto podría alcanzar a una disminución del 35% del cáncer; más específicamente, tal reducción sería del 20% para el de boca, esófago, pulmones, cuello de útero y vejiga, y de un 50% para los cánceres de páncreas, vesícula, mama y útero. Además, el mayor consumo de fibras, presentes en frutas y verduras, sumado a ciertos fitoquímicos, contribuiría a disminuir hasta en un 31% el riesgo de cardiopatías isquémicas. Otro posible beneficio a enumerar, es el hecho de alcanzar sensación de saciedad y a disminuir la ingesta de calorías totales. De acuerdo al Fondo Mundial de Investigación en Cáncer, las dietas con alto consumo de hojas verdes protegen contra el cáncer de pulmón y estómago, y se espera que el mayor consumo de crucíferas (col, brócoli, coliflor, repollo, entre otras) podría reducir el riesgo de cáncer colorrectal y de tiroides. Es decir, tanto la composición como el consumo total de frutas y verduras, tienen un efecto positivo en la salud (Jacoby & Keller, 2006).

- JACOBY, E. & I. KELLER. 2006. La promoción del consumo de frutas y verduras en América Latina: buena oportunidad de acción intersectorial por una alimentación saludable. *Revista Chilena de Nutrición* 33(1): 10 págs.

¿Se consumen frutas y verduras adecuadamente?

Estudios realizados en Latinoamérica determinaron que en los últimos veinticinco años el consumo de frutas y verduras disminuyó como consecuencia de la llamada «modernización» de los patrones de alimentación. Este proceso es el resultado de una rápida urbanización y una constante innovación tecnológica en la producción, procesamiento y comercialización o “marketing” de los alimentos. Debe hacerse notar, sin embargo, que el desplazamiento de las frutas y verduras de la mesa familiar se vio acompañado de la disminución del consumo de cereales, legumbres y tubérculos. Y como contrapartida, se produjo el incremento del consumo de aceites vegetales, azúcares, carnes, leche y derivados, así como de numerosos productos procesados de alto contenido calórico y bajo valor nutricional.

La situación descrita motivó a la Organización Mundial de la Salud (OMS) y a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), a lanzar en el año 2003, la iniciativa global para la mayor producción y consumo de frutas y verduras (IF&V). Esta iniciativa se inscribe en el contexto de la Estrategia Mundial sobre Régimen Alimentario, Actividad Física y Salud, aprobada en el 2004 por la Asamblea Mundial de la Salud. La IF&V persigue tres objetivos concretos, (1) crear atención e interés en los beneficios para la salud de un mayor consumo de frutas y verduras; (2) promover una mayor producción y disponibilidad de las mismas, y (3) estimular el trabajo científico en las áreas de producción, distribución y mercadeo de frutas y verduras.

Los problemas de malnutrición o desnutrición, las carencias de micronutrientes y la obesidad existen en todos los países y afectan a todas las clases sociales. En los países con marcadas desigualdades sociales, la desnutrición y las carencias de micronutrientes constituyen el mayor problema. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que 167 millones de niños menores de cinco años en los países en desarrollo, padecen malnutrición crónica. En la población adulta, entre el 30 y el 40% de africanos y el 10 a 20% de latinoamericanos, cuentan con carencias de iodo y de vitamina A, provocadas principalmente por dietas insuficientes. La carencia de hierro en mujeres no embarazadas también es elevada en estas regiones. Resulta preocupante que estas cifras no hayan cambiado mucho pese al enriquecimiento de los alimentos y la distribución de complementos vitamínicos y alimentos terapéuticos que se han llevado a cabo a gran escala.

Según la FAO, el entorno que rodea la malnutrición está cambiando. Los nuevos problemas, que aún no se comprenden totalmente, provocan la silenciosa

transformación de los sistemas alimentarios y agrícolas, y suscitan preguntas sobre cómo satisfacer de forma sostenible las necesidades nutricionales a nivel mundial. Entre dichos problemas se cuentan: la globalización, el cambio climático, la sostenibilidad medioambiental y la rapidez con que se suceden los cambios tecnológicos científicos. La urbanización en los países en desarrollo está ejerciendo un profundo efecto en los medios de vida y los modelos de compra y consumo de alimentos. De aquí a 2020, la mitad de la población de Asia vivirá en zonas urbanas, algo similar sucederá en África para 2035. La mayor parte de este crecimiento se producirá en las ciudades más pequeñas y las ciudades comerciales de los países en desarrollo, muchas de las cuales dependen en gran medida de la economía agrícola de las zonas rurales.

- FAO, FIDA y PMA. 2014. *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2014. Fortalecimiento de un entorno favorable para la seguridad alimentaria y la nutrición*. Roma, FAO. 62 págs.
- JACOBY, E. & I. KELLER. 2006. La promoción del consumo de frutas y verduras en América Latina: buena oportunidad de acción intersectorial por una alimentación saludable. *Revista Chilena de Nutrición* 33(1): 10 págs.

¿Dónde y cómo se producen los alimentos en el mundo?

De los 150 millones de kilómetros cuadrados del mundo, sólo el 10% está dedicado a la producción agrícola, 55% son praderas, pastizales y bosques y el resto no es adecuado para uso agrícola. La mayoría de dicha producción depende de métodos agrícolas “convencionales”. Esto quiere decir que se utilizan productos agroquímicos sintéticos, llamados plaguicidas, para controlar las plagas que disminuyen el rendimiento de los cultivos. El discurso establece que la creciente demanda de alimentos por el crecimiento de la población humana “justifica” entonces el empleo de dichos productos que ocasionan efectos adversos como la contaminación.

Desde 1960 la población mundial se ha duplicado, la productividad agrícola ha aumentado 2,6 veces, pero los terrenos cultivables productivos han aumentado solamente en un 10%. Aunque la productividad en Europa, Asia, América y Australasia ha aumentado vertiginosamente, la producción total de África (a pesar de algunos éxitos locales), continúa disminuyendo debido a una combinación de sequías, conflictos civiles, degradación de la tierra, métodos agrícolas deficientes y sistemas desfavorables de tenencia y propiedad de tierras.

La agricultura intensiva es responsable de la contaminación del aire y la contaminación del agua del subsuelo, así también, de la eutrofización de los sistemas acuáticos y las emanaciones de gas invernadero. Es, además, la fuente más importante de amonio, causa principal de la lluvia ácida. Esta práctica, por ende, ha conducido indefectiblemente, a la pérdida extensiva y permanente de la biodiversidad en muchos lugares y a la contaminación de alimentos a partir de los residuos de pesticidas en los productos de cosecha.

Características de la agricultura convencional

- Utilización intensiva de fertilizantes químicos de alta solubilidad (nitrógeno, fósforo y potasio) fungicidas, herbicidas e insecticidas sintéticos.
- Utilización de semillas híbridas y transgénicas, entre ellas soja y maíz.
- Visión del suelo desde el aspecto puramente físico (soporte de las plantas) y químico (nutrientes), descartando la vida que hay en él.
- Uso intensivo de insumos externos al predio.
- Mecanización intensa (potencia sobredimensionada y de gran peso).
- Reducción de mano de obra.
- Uso masivo de productos químicos basados en energía fósil no renovable (petróleo y rocas fosfatadas).

- Monocultivo y reducción de la biodiversidad.

Consecuencias

- Mayor inestabilidad, pérdida de la biodiversidad.
 - Pérdida del potencial productivo de los suelos (afectando propiedades físicas, químicas y biológicas).
 - Emigración rural.
 - Contaminación de los alimentos, del ambiente (ríos, suelos, atmósfera) y de los trabajadores rurales por productos fitosanitarios.
 - Absorción desequilibrada de nutrientes (por fertilización del suelo con pocos nutrientes, o por alimentos desequilibrados nutricionalmente).
 - Aumento de los costos de producción.
 - Aumento de la resistencia de malezas e insectos por el uso indiscriminado de herbicidas e insecticidas.
 - Disminución de la productividad del suelo por pérdida de materia orgánica y de nutrientes debido a la erosión.
 - Destrucción de la vida silvestre, insectos benéficos y polinizadores.
- DEVINE, J.G., DOMINIQUE EZA, ELENA OGUSUKU & MICHAEL J. FURLONG. 2008. Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. *Revista Peruana de Medicina Experimental, Salud Publica* 25(1): 74-100.

Haciendo un poco de historia: “La revolución verde”

En el año 1945 se comenzó a hablar de “revolución verde” en Latinoamérica, proyecto que marcó el punto de partida para la implementación de un modelo agrícola industrial, basado en el empleo intensivo y extensivo de productos químicos sintéticos. El impacto de este modelo sobre la producción mundial de alimentos fue innegable, ya que produjo el incremento de los rendimientos agrícolas buscados en un corto período de tiempo. La “revolución verde” se constituyó como una herramienta, y al mismo tiempo, como el nuevo paradigma que reduciría el hambre y la pobreza en el mundo.

Con diez mil años de historia y siendo la actividad humana más extendida en el mundo, la agricultura siempre tuvo efectos sobre el ambiente; pero, a partir de la “revolución verde” resultaron negativos y se amplificaron sobre la salud humana al utilizarse agroquímicos sintéticos de manera excesiva e inadecuada. A pesar de que, en siete décadas de “revolución verde”, se ha reunido suficiente evidencia sobre los riesgos que conlleva una práctica agrícola basada en el empleo de productos químicos sintéticos, la agricultura mundial es dependiente de ellos, pero no con la finalidad de derrotar el hambre y la pobreza sino con el afán de incrementar la productividad y rentabilidad de los campos agrícolas en primera instancia.

Actualmente, los peligros que acarrea el uso inadecuado de agroquímicos sintéticos comprometen la sostenibilidad de la agricultura moderna. En este contexto, los países en desarrollo son los más afectados debido al incremento de la producción agrícola, junto a un acelerado deterioro de los recursos naturales y de la salud pública. Los países en desarrollo utilizan el 25% de los plaguicidas que se producen en el mundo y padecen el 99% de las muertes a causa de las intoxicaciones agudas ocasionadas por los mismos.

Entre los compuestos químicos de mayor relevancia para la producción agrícola se destacan los plaguicidas. Estos agroquímicos reducen los daños y las pérdidas ocasionados por la acción de malezas, insectos y enfermedades infecciosas sobre los cultivos, garantizando una buena calidad de cosecha, razón por la cual la producción agrícola mundial depende considerablemente de su utilización. Pero la realidad es que las plagas desarrollan resistencia con el tiempo, obligando a los agricultores a incrementar las concentraciones y frecuencias de aplicación de los plaguicidas. Por ejemplo, conllevan a la elaboración de mezclas de principios activos, y a demandar la disponibilidad en el mercado de nuevos y más potentes biocidas sintéticos. La consecuencia de esta situación es el uso indiscriminado de plaguicidas que, a su vez, ocasiona la contaminación del ambiente y actúa negativamente sobre el ser humano y otros organismos del ecosistema, originando problemas de salud pública y deterioro

ambiental. Se ha comprobado que la mayoría de los plaguicidas empleados en la agricultura moderna tienen acción teratogénica (aquello que provoca una deformación o una anomalía en el feto), afectan los sistemas nervioso, endocrino e inmunológico, y son generadores potenciales de enfermedades como cáncer, asma e infertilidad, entre otras.

Adicionalmente, algunos plaguicidas pueden ser clasificados como contaminantes orgánicos persistentes (COP). Este tipo de compuestos permanecen por largos períodos de tiempo en el ambiente y viajan grandes distancias a través del agua y del aire, llegando a regiones donde nunca fueron aplicados intencionalmente. Además, se acumulan en los tejidos grasos y entran en la cadena trófica de los ecosistemas. Por todas estas razones, en la actualidad, los plaguicidas se encuentran entre las sustancias químicas más peligrosas a las cuales está expuesto el ser humano. Cabe señalar además la ocurrencia de numerosos casos agudos producidos por contacto directo con los principios activos y en altas concentraciones, asociados a la exposición laboral, accidental o al contacto con desechos. Son también conocidos los casos de exposición crónica a bajos niveles de plaguicidas asociados a la contaminación del agua, aire, suelo y productos agrícolas que la población consume frescos.

Para el año 1990, la Organización Mundial de la Salud (OMS) estimaba que en un año se produjeron entre 1 y 5 millones de casos de intoxicación aguda entre los trabajadores rurales, de los cuales resultaron 20.000 casos fatales. En el año 2002, la cifra llegó a 4.4 millones de casos incluyendo tanto las intoxicaciones fatales como aquellas que produjeron incapacidad. Es más difícil aún determinar los problemas de salud asociados a la exposición crónica a bajos niveles de plaguicidas; en estos casos existe un período de latencia entre la exposición y la aparición de los síntomas, y en muchos, es casi imposible establecer una relación certera entre la causa y el efecto.

Plaguicidas en el agua

Como ha sido señalado por la UNPE, OMS y OPS, el problema de la contaminación de los recursos hídricos requiere de particular atención en los países en desarrollo, en los cuales los sistemas de monitoreo y control, así como la normativa legal que regula la utilización de agroquímicos no están claramente establecidos. Además, en muchos casos no se cuenta con los recursos suficientes para mantener los controles pertinentes. Por otra parte, la actividad agrícola en los países en desarrollo no escapa a la tendencia internacional de ponderar los rendimientos y el retorno económico por encima de los estándares de salud pública y conservación del ambiente.

Son pocos los contaminantes químicos del agua que pueden ocasionar problemas de salud como resultado de una exposición única, excepto en caso de una contaminación masiva accidental debido al derrame eventual o a la mala disposición de desechos tóxicos.

La contaminación del agua es una de las formas de exposición crónica a bajas dosis de plaguicidas a las cuales está sometido el ser humano y también la fauna acuática y terrestre. Adicionalmente, es una de las vías a través de las cuales se transportan los plaguicidas, aguas abajo, desde los lugares donde fueron aplicados.

Los plaguicidas utilizados en la agricultura llegan a los cursos de aguas subterráneas y superficiales (ríos y lagos) fundamentalmente por arrastre y lixiviación, pudiendo contaminar los reservorios de agua para consumo humano. La dinámica de los plaguicidas en el suelo es muy compleja y depende de una serie de factores que influyen en los procesos antes mencionados, las sustancias rociadas sobre los cultivos pueden ser lavadas por el agua de lluvia y riego, para luego trasladarse hacia aguas subterráneas por lixiviación y a las aguas superficiales por escorrentía, fenómeno que además está influenciado por la pendiente del terreno. El volumen de agua que cae al suelo y la topografía de la zona donde se desarrollan los cultivos son dos de los factores que juegan un papel importante en el riesgo de contaminación de los recursos hídricos por plaguicidas.

Por último, muchos países y agencias multinacionales han desarrollado una serie de normas y procedimientos con la finalidad de preservarlos. Debido al riesgo que significa para la salud humana y el ambiente la contaminación de los recursos hídricos por residuos de plaguicidas de uso agrícola. La Agencia para la Protección Ambiental de los Estados Unidos (US-EPA) establece un conjunto de directrices, que tienen como propósito controlar aquellos plaguicidas con gran potencial contaminante de las aguas y que representan un riesgo para la salud humana y el ambiente. En este sentido, la US-EPA estableció lo que se conoce como nivel máximo de contaminante (MCL, por sus siglas en inglés), que es la concentración de un contaminante en agua potable por debajo de la cual no hay riesgo conocido o esperado para la salud humana. Para las sustancias químicas vertidas en aguas dulces y marinas, la US-EPA ha establecido criterios de concentración crónica (CCC), que son estimados a partir de la concentración más alta de un contaminante, a la cual la vida acuática puede estar expuesta indefinidamente sin que resulte en un efecto inaceptable.

Otras instituciones como la OMS y la Unión Europea (UE), basándose en el criterio primordial de preservar la salud humana han establecido límites máximos y restricciones para las diferentes sustancias que contaminan el agua para consumo humano.

- BENÍTEZ-DÍAZ, P. & L. MIRANDA-CONTRERAS. 2013. Contaminación de aguas superficiales por residuos de plaguicidas en Venezuela y otros países de Latinoamérica. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 29: 7-23.

Contaminación del agua

En nuestro país, especialistas en hidrogeología de la Universidad de Buenos Aires consideran apropiado calificar al siglo XXI como el Siglo del Agua. Tal afirmación se basa en que el agua -superficial, subterránea y de deshielo- es un recurso limitado en nuestro planeta, donde más del 97% es salada y se concentra en mares y océanos. De la cantidad restante, alrededor del 2% lo constituyen los casquetes polares en forma de hielo. Le sigue en magnitud, el agua subterránea, cuya reserva hasta 1.000 metros de profundidad se estima en el 0,5% del total, mientras que el volumen instantáneo de agua superficial llega a sólo el 0,02%. Entre el agua del suelo y la atmosférica, ambas componen algo más del 0,01% de la total ($1.383 \times 10^6 \text{ km}^3$).

El incremento en la demanda y la disminución en la disponibilidad de agua, particularmente por deterioro en calidad, han generado y generan problemas cada vez más graves para el abastecimiento tanto a nivel local como regional y continental. Esta problemática, que se ha manifestado durante el siglo XX, es previsible que mantenga una tendencia creciente, especialmente debido al aumento poblacional mundial que dará lugar probablemente a la acentuación de la demanda de alimentos, bienes y servicios.

La contaminación del agua subterránea está estrechamente ligada a los procesos de degradación ambiental y en este sentido, resulta conveniente aplicar el concepto de interacción global de los recursos naturales, desarrollado por investigadores soviéticos. Esta noción señala la imposibilidad de preservar la calidad de uno de los recursos si el resto está deteriorado o en vías de deterioro. Como ejemplo, se puede mencionar que la contaminación del aire por la actividad industrial o urbana, que se traslada al agua superficial y al suelo a través de la acción gravitatoria, o el arrastre producido por la lluvia. La notable incidencia de las actividades humanas, deriva en la formulación de una nueva disciplina dentro de la Hidrogeología denominada Hidrogeología Ambiental, cuya finalidad es estudiar las características y el comportamiento del agua subterránea. En particular, las alteraciones que sobre la misma generan las acciones artificiales para controlar la degradación, prevenirla y, dentro de lo posible, mejorar sus efectos.

Si bien el volumen almacenado en los lagos e instantáneamente en los ríos del mundo sólo alcanza al 0,02% del total, algunos ríos tienen caudales sorprendentes como el Río de la Plata que, con un módulo de $20.000 \text{ m}^3/\text{seg.}$, sería hábil por sí solo

para abastecer a la población mundial (6.500 millones), a razón de 265 L/día por habitante. Sin embargo, el agua superficial está más expuesta a la contaminación y generalmente es mucho más costosa que la subterránea a causa del tratamiento que necesita para su potabilización.



Riego por surcos del cultivo de cebolla en Hilario Ascasubi (provincia de Buenos Aires). Además de la infiltración vertical, la pendiente del suelo hace que cualquier producto que se aplique se disperse contaminando grandes superficies. Foto: Mercado Central de Buenos Aires.

- AUGÉ, M. 2006. *Agua subterránea deterioro de calidad y reserva*. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Ciencias Geológicas, Cátedra de Hidrogeología. 176 pp.

Relevamiento de la utilización de agroquímicos en la provincia de Buenos Aires. Mapa de situación e incidencias sobre la salud (DPPBA-UNLP, 2014).

Estudios realizados en nuestro país por el Laboratorio de Biogeoquímica y Química Ambiental – Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP:

Este informe resume los datos obtenidos en suelos y aire, colectados en la Provincia de Buenos Aires en invierno (Junio 2012) y verano (Octubre de 2012, febrero-Abril de 2013) junto con datos de leche materna de donantes de Saladillo y Florencio Varela. Entre los plaguicidas clorados se confirma la predominancia de Endosulfanes (dentro de la categoría de los clorados como el DDT) pero también, los aportes puntuales de compuestos prohibidos, como Dieldrin y DDTs en la zona

hortícola. En aire también predominan los Endosulfanes y en menor medida, Clorpirifos, ambos de uso intensivo en varios cultivos incluyendo la soja.

Durante el verano las concentraciones de plaguicidas básicamente se disparan (x 25 veces), a raíz del incremento de Endosulfanes y Clorpirifos que adquieren niveles muy elevados (x 16-59 veces con máximos de 100-500 veces), similares a los reportados para la India. Cabe destacar que los plaguicidas aplicados en el campo llegan a las ciudades aledañas como lo demuestra el fuerte incremento estival que se registra en las localidades de 30 de Agosto y especialmente en Saladillo (50-500 veces para Endosulfanes). Por otra parte, las muestras de leche materna provenientes de Saladillo y Florencio Varela presentaron dominancia de DDTs y PCBs (principalmente productos de degradación más persistentes) con un patrón más industrial en Florencio Varela (>PBDEs y PCBs) respecto de Saladillo (>DDTs y plaguicidas).

Suelos

La predominancia general de Endosulfan en los suelos no es extraña. Este plaguicida, permitido hasta el año 2014, es de uso generalizado y muy intensivo en varios cultivos, incluyendo la soja. Los datos más llamativos son la presencia de Dieldrin y DDTs, oficialmente prohibidos entre las décadas del setenta y noventa en la zona hortícola. En Florencio Varela, el Dieldrin presenta máximos en el exterior del invernáculo durante el invierno (73 Vs. 8 ng/g en el interior) y que se repiten en el muestreo de verano (37 ng/g), confirmando así el uso intensivo de este plaguicida prohibido. Se han hallado valores más bajos en el terreno baldío adyacente. Los valores máximos de DDTs también se registran en la zona hortícola tanto en invierno como verano. Estos resultados sugieren que el uso ilegal de Dieldrin y DDTs aún persiste en ciertas zonas hortícolas-urbanas. Para los segundos también podría tratarse del uso de Dicofol que contiene DDT como impureza. Los datos obtenidos a partir del aire ratifican la existencia de aplicaciones recientes de DDT.

Aire

El aumento promedio de las concentraciones de plaguicidas en aire en verano respecto del invierno es de unas 25 veces, con máximos de 90-130 veces. Este significativo incremento está básicamente explicado por el uso sobredimensionado de dos plaguicidas de amplia utilización en el cultivo de la soja: Endosulfan y Clorpirifos. En efecto, si bien en promedio ambos compuestos representan un 86-88% del total en invierno y verano (con mayor proporción de Clorpirifos en invierno y de Endosulfán en verano), durante las temperaturas altas, sus concentraciones se disparan en promedio 16-59 veces (Clorpirifos-Endosulfan), con máximos de 100-500 veces. Cabe destacar

nuevamente que el pulso de plaguicidas aplicados en el campo llega a las ciudades aledañas.

Leche materna de donantes de Saladillo y Florencio Varela

Por otra parte, siguiendo los objetivos planteados por el proyecto de investigación, se realizaron análisis de contaminantes en leche materna, colectada en centros de Atención Primaria de la Salud de Saladillo y Florencio Varela. Globalmente los contaminantes más abundantes en la leche materna fueron los DDTs, que incluye al DDT y sus productos de degradación.

Como síntesis del estudio elaborado bajo la dirección del Ing. Agr. Sarandón, por docentes investigadores de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la UNLP y patrocinado por el Defensor del Pueblo de la Provincia de Buenos, se propone que la información copiosa y de carácter científico que forma parte de esta investigación, debería relacionarse a la calidad e inocuidad de alimentos, a la seguridad alimentaria de la población y al impacto de los agroquímicos en la salud. Así también la propuesta consistiría en seguir monitoreando la aplicación de plaguicidas, que en la actualidad se encuentran prohibidos por la Normativa Provincial y Nacional, y esto en virtud de la aparición de datos relevantes en materia de contaminación por la aplicación de agroquímicos en la Provincia de Buenos Aires.

- DPPBA-UNLP (Defensoría del Pueblo de la Provincia de Buenos Aires y Universidad Nacional de La Plata). 2014. Relevamiento de la utilización de agroquímicos en la provincia de Buenos Aires. Mapa de situación e incidencias sobre la salud. http://www.agro.unlp.edu.ar/sites/default/files/slides/informe_agroquimicos_comprimido.pdf (Último acceso: 31 de octubre de 2016).

¿Sabías que La Plata es una de las zonas de producción hortiflorícola más importante del país?

Argentina tiene una superficie continental de casi 3 millones de kilómetros cuadrados, de los cuales el 12% está ocupado por cultivos y sólo el 1,5% de esa superficie cultivada sustenta hortalizas y flores. El destino principal de los productos hortícolas es el mercado interno (93%) y la oferta es suficiente para abastecer a la demanda, tanto para el mercado fresco como para la industria.

Las provincias argentinas que se destacan por su producción de hortalizas son: Buenos Aires, Mendoza y Córdoba, con 22, 14 y 10% de la producción total del país respectivamente, ocupando una superficie aproximada de 500.000 ha (INDEC 2002, Fernández Lozano 2012). Respecto de la producción de flores, sobresalen Buenos Aires (35%), Corrientes (18%) y Santa Fe (16%) (JICA, 2003).

La actividad florihortícola se caracteriza por su alta intensidad de uso de los distintos factores de producción: tierra, trabajo, capital y tecnología. En comparación con el resto del sector agropecuario, la florihorticultura demanda 30 veces más mano de obra, 20 veces más insumos y 15 veces más inversión en maquinaria y equipos por unidad de superficie (Fernández Lozano 2012).



Imagen satelital de cultivos hortícolas en invernaderos y del campo en Abasto, Partido de La Plata. Se observan a los mismos en la zona periurbana de la ciudad.

Este tipo de producción se originó en los alrededores de las grandes ciudades, donde se formaron los “cinturones hortícolas”, para el abastecimiento de poblaciones concentradas. Todas las ciudades con más de 100.000 habitantes como La Plata, poseen un cinturón verde que produce hortalizas y flores para el autoabastecimiento, para su área de influencia y, en ocasiones, para abastecer a otras regiones del país en forma de cultivo de primicia. Se destacan los cinturones hortícolas del área metropolitana de Buenos Aires y de La Plata, asimismo los de Rosario, Córdoba y Mar del Plata.

La horticultura en la región

En los primeros años de la década del ochenta se inició el desarrollo comercial en invernaderos con los objetivos de reducir los riesgos de producción y obtener productos de mejor calidad y mayor rendimiento. Los invernáculos, el “mulching” y los túneles de plástico precisan de la incorporación de variedades mejoradas y de híbridos. El incremento del uso de fertilizantes y el mejoramiento en la tecnología de riego también resultan en una necesidad; pero sólo aquellos de mayor nivel tecnológico logran buenos resultados (Fernández Lozano, 2012). Se estima que la Argentina tiene unas 3.000 a 3.500 ha cubiertas de invernáculos, de las cuales 2.500 a 3.000 se destinan a la producción de hortalizas y el resto al cultivo de ornamentales. La producción en invernadero se distribuye en la mayoría de las provincias argentinas con un desarrollo desigual, ya que las ventajas competitivas son dispares, por la cercanía a los principales mercados, infraestructura disponible y condiciones agroecológicas. Las zonas más desarrolladas en la producción bajo invernadero se relacionan con los cinturones hortícolas de las grandes ciudades. Uno de ellos, el de la provincia de Buenos Aires, se extiende desde Escobar hasta La Plata e incluye quince distritos de la provincia, abarca 5.510 km² e involucra a más de 4,5 millones de personas, con más de 1.500 explotaciones. En estas explotaciones hortícolas la combinación campo-invernáculo es la más representativa, ya que incluye a la mayor proporción de los productores.

El cinturón hortícola de La Plata

Según estimaciones del año 2006, se cultivan más de 1.300 hectáreas en invernadero en el Gran La Plata, con la mayor concentración en la zona sur de esta subregión y alrededores, ocupando un 70% de superficie en invernadero. Otras fuentes relacionadas a la venta de insumos plásticos, estarían indicando que la superficie bajo cobertura rondaría las 3.000 hectáreas. A lo largo de una superficie mayor se extiende

la producción a campo, pero la combinación campo-invernáculo es la más representativa, incluyendo una alta proporción de productores. Actualmente, este territorio hortícola se inscribe dentro de la zona periurbana de La Plata, que comprende un 39% sobre las 94.200 hectáreas en las que se extiende el municipio. A su vez, el 15% del partido se corresponde con espacios urbanos y el 46% con espacios rurales. La mayoría de las explotaciones tienen una superficie de 10 a 40 hectáreas y pertenecen a pequeñas y medianas empresas de tipo familiar, cuyo objetivo principal son los mercados locales, como las grandes cadenas de supermercados, el Mercado Regional de La Plata o en las ferias Manos de la Tierra, cuyos productores venden sus productos orgánicos en diferentes lugares de la ciudad (Otero *et al.*, 2013). La mitad de los productores recibe asesoramiento, principalmente de origen privado (profesionales independientes o empleados por las empresas proveedoras de insumos) y, en menor proporción, de técnicos pertenecientes a organismos oficiales (INTA, Universidades y otros).



Cultivo de tomate en invernadero en La Plata. Ing. Agr. Mónica Ricci realizando monitoreo de plagas.

Respecto al manejo fitosanitario, se aplican dos variantes de insecticidas: una con monitoreo previo teniendo en cuenta los Umbrales de Daño Económico de las plagas, y otra sin monitoreo previo con aplicaciones periódicas de agroquímicos sin verificar previamente la presencia de la plaga.



Aplicación de plaguicidas en el cultivo de papa en Balcarce, sudeste de la Provincia de Buenos Aires. Fuente: Mercado Central de Buenos Aires.



Cultivo de lechuga en Mar del Plata en condiciones de campo. Fuente: Fernández Lozano, 2012.

El monitoreo implica la aplicación de un tratamiento minucioso y se trata de una tarea sin una frecuencia fija. La actividad de monitorear los cultivos, para definir la aplicación de la cura, afecta la organización de las actividades y su realización requiere

saberes de situación y acción, específicos. La tarea se lleva a cabo por un miembro del núcleo organizador.

- CARRIZO, P. 2015. Malezas y cultivos de invernadero en el agroecosistema del cinturón hortícola platense como reservorio y destino de Thripinae (Insecta: Thysanoptera: Thripidae), vectores de tospovirus. Tesis presentada para optar al título de Doctor de la Universidad de Buenos Aires en el área de las Ciencias Biológicas.
- JICA, Japan International Cooperation Agency. 2003.
- FERNÁNDEZ LOZANO, J. 2012. La producción de hortalizas en Argentina. Mercado Central de Buenos Aires. Fuente: www.mercadocentral.gob.ar (Última fecha de consulta: 31 de octubre de 2016).
- OTERO, J., G. Larrañaga & G.M. Hang. 2013. La organización del trabajo en la horticultura familiar de La Plata (Argentina). *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata* 112 (2): 79-90.

¿Cómo reaccionó el mundo ante los avances científicos que desencadenó la agricultura convencional?

La “revolución verde” tuvo varios pilares importantes. Por un lado, el desarrollo de moléculas químicas para el control de plagas como el DDT, y por otro, el mejoramiento genético de los cultivos a partir del uso masivo de fertilizantes. A continuación será visto el impacto que ha tenido en la sociedad y en la comunidad científica como consecuencia de la contaminación ambiental generada por el hombre.

Las variedades mejoradas genéticamente:

El Dr. Norman E. Borlaug, es considerado el “padre de la revolución verde”, por su contribución al desarrollo de variedades de trigo de gran rendimiento, que aumentaron de manera extraordinaria la disponibilidad de alimentos de los países que sufrían el hambre. En el año 1950 encabezó un equipo de especialistas que desarrolló una variedad de trigo enano, de gran rendimiento, resistente a las enfermedades, y cultivable en muy diversas condiciones ambientales. Los resultados fueron asombrosos. En veinte años, la producción triguera de México aumentó seis veces y se lograron incrementos análogos en India, Paquistán, entre otros países. Desde entonces, las técnicas elaboradas por Borlaug se han aplicado a diversos cultivos. Por ejemplo, en aquel entonces el Instituto Internacional de Investigaciones sobre el Arroz, creado en 1962 en Filipinas, reunió unas 10.000 muestras de arroz de todo el mundo iniciando un paciente proceso de hibridación para desarrollar una variedad enana comparable a la del trigo. Combinando una variedad enana de Taiwán con una variedad alta de Indonesia, el Centro produjo una tercera, la «IR-8», que duplicó el rendimiento de la mayoría de los arrozales de Asia. En aquel entonces la UNESCO (1972) afirmó que el mejoramiento del arroz y de otros cultivos salvaron del hambre a millones de personas (UNESCO, 1972). Por tal motivo, Bourlag recibió en el año 1970 el Premio Nobel del La Paz.

- UNESCO. 1972. El Correo. Padre de la Revolución Verde Premio Nobel de la Paz. Un científico aboga por el DDT. España. 40pp.

El debate sobre los productos transgénicos

En las últimas décadas, la humanidad ha sido testigo de los impresionantes avances logrados en el campo de la Ingeniería Genética, lo cual ha permitido crear organismos antes inexistentes en la naturaleza. Entre ellos, los cultivos transgénicos, dotados de características de claro interés productivo y comercial.

La aparición en el mercado de semillas transgénicas originó grandes expectativas a causa de las ventajas que se atribuían a los nuevos cultivos en cuanto a rendimientos, ahorro de trabajo y otros insumos, y al bajo impacto ambiental. En poco menos de 10 años, la superficie mundial sembrada con variedades transgénicas, principalmente soja, maíz, algodón y colza, llegó a 52 millones de hectáreas, concentradas en su mayor parte en Argentina, Canadá y los Estados Unidos. Argentina es, el segundo productor mundial de soja genéticamente modificada. Ello ha dado origen a un nuevo paradigma agrícola, caracterizado por el uso de semillas transgénicas, herbicidas y plaguicidas especiales y asimismo, por la aplicación de métodos novedosos de manejo, tales como siembra directa o labranza cero.

No obstante, la utilización de las nuevas variedades no ha dejado de suscitar controversia, pues diversos círculos han hecho notables las desventajas que ofrecen en dos aspectos fundamentales: en primer lugar, según se sostiene, las variedades transgénicas pueden entrañar graves peligros para la salud humana, animal y para el medio ambiente. En segundo lugar, a diferencia de lo que ocurría con la “revolución verde”, las nuevas tecnologías están mayoritariamente en manos de unos pocos consorcios transnacionales, los cuales podrían ejercer una hegemonía casi total sobre la producción agrícola de todo el mundo, con graves consecuencias para los países en desarrollo y los agricultores más pobres.

El temor ante las posibles repercusiones negativas de los transgénicos sobre la salud en general ya ha tenido manifestaciones prácticas, pues en Asia y la Unión Europea se han impuesto severas limitaciones a su cultivo y consumo. En los países de América Latina y el Caribe, entretanto, no se ha alcanzado una posición uniforme al respecto. Como puede advertirse, se trata de un fenómeno de particular importancia para la región. La región está considerada como la de mayor diversidad biológica del planeta, y varios de sus países son centros de origen de muchos de los rubros hoy explotados comercialmente. Además, de esa riqueza proviene buena parte del material genético con que operan las compañías transnacionales. Para el caso del maíz nativo de México se deja ver especialmente a sus pueblos autóctonos actuando desde hace miles de años como curadores de las especies silvestres. De manera que, gracias a sus

cuidados, la humanidad dispone hoy de variedades notablemente mejoradas con respecto a sus antecesores primitivos.

Toda una gama de problemas surge de ello. Al mencionar sólo los más graves, resultaría imposible desechar la posibilidad de que las variedades transgénicas contaminen especies emparentadas, y que no tengan efectos catastróficos sobre la diversidad genética atesorada en la región. Miles de especies podrían extinguirse para siempre. En segundo lugar, el carácter privado de las nuevas tecnologías y la extensión al resto del mundo del régimen de derechos de propiedad (imperante en los países desarrollados y en especial en los Estados Unidos) atentan contra los derechos de los pueblos autóctonos como custodios de la diversidad biológica de sus territorios. Al mismo tiempo, se convierten en una seria amenaza para la autonomía de los agricultores de menores recursos. Es fácil de advertir que se trata de una esfera del conocimiento de especial importancia para América Latina y el Caribe, dado el atraso en que se encuentran sus institutos de investigación, y dada la riqueza en recursos naturales y diversidad genética que existe como contrapartida.

Como se ha expuesto en los párrafos anteriores, el avance científico va de la mano de nuevas instancias de reflexión para la comunidad sobre los alcances de la actividad del hombre en vías de obtener alimentos saludables.

- KATZ C., C. MORALES & M. SCHAPER. 2004. *Los transgénicos en América Latina y el Caribe: un debate abierto*. Publicación de las Naciones Unidas. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Santiago de Chile. 397 páginas.

Los plaguicidas

La sigla del DDT proviene de las iniciales de su nombre científico “Dicloro, Difenil, Tricloroetano” (perteneciente al grupo de los clorados), derivado de su estructura química. El DDT es el primer plaguicida y quizás la molécula más distribuida a nivel universal. Es un sólido incoloro e inodoro, casi insoluble en agua, con muy buena solubilidad en disolventes orgánicos, como grasas y aceites. Esta propiedad tiene gran transcendencia por su acumulación en los seres vivos. La molécula ya había sido sintetizada en el año 1873, pero no fue hasta el año 1940 que el químico suizo Paul Hermann Müller descubrió el efecto tóxico del DDT contra varios insectos transmisores de enfermedades al hombre, valiéndole el premio Nobel de Medicina (1948).

El DDT fue desarrollado como el primero de los insecticidas modernos, utilizándose inicialmente entre los soldados de la Segunda Guerra Mundial como piojicida. Sus primeros suministros produjeron muchas intoxicaciones agudas e incluso suicidios entre algunos miembros de la tropa. No obstante, mostró gran eficacia para combatir a los mosquitos que transmitían la malaria, el tifus y otras enfermedades humanas propagadas por insectos. La malaria o paludismo, transmitida por el mosquito del género *Anopheles*, ha sido desde siempre, la peor de las enfermedades a juzgar por el número de sus víctimas. Hasta la llegada del DDT, unos 200 millones de personas eran atacadas anualmente por la malaria, de las cuales, año a año, morían dos millones. El científico Walter Ebeling llegó a decir "ningún otro compuesto, ni siquiera la penicilina, ha salvado tantas vidas".

En el año 1955 la Asamblea Mundial de la Salud inició el programa de erradicación del paludismo a nivel mundial, que dependió fundamentalmente de tratamientos con DDT. El plaguicida eliminaba, en poco más de 20 años de uso, a la mayoría de las enfermedades que antiguamente impedían a las poblaciones de amplias regiones tropicales realizar una buena labor productiva. Permitió que las poblaciones ocuparan grandes áreas de África, Asia y América del Sur y por ende, la producción y cosecha de alimentos. Si bien este plaguicida fue muy útil para controlar plagas en diversas zonas del planeta, en los años 1960 comenzaron a aparecer algunos datos negativos adjudicados al uso del DDT, que desataron la actividad de los primeros ecologistas en su contra.

Rachel Carson, científica naturalista escribió "Primavera Silenciosa" (1962) donde denunció la ausencia de “cantos de pájaros” en los campos de Ohio (EE UU) y responsabilizó de ello al uso del DDT. La publicación del libro fue el primer paso de una gigantesca campaña que logró la prohibición del DDT para uso agrícola en los EE.UU.

Hacia 1970 fue prohibido su uso agrícola en muchos países debido a las consecuencias perjudiciales para la vida silvestre. Los demás países del Primer Mundo rápidamente siguieron el ejemplo. En el año 1995 al menos 49 países eliminaron todos los usos del DDT debido a su persistencia y a los peligros para el medio ambiente. En esas fechas ya se conocía que el DDT y sus derivados permanecían muchos años en el ambiente y se acumulaban en los organismos vivos, llegando a alcanzar, en ocasiones, niveles suficientemente altos como para provocar efectos tóxicos.

El año 1996, bajo un programa de la ONU para el medio ambiente, se iniciaron las negociaciones para la eliminación gradual del DDT del planeta, que se estimaba realizada por completo para el año 2007. El problema ambiental generado por el DDT ha sido provocado por su uso indiscriminado y excesivo. Como se dijo antes, este producto persiste en el medio ambiente, en el agua unos diez años y en el suelo hasta cuarenta. La molécula entra en los organismos y se incorpora a las cadenas alimentarias. La persistencia o vida media del DDT es muy elevada, se cree que supera los cien años. Por ser un compuesto soluble en aceites y grasas, se instala en el tejido adiposo de los animales y se acumula allí, alcanzando mayores concentraciones en los eslabones superiores de las cadenas tróficas. Este proceso se denomina biomagnificación o bioamplificación de los plaguicidas clorados, en el cual los niveles de DDT de una cadena trófica se expresan en partes por millón (cociente entre mg de DDT y kilogramos de tejido animal). Si se representaran en una pirámide, las poblaciones de las especies depredadoras se ubican en lo alto por ser las más afectadas. Por su parte, las aves (halcón, águila, buitres), resultan diezmadas por la interferencia que ejerce el insecticida en su reproducción. Al dificultar la formación de las cáscaras de los huevos, las incubaciones para el desarrollo de los polluelos no se desarrollan con éxito. Ésta es una de las principales razones de la disminución de las poblaciones de aves silvestres a nivel mundial en las últimas décadas. A pesar que nunca se aplicó DDT en la Antártida, por ejemplo, se halló en la grasa de los pingüinos el clorado a razón de 0,2 ppm.

A mediados de la década del cincuenta los esquimales no estaban afectados por cáncer. En los sesenta, se encontraron trazas de plaguicidas en su organismo y los primeros casos de esta enfermedad hicieron su primera aparición entre las poblaciones. En las últimas décadas, los problemas de fertilidad en parejas jóvenes han ido aumentando progresivamente, al mismo tiempo, la tasa de cáncer de mama asciende de forma preocupante.

Algo está pasando en los mecanismos de reproducción sexual y gran parte del problema se relaciona con sustancias tóxicas provenientes de plaguicidas, que justamente permanecen en nuestros cuerpos. Es lo que se conoce técnicamente como

"disruptores hormonales", es decir, la combinación de sustancias químicas que en nuestro organismo pueden actuar como hormonas artificiales, alterando la reproducción sexuada. Así lo dio a conocer en 1962 la bióloga norteamericana Rachel Carson en su "Primavera Silenciosa", *best-seller* que fundó las bases del ecologismo moderno. La autora escogió el título para su libro porque quiso remarcar que, de seguir así, podríamos vivir una primavera sin pájaros, absoluta, silenciosa. "La cuestión es si alguna civilización puede desencadenar una guerra implacable sin destruirse a sí misma y sin perder el derecho a llamarse civilización", expresa la autora. La osadía del hombre de creerse capaz de manipular impunemente la vida y la naturaleza lo ha llevado a activar una guerra silenciosa cuyas consecuencias no es preciso imaginar, mucho menos prever.

- CARSON, R.L. 2010. *Primavera silenciosa*. Traducción: Joandomènec Ros. Colección Drakontos Bolsillo. Editorial Crítica, Barcelona.

¿Qué sucede en otros países como consecuencia de la contaminación con plaguicidas?

Almería, España: caso emblemático en la conciencia social del uso de plaguicidas

La localidad de Almería en España cuenta con más de 14.000 hectáreas destinadas a cultivos protegidos, de allí que se la conozca como “el mar plástico”.

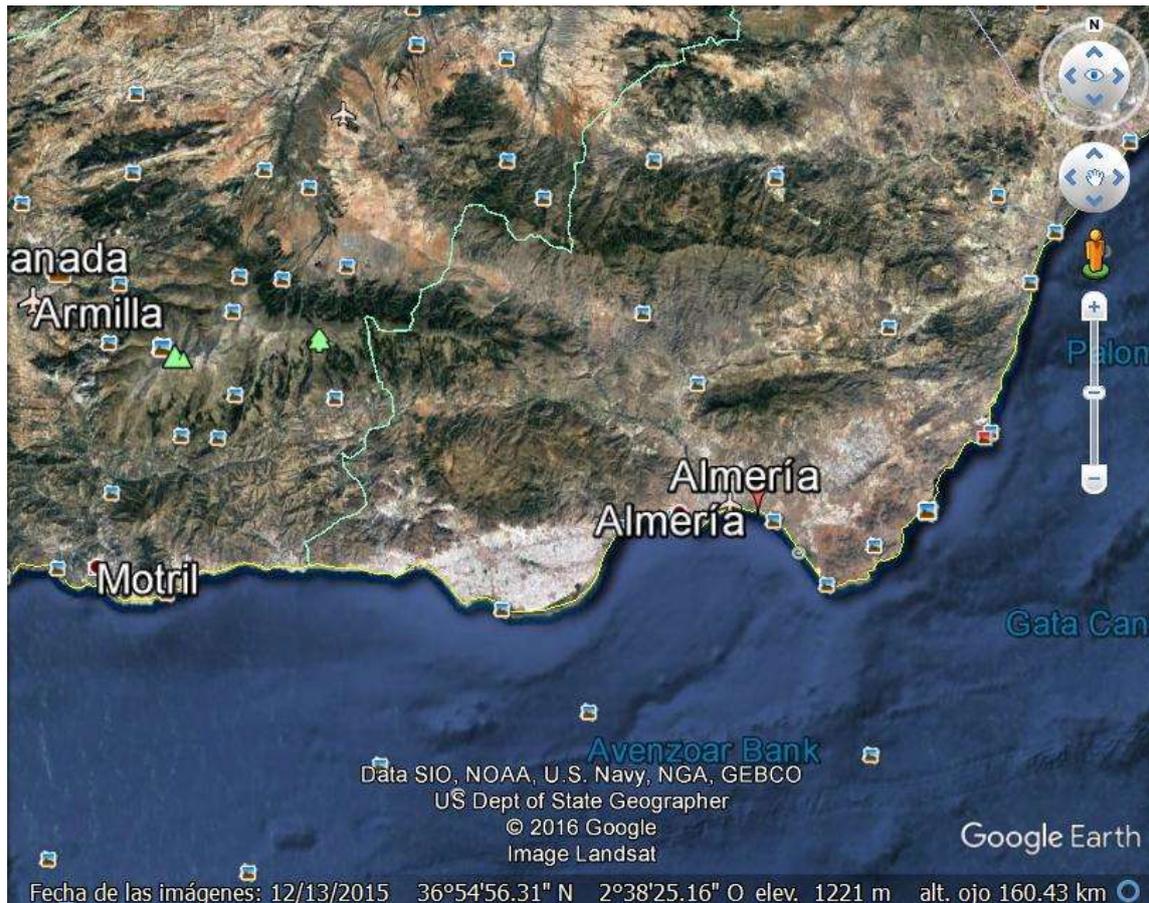


Imagen satelital de Almería en el sur de España, se observa el mar denominado “el mar plástico”. La densidad de invernaderos por unidad de superficie hace que en la imagen satelital se refleje el plástico utilizado para los invernaderos de cultivos hortícolas, fundamentalmente tomate y pimiento. Se hallan en la zona más de 14.000 hectáreas de invernaderos.



Detalle la superficie cubierta y la importancia de la producción hortícola en la ciudad de Almería

En el período del 2006-, un grupo de productores exportaron a otros países europeos una partida de pimientos, y se detectaron residuos de insecticidas. Este incidente fue reportado a España e inmediatamente se difundió por los medios de comunicación llevando a la clausura de 37 fincas productoras. La población, advertida de esta situación, y reconociendo futuros riesgos a la salud, decidió no comprar los pimientos provenientes de Almería que se encontraban en los mercados españoles. Esto se convirtió en el punto de inflexión para que los productores de Almería incorporaran finalmente a la utilización de insectos benéficos para el control de plagas, en reemplazo de los productos agroquímicos, como lo habían hecho anteriormente en otras localidades. En la actualidad, la utilización de plaguicidas está explícitamente prohibida y penada legalmente para los productos de consumo fresco como son las hortalizas. En su lugar se producen y utilizan bioinsumos que hacen, a la actividad de producción de hortalizas inocuas, más amigable y rentable con el ambiente.

A continuación, se pueden analizar dos recortes de diarios de España en el año 2006, el “ABC de Sevilla” y “El Diario Vasco”, con titulares en la primera página sobre casos de residuos de plaguicidas en pimientos exportados.

HEMEROTECA > 30/12/2006 >

Inmovilizan 18 fincas de Almería para controlar los pimientos con pesticidas

Técnicos de la Consejería de Agricultura, que han comenzado la inspección de las explotaciones de las que podrían proceder los pimientos con pesticida ilegal, decretaron la inmovilización de 18

ARXW. BAYARRETE. ALMERÍA
Actualizado 30/12/2006 - 12:06:09



Un invernadero de pimientos en El Ejido que ayer continuaba su actividad con normalidad al no verse afectado por la inspección./EFE

diariovasco.com | Registro | Hemeroteca | BUSCAR: en diariovasco

PORTADA | ÚLTIMA HORA | ECONOMÍA | DEPORTES | OCIO | PARTICIPACIÓN

EDICIÓN IMPRESA | **EL DIARIO VASCO**

ALDÍA

Andalucía cree que puede haber más pimientos contaminados por insecticida

SEVILLA. El consejero de Agricultura y Pesca, Isaías Pérez Saldaña, pronosticó ayer que en las «próximas horas» podrían aparecer más lotes de pimientos contaminados con un insecticida ilegal, procedentes de Almería, en otros países europeos. En este sentido, explicó que en Londres hay cierta «intranquilidad» porque ha llegado una partida de la misma zona de Almería que fue a parar a Alemania y en la que se detectó la presencia del fitosanitario ilegal Irofen Fosmetil.

Imprimir | Enviar

Publicidad

Click!

Ediciones: ▼

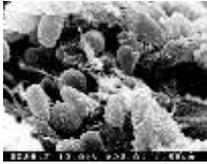
- Al día
- Opinión
- Política
- Deportes
- Economía
- Mundo
- Cultura
- Gente

Discusión y reflexiones finales

Las poblaciones españolas, al tomar conocimiento a través de los medios de comunicación que los pimientos provenientes de Almería contenían residuos de un plaguicida, inmediatamente dejaron de consumirlos en el mercado interno y en el seno de la Comunidad Económica Europea, causando graves problemas en la dinámica de consumo. Dado que en Europa la mayoría de los plaguicidas están prohibidos, en ese momento, la noticia tuvo gran impacto en la comunidad, más aun teniendo como alternativa los insumos biológicos para el manejo de plagas. Numerosas empresas se encuentran dedicadas a la venta de insectos, ácaros y demás grupos biológicos, compatibles con el ambiente para el control de las plagas. A partir de la enorme pérdida que tuvo la ciudad de Almería por las toneladas de pimientos que no pudo comercializar, se integró al mercado que actualmente demanda productos saludables, incorporando el Control biológico de plagas, de manera no contaminante y económica.

Para finalizar sería interesante establecer un debate desde nuestra posición de consumidores, alumnos, docentes e investigadores para determinar cuáles son los factores que hacen falta desarrollar y fomentar para alcanzar un posicionamiento social, ético y político que exija alimentos inocuos y propiciar el cuidado del ambiente, del cual somos parte y nos conforma.

2. *Los reinos de la vida*



Monera



Protista



Fungi



Plantae



Animalia

www.pixabay.com

Más de cinco millones de tipos de organismos conocidos habitan la Tierra, y se estima una cifra muchas veces mayor, que aún queda por descubrir. Los científicos han intentado ordenar esta gran diversidad de seres vivos de manera significativa. Todas las formas de vida conocidas pueden reunirse en grandes grupos, llamados reinos. En los tiempos de Lineo se conocían tres reinos: animal, vegetal y mineral y hasta hace muy poco tiempo, se clasificaban a los seres vivos tan sólo en dos grandes grupos, como animales y plantas. La mayoría de las propuestas de clasificación contemporáneas relativas a reinos se basan en la organización celular y en el modo de nutrición de los organismos. Siguiendo estos criterios la clasificación más utilizada agrupa los seres vivos en cinco reinos: Monera, Protista, Fungi (hongos), Plantae y Animalia. Los miembros del reino Monera -los procariotas- se identifican por su organización y bioquímica celular únicas. Los Protistas son organismos eucariotas que a su vez se los caracteriza como autótrofos o heterótrofos, siendo la mayoría unicelulares. Todos los eucariotas multicelulares se asignan a tres reinos en base a su forma de nutrición: los hongos absorben moléculas orgánicas del ambiente, las plantas las manufacturan por fotosíntesis, y los animales las ingieren de plantas o de otros animales. Así estos tres grupos tienen funciones ecológicas diferentes: las plantas son productores, los animales consumidores y los hongos descomponedores.

Reino Monera

El Reino Monera es el más antiguo y abundante; agrupa a todos los organismos microscópicos, unicelulares y procariotas como las bacterias verdes, azules y cianobacterias. Son los únicos organismos celulares sin un núcleo ni orgánulos delimitados por membranas. La forma depende del grado de dureza de la pared celular, que puede ser rígida o flexible. Muchas especies poseen extensiones largas

denominadas flagelos que cumplen la función de estructuras locomotoras, y también ciliadas, que les permiten unir las células a superficies. Se nutren por absorción o fotosíntesis, la reproducción es asexual por fisión binaria o bipartición, esporulación y por gemación o brotación. El éxito de los procariotas se debe a su gran diversidad metabólica y a su rápido ritmo de reproducción celular. En condiciones óptimas, una población de la bacteria *Escherichia coli*, que es probablemente el procariota más conocido y estudiado, puede duplicarse cada 20 minutos.

Son organismos que toleran ambientes extremos como las aguas heladas de la Antártida o las aguas termales naturales, que otros organismos no pueden soportar. Algunos representantes se encuentran entre los pocos organismos que viven sin oxígeno obteniendo su energía de procesos anaerobios, mientras que los anaerobios facultativos pueden vivir con o sin oxígeno. Cuando las condiciones son desfavorables suelen formar esporas de paredes gruesas que constituyen formas de resistencia, gracias a las cuales persisten largos periodos de tiempo sin agua, nutrientes o condiciones extremas de temperatura. Algunas sobreviven. Desde el punto de vista ecológico, las bacterias son importantes como descomponedores, degradando la materia orgánica para que sea asimilable por las plantas; y en la fijación del nitrógeno atmosférico en el suelo. Algunos procariotas poseen vida libre mientras que otros, viven en simbiosis con las plantas. La mayoría de las enfermedades humanas, como la neumonía, tuberculosis o el cólera son producidas por integrantes del Reino Monera.

Reino Protista

Todos los Protistas son eucariotas, comprenden organismos microscópicos unicelulares si bien, pueden hallarse organismos multicelulares o multinucleares de estructura simple. Se trata de un reino con organismos de alimentación heterótrofa unicelular (protozoarios); organismos heterótrofos multicelulares y multinucleados (mohos mucilaginosos y acuáticos); también comprende a los autótrofos fotosintéticos (algas), y otros de naturaleza versátil que pueden ser tanto autótrofos como heterótrofos.

Los Protistas unicelulares no son “simples”, dado que cada célula es un organismo independiente capaz de cumplir todos los requisitos de un organismo vivo complejo. Dentro de estos, los ciliados constituyen una de las células más complejas con gran cantidad de estructuras especializadas. Suelen ser más grandes que las bacterias, algunos dotados de movilidad. Habitan ambientes acuáticos, como las diatomeas y algas pardodoradas. Ambas, componentes importantes del agua dulce y el fitoplancton marino. Las algas verdes, al igual que las plantas, poseen clorofila y ciclos

de vida complejos, con alternancia de ciclos sexuales y asexuados. Entre los protozoarios se encuentran los flagelados, las amebas y ciliados, tanto de vida libre como parásita.

Reino Fungi

El Reino Fungi incluye a los hongos y levaduras, organismos eucariotas que, si bien por mucho tiempo fueron clasificados junto con las plantas, sus representantes son diferentes a cualquier otro grupo. Algunos son unicelulares (levaduras), aunque la mayoría de ellos están conformados por masas de filamentos multicelulares (hongos). Con el nombre de hifa se denomina al filamento fúngico, y “micelio se llama al conjunto de hifas de un solo organismo. Como característica distintiva, las paredes de las hifas tienen quitina, que es un polisacárido ausente en las plantas y que se encuentra en el exoesqueleto o cubierta dura de los insectos y otros artrópodos. El micelio se origina por la germinación de una única spora. Si bien los hongos son inmóviles, las esporas pueden ser llevadas a grandes distancias por el viento. Se distinguen por su rápido crecimiento. Tal es así que, si se pusieran todas las hifas que desarrollan en 24 horas, una a continuación de la otra, superarían el kilómetro de longitud. Los hongos son heterótrofos saprobios o parásitos, obtienen el alimento absorbiendo sustancias orgánicas e inorgánicas de la superficie sobre la cual crecen. Para ello segregan enzimas digestivas sobre la fuente de alimento y luego, incorporan las partículas más pequeñas que fueron segregadas. Las formas parásitas poseen haustorios (extremo de las hifas que permite incorporar nutrientes) que penetran la célula de la cual se van a alimentar.

Los hongos y las bacterias son los principales descomponedores de la materia orgánica, siendo muy abundantes en los primeros centímetros de un suelo fértil, de allí su importancia en los ecosistemas. Cumplen además un rol destacado en la producción de alimentos como las levaduras y lactobacilos. Por último, algunos representantes producen enfermedades fúngicas en las plantas, como así también en los animales y el hombre.

Reino Plantae

El Reino Plantae comprende aquellos organismos eucariotas, pluricelulares, inmóviles y autótrofos denominados plantas. Sus células, a diferencia de las animales, poseen una pared celular rígida por fuera de la membrana de la célula, también cloroplastos y un pigmento verde -la clorofila- responsable de captar la energía

luminosa que proviene del sol y de usarla para la realización de un mecanismo llamado “fotosíntesis”. Este proceso transforma la energía lumínica en química y de esta forma, las plantas toman el dióxido de carbono de la atmósfera y lo incorporan a compuestos orgánicos complejos como los carbohidratos. Además, son capaces de adquirir sustancias inorgánicas del suelo como el nitrógeno y el azufre, y utilizarlos para sintetizar vitaminas, proteínas y otros compuestos esenciales para su vida. Los animales no pueden obtener compuestos orgánicos a través de los inorgánicos, y por lo tanto, dependen enteramente de las plantas para obtenerlos.

Dentro de este reino encontramos dos grandes grupos: las briófitas o musgos y las plantas vasculares. Los primeros son plantas relativamente pequeñas de lugares húmedos, que carecen de tejidos vasculares y de hojas verdaderas, aunque poseen tejidos diferenciados para la fotosíntesis, almacenamiento y fijación. Por otro lado, las plantas vasculares se dividen entre las que no poseen semillas (helechos) y las que cuentan con ellas. Dentro de estas últimas, se conocen las gimnospermas (coníferas) con semillas desnudas en conos, y las angiospermas en las cuales las semillas están dentro de los frutos (plantas con flores). Las angiospermas son un grupo con aproximadamente 235.000 especies descritas constituyéndose en las plantas predominantes del paisaje moderno. Se caracterizan por presentar flores y frutos. Las flores atraen los insectos polinizadores y sus frutos, facilitan la dispersión de la semilla.

Reino Animal

Todos los animales son multicelulares y heterótrofos. Sus células carecen de pigmentos fotosintéticos, de modo que los animales obtienen sus nutrientes alimentándose de otros organismos. Su forma de reproducción más común suele ser la sexual. Los animales complejos tienen un alto grado de especialización en sus tejidos y su cuerpo está muy organizado. Estas características surgieron junto con la movilidad que los caracteriza, los órganos sensoriales complejos, los sistemas nerviosos y los sistemas musculares.

Al reino Animal pertenecen alrededor de dos millones de especies de seres vivos. Básicamente se pueden clasificar didácticamente en dos grandes grupos: los vertebrados y los invertebrados.

Vertebrados

Los vertebrados son aquellos animales que poseen un esqueleto, y está formado principalmente por una columna vertebral. Esta se compone por varios huesos

articulados de tamaño pequeño llamados vértebras. La misma atraviesa todo el dorso del animal y protege a un haz de nervios o médula espinal que se encuentra conectada con el encéfalo, de donde parten, a su vez, las terminaciones nerviosas hacia todo el organismo. El encéfalo de los vertebrados está protegido por el cráneo, que aloja los órganos de los sentidos de la vista, olfato, gusto y oído. A diferencia de los invertebrados, el sistema circulatorio tiene posición ventral, y el sistema nervioso se ubica en posición dorsal. La reproducción de este grupo de animales es de tipo sexual en todos los casos. Los vertebrados constituyen aproximadamente el 5% de todas las clases de animales y se pueden dividir en cinco grandes grupos: mamíferos, reptiles, anfibios, aves y peces. El ser humano pertenece al grupo de los mamíferos.



Invertebrados

Los invertebrados forman la inmensa mayoría del reino Animal entre el millón de especies animales conocidas por la ciencia. El 95% de la totalidad de los animales, carecen de columna vertebral, de allí la denominación “invertebrados”. Estos son heterótrofos multicelulares, dependiendo directa o indirectamente de las plantas o algas para nutrirse. Dentro de este grupo se encuentran representantes muy diversos como las esponjas, medusas y corales, siendo de importancia clave para la agricultura. Se enumeran aquí: nematodos, lombrices, babosas, caracoles y artrópodos, como grupo taxonómico más significativo que incluye a los cien y mil pies, bichos bolita, ácaros, garrapatas y a los insectos. Los animales invertebrados poseen un sistema circulatorio

dorsal, un sistema nervioso ventral, y distintos tipos de reproducción, sea sexual, por partenogénesis o hermafroditismo.

Dado que los invertebrados son los animales más numerosos y que se encuentran representantes de importancia agronómica, volverán a retomarse en otras secciones de la obra.

- CURTIS, H., N.S. BARNES, A. SCHENEK & A. MASSARINI. 2008. *Biología*. 7ª ed., Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires.
- AUDESIRK, T., G. AUDESIRK & B. BYERS. 2013. *Biología*. La vida en la Tierra con fisiología. Ed. Pearson. 9º ed.
- VILLE, C.A. 2003. *Biología*. 8º ed., Mc GrawvKill, Mexico.
- WEISZ, P.B. 1972. *Elementos de Biología*. 4º ed.; Omega, España.

3. Insectos benéficos

Esta sección estará dedica especialmente a los insectos que se incluyen en el grupo de los invertebrados del reino Animal. Entre los insectos que benefician al hombre y al medio ambiente se encuentran los polinizadores de distintas especies vegetales, están también aquellos que elaboran productos de consumo, o aquellos que sirven de alimento al hombre y a los animales, asimismo los utilizados en la medicina y otras ciencias y por último, los insectos que ejercen Control biológico de plagas y malezas. Otros son eficaces colaboradores en la desintegración de la materia orgánica y fertilización del suelo. Y también son relevantes en tanto inspiradores de distintas manifestaciones culturales (Loiácono *et al.*, 2010).

Muchas especies se relacionan entre sí mediante cadenas tróficas complejas, como es el caso de los parasitoides, predadores e hiperparasitoides, que se alimentan y viven en poblaciones de insectos fitófagos; también son importantes aquellos que transmiten agentes patógenos a las plantas y otros organismos, así como los que cuidan y trasladan a otros insectos (Vazquez Moreno, 2012). Sobre la base de su relación con el hombre, los insectos desarrollan diversos roles en los agroecosistemas, pueden ser considerados benéficos, perjudiciales o neutros, puesto que su número es tan pequeño que sus efectos no son detectados por el hombre.

En el primer grupo mencionado, el de los insectos fitófagos que habitan en los ecosistemas naturales, generalmente se encuentran en equilibrio poblacional con sus reguladores naturales, mediante un sistema de relaciones que incluye a sus plantas hospedantes y a las características del clima, entre otros factores. En los sistemas agrícolas, debido al alto grado de modificaciones realizadas por la intervención humana, este equilibrio natural se altera, lo que contribuye a que algunas especies de insectos fitófagos incrementen sus poblaciones y se alimenten con más intensidad de una especie de planta, generalmente el cultivo de mayor extensión. La intensificación de la producción agropecuaria ha sido el principal factor por el cual las poblaciones de algunas especies de insectos crecen hasta ser consideradas como plagas (Loiácono *et al.*, 2010).

Diversidad de insectos benéficos

Son diversos los organismos que se consideran beneficiosos para los agroecosistemas. Entre ellos se encuentran los enemigos naturales de los insectos plaga. Su acción directa sin la intervención del hombre es conocida como control natural. Algunos enemigos naturales son generalistas, viven alimentándose de gran variedad de especies; en cambio, los especialistas consumen individuos de una o unas pocas especies. Se pueden estudiar desde dos puntos de vista, biológico y ecológico. En principio, desde el punto de vista biológico, se los agrupa en cuatro clases básicas: depredadores, parásitos, patógenos y parasitoides (Loiácono *et al.*, 2010; Margaría, 2012).

Depredadores

Un depredador es un organismo que captura, mata y se alimenta de otro que se denomina presa. En general, el tamaño corporal del depredador es mayor que el de la presa y puede atacar y consumir varias de éstas durante su vida. Los depredadores pertenecen a diferentes grupos de animales, desde organismos poco complejos unicelulares hasta los mamíferos.

Los insectos depredadores conocidos coloquialmente como el “tata dios”, las “vaquitas de San Antonio” y las “galeritas”, entre otros, son aquellos que capturan y se alimentan de presas vivas, que normalmente son otros insectos, aunque también pueden alimentarse de una gran variedad de pequeños animales, en general invertebrados. Tanto los estados juveniles como los adultos de los insectos pueden comportarse como depredadores. En algunos casos, sólo una de las fases del desarrollo del insecto tiene actividad de depredación, por ejemplo en algunos escarabajos acuáticos, donde sus larvas son depredadoras y los adultos herbívoros.

Parásitos

Un parásito es un organismo que, durante una parte o toda su vida, vive a expensas de otro llamado hospedador. En general, su cuerpo es más pequeño que el de su hospedador, al que le causa daño y en pocos casos producen su muerte, cuando el número de individuos es alto. Cuando el individuo parásito se desarrolla externamente al hospedador se habla de ectoparásito, como las garrapatas, piojos y pulgas; si lo hace

en el interior del cuerpo, se denomina endoparásito, como los gusanos planos (tenias intestinales) y los gusanos cilíndricos (nematodos).

Patógenos

Son microorganismos considerados parásitos, e incluyen virus, bacterias, hongos y protozoarios. Estos agentes tienen grandes ventajas: su alta especificidad por el hospedador en que suelen habitar, así también su forma natural de diseminación y el bajo riesgo de toxicidad. Estos microorganismos se multiplican en el interior del hospedador, incluso lo hacen dentro de sus células, provocando reacciones del sistema de defensa. Tienen una forma de transmisión de carácter pasiva, en general ingresan por vía oral, pero en el caso de los hongos lo hacen a través de la cubierta corporal del organismo blanco. Se han aislado alrededor de 300 virus patógenos a partir de insectos plaga de importancia agrícola y algunos de ellos han jugado un papel importante en su control.

Parasitoides (ver Anexo I)

Un parasitoide es un insecto que en su estado inmaduro (larva) se alimenta y desarrolla en un organismo llamado hospedador –H– (generalmente insecto o araña), al cual finalmente mata. Es de tamaño relativamente grande comparado con el del hospedador y el adulto, es de vida libre. Los adultos pueden alimentarse o no, y en general cuando se alimentan lo hacen de jugos azucarados, néctar, polen o desechos orgánicos de origen vegetal o animal. Sin embargo, existen muchas especies cuyas hembras deben alimentarse de los hospedadores para poder producir sus huevos. Los hospedadores pertenecen a la misma clase taxonómica o una clase estrechamente relacionada. Los parásitos se diferencian de ellos porque necesitan mantener vivo a su hospedador, tienen un tamaño menor, y son de otra clase taxonómica.

Con respecto a la biología de los parasitoides es posible caracterizarla del siguiente modo (Cuadro I):

Estrategia de exploración	Cenobiontes	Idiobiontes
Posición en relación al H	Endoparasitoides	Ectoparasitoides
Nº de individuos por H	Solitarios	Gregarios
Relación trófica	Parasitoides primarios	Hiperparasitoides
Estrategias utilizadas	Huevo, larva, pupa, adulto Huevo/larva, huevo/pupa, larva/pupa	Huevo, larva, pupa, adulto Huevo/larva, huevo/pupa, larva/pupa

Cuadro I. Comparación biológica de los parasitoides. (H= hospedador).

En función de la estrategia de desarrollo que utilizan se clasifican en (Cuadro II):

Idiobionte	Cenobionte
Detiene el desarrollo del H cuando ovipone	Permite el desarrollo del H después de oviponer
Adulto de vida larga	Adulto de vida corta
Adulto se alimenta del H	Adulto no se alimenta del H
Amplio rango de H	Rango restringido de H
H escondidos o protegidos por una fina película	H expuestos o escondidos temporalmente
Diferencias e/especies: morfológicas: oviposición en el H	Diferencias e/especies: fisiológicas: larva evita la respuesta inmunológica del H

Cuadro II. Comparación de los ciclos de vida de parasitoides

Desde el punto de vista ecológico, los insectos son componentes clave en la dieta de muchos animales terrestres, juegan un rol importante como descomponedores y son empleados como indicadores de la calidad del ambiente. Su función en la naturaleza se ve reflejada en el reciclaje de nutrientes, descomposición de materia orgánica y en la aireación del suelo.

Los organismos consumidores o heterótrofos se alimentan de otros organismos para incorporar sustancias orgánicas. Estos pueden ser primarios como los herbívoros

que consumen materia orgánica vegetal viva, secundarios o carnívoros que ingieren materia orgánica animal viva. Se incluyen también entre los secundarios los descomponedores o saprótrofos, consumidores de residuos procedentes de otros organismos tales como hojas muertas, cadáveres o excrementos. Los descomponedores facilitan la aireación y fertilización del suelo, reciclan los desechos de los productores y consumidores, y permiten reingresar los nutrientes al ecosistema, dando así cierre a la cadena alimenticia iniciada por los productores.

Muchos insectos son considerados plaga porque compiten con los humanos por comida, transmiten enfermedades e invaden cultivos, jardines y hogares. Pero este punto de vista no reconoce el rol de los insectos en los ecosistemas. La mayoría de las plantas dependen de los insectos para la polinización de sus flores. A su vez, los humanos y otros animales terrestres dependen de las plantas para alimentarse. Sin los insectos polinizadores, muy pocos frutos y vegetales estarían a disposición. Si todos los insectos desaparecieran hoy, dentro de un año la extinción de las plantas llevaría a la muerte de la mayor parte de los animales del planeta. A su vez, la Tierra estaría cubierta de gran número de bacterias y hongos descomponiendo volúmenes elevados de materia orgánica. Afortunadamente, éste no es un escenario posible ya que los insectos son el grupo de animales más antiguos que viven sobre la Tierra, fueron los primeros animales en invadirla y colonizar el aire, y hoy son los animales más diversos y abundantes.

Polinización

Es un proceso fundamental para que las plantas con flores produzcan sus frutos y semillas; mediante ésta se lleva a cabo la reproducción sexual en estos vegetales. Los polinizadores son los animales que visitan las flores en busca de algún recurso (néctar, polen) y durante esas visitas transportan el polen de una flor a otra. Más del 90% de las plantas con flores son polinizadas por insectos, a esta polinización se la denomina entomófila. Estos organismos son especialmente apropiados para polinizar, ya que tienen un tamaño relativamente semejante al de las flores, son muy numerosos, voladores, y por lo tanto muy móviles. Entre los insectos que visitan las flores se encuentran los coleópteros (escarabajos), los dípteros (moscas), los lepidópteros (mariposas) y los himenópteros (abejas, abejorros y avispas).

Los escarabajos son insectos polinizadores no especializados, tienen un aparato bucal adaptado para masticar, por lo tanto, no pueden alimentarse de néctar con facilidad. Consumen partes florales y polen, el cual queda adherido a su cuerpo, y al visitar otra flor, lo transfieren a ella. Además de utilizar a las flores para alimentación, lo hacen para el apareamiento y depositar sus huevos. Las flores visitadas por los escarabajos suelen tener colores variables, poco vistosos, producir olores fuertes, frutales o putrefactos, y presentar forma plana o cóncava, contienen abundante polen y nectarios accesibles.

Las moscas son polinizadores oportunistas, y en general, no especializados. Utilizan a las flores para su alimentación y para depositar sus huevos. Presentan un aparato bucal chupador que les permite consumir néctar, aunque también ingieren polen. Algunas flores atraen a moscas de la carne emitiendo olores desagradables.

Las mariposas son insectos, presentan pelos y escamas sobre la superficie de su cuerpo y además alas. En sus visitas a las flores el polen se adhiere a estas estructuras y así lo transfieren a otras flores durante la siguiente visita. Estos insectos tienen un aparato bucal alargado (espiritrompa), que les sirve para llegar hasta el néctar de la flor. En general, las flores visitadas por las mariposas son de forma tubular, en cuyo fondo se encuentran los nectarios. Aquellas polinizadas por mariposas diurnas presentan colores brillantes y fragancias tenues, mientras que las visitadas por mariposas nocturnas son de colores claros y aromas fuertes. Algunas plantas polinizadas por mariposas nocturnas, abren sus flores, emiten fragancias y comienzan la producción de néctar sólo por la noche, mientras que algunas plantas polinizadas por mariposas diurnas cesan la producción de néctar y olor durante la noche.

Entre las abejas, abejorros y avispa, son las abejas las que mayoritariamente se comportan como polinizadores, tanto solitarias como sociales -abejas melíferas y abejorros-. Se caracterizan por la presencia de pelos plumosos sobre la superficie del cuerpo y estructuras para acumular polen, que pueden estar ubicadas en las patas posteriores o parte ventral del abdomen. Así el polen se adhiere a los pelos y pasa a las estructuras especiales, y es transportado a otra flor, a la colmena o nido. Presentan un aparato bucal lamador, adaptado para obtener néctar, y su longitud depende del tipo de flor que visiten y de la profundidad del nectario.

Las flores visitadas por las abejas presentan pétalos atractivos con guías de néctar y aromas dulces, a veces modificados a manera de una plataforma de aterrizaje,

generalmente de colores vistosos y brillantes, pero nunca rojos, por su incapacidad de reconocer este color. Las abejas son los polinizadores por excelencia. Su eficacia se debe a su profusión, vuelo rápido, tendencia a visitar varias flores de la misma especie, y a la necesidad de grandes cantidades de néctar y polen. La especialización de sus pelos permite la captura de hasta 15.000 granos de polen por abeja.

Las avispas conforman un grupo de menor importancia en el proceso polinizador y no son visitantes especializados, sin embargo, algunas plantas son exclusivamente visitadas por ellas. Un caso interesante es la interacción entre un grupo de pequeñas avispietas y las higueras, esta relación es altamente complicada y específica, en general, cada especie de higuera tiene su especie de avispieta polinizadora, ésta utiliza el higo para la alimentación y refugio de sus larvas, ya que la hembra adulta deposita allí a sus huevos.

Control biológico

Dentro de los enemigos naturales, los más eficientes controladores son los parasitoides. Algunos de los más importantes se muestran en el Cuadro III. Aunque el Control biológico de plagas se ha aplicado aproximadamente desde el año 1870, el empleo de los enemigos naturales para su control, a escala comercial, sólo se ha desarrollado en los últimos 40 años. Algunas producciones como en plantaciones de manzanos y vid, cultivos de maíz, algodón, caña de azúcar y soja en invernaderos, han sido una exitosa herramienta ambiental y económicamente racional. El éxito del Control biológico en los cultivos anuales, fundamentalmente depende de la calidad de los enemigos naturales, que son producidos por las empresas de cría masiva comercial. En la actualidad están disponibles en el mercado más de 150 especies de enemigos naturales controladores de plagas agrícolas y hortícolas. A nivel mundial, hay alrededor de 85 empresas comerciales de enemigos naturales.

La disponibilidad comercial de los enemigos naturales está cambiando continuamente; las empresas y los proveedores lo publican de forma regular en la revista “Especialistas en Manejo Integrado de Plagas” -*IPM Practitioner* en inglés- y en páginas web (por ejemplo www.koppert.nl o www.biobest.be).

Orden	Familia	Tipo de hospedador
	Aphelinidae	Cochinillas, pulgones, moscas blancas, psílidos, chinches y moscas
	Braconidae	Larvas de escarabajos, moscas, mariposas, pulgones, chinches
	Chalcididae	Larvas y pupas de mariposas, moscas,
	Encyrtidae	Cochinillas, huevos o larvas de escarabajos, moscas, mariposas, crisopas, avispa, huevos de langostas y chinches
HYMENOPTERA	Eulophidae	Huevos, larvas, pupas y adultos de 10 órdenes de insectos, aun acuáticos.
	Figitidae	Larvas de moscas, crisopas y avispa
	Ichneumonidae	Larvas de escarabajos, mariposas y avispa
	Mymaridae	Huevos de cicadélidos, langostas, grillos, escarabajos, chinches, pulgones y moscas
	Perilampidae	Pupas de avispa, escarabajos y crisopas
	Pteromalidae	Larvas de escarabajos, pulgones, chicharritas, chicharras y moscas
	Scelionidae	Huevos de 10 órdenes de insectos
	Torymidae	Más de 8 órdenes de insectos
	Trichogrammatidae	Huevos de mariposas, chinches, escarabajos, trips, moscas, crisops y otros himenópteros
DIPTERA	Tachinidae	Larvas de mariposas, escarabajos, estados inmaduros de chinches, langostas y tucuras

Cuadro III. *Principales órdenes y familias de parasitoides y sus hospedadores*

Sólo treinta de las especies benéficas constituyen el 90% de las ventas totales. Un indicador de la importancia de los grupos de enemigos naturales es la financiación para el control de distintos grupos de plagas: mosca blanca, trips, ácaros y pulgones. Estos representan el 84% del total de fondos asignados para control biológico de plagas. Se observa que hay muchas más especies de enemigos naturales disponibles

comercialmente en Europa que en los EE.UU., hecho que puede deberse a que la producción en invernaderos es mucho más importante en Europa (Cuadro IV).

Enemigo natural	plaga	Cultivo	millones de hectáreas	región
<i>Trichogramma</i> spp.	Lepidópteros	hortícolas cereales, algodón	3-10	Rusia
<i>Trichogramma</i> spp.	Lepidópteros	diversos cultivos y plantaciones forestales	> 2	China
<i>Trichogrammaspp.</i>	Lepidópteros	maíz, algodón, caña de azúcar, tabaco	1.5	México
<i>Trichogramma</i> spp.	Lepidópteros	cereales, algodón, caña de azúcar, pasturas	1.2	América del Sur
Múltiples virus de <i>Anticarsia gemmatalis</i>	Oruga de la soja	Soja	1	Brasil
Hongos entomopatógenos	Barrenador del café	Café	0.55	Colombia
Agentes microbianos	Lepidópteros		1	Rusia
<i>Cotesia</i> sp.	Barrenador de caña de azúcar	Caña de azúcar	0.4	América del Sur, China
<i>Trichogramma</i> spp.	Lepidópteros	Cereales, arroz	0.3	Sudeste de Asia
>30 especies de enemigos naturales	Numerosas plagas	Cultivos de invernaderos	0.05	Mundial
<i>Trichogramma</i> spp.	<i>Ostrinia nubilalis</i>	Arroz	0.05	Europa
Parasitoides de huevos	Chinches de soja	Soja	0.03	América del Sur
<i>Orgilus</i> sp.	Polilla de brote del pino	Plantaciones de pinos	0.05	Chile
Cinco especies de enemigos naturales	Lepidópteros, Hemípteros, arañuela roja	Huertas	0.03	Europa

Cuadro IV. Situación actual de parasitoides utilizados a nivel mundial

Las exigencias actuales a nivel internacional para lograr una producción agroalimentaria basada en el respeto por el ambiente, hacen que el desarrollo de estrategias para el control de plagas adquiera un papel relevante. Cabe destacar que los insecticidas químicos continúan mostrándose incapaces de resolver problemas sanitarios en los cultivos, al tiempo que constituyen una fuente de contaminación y toxicidad de los sistemas ecológicos y de la salud humana. Mediante las técnicas de Control biológico, exitosamente, se han reducido numerosas plagas sin producir efectos nocivos colaterales para otros organismos. Para comprender cuáles son las bases que justifican dicho control es preciso saber que toda especie tiene enemigos naturales que regulan el crecimiento de sus poblaciones; y cuando éstos están ausentes o fallan por alguna razón, se incrementa la población de modo excesivo, se producen daños económicos y la especie es considerada plaga.

El Control biológico mediante la utilización de enemigos naturales, a diferencia del uso de insecticidas, presenta una serie de ventajas: no produce efectos nocivos colaterales hacia otros organismos incluido el hombre, las plagas no muestran resistencia, su éxito es con frecuencia a largo plazo pero permanente, y el tratamiento con insecticidas es eliminado parcialmente. La relación costo beneficio es ventajosa, evita plagas secundarias, y no existen problemas de intoxicación. El Control biológico es una de las técnicas más empleadas en el contexto del Manejo Integrado de Plagas (MIP) que considera como fundamental el respeto al medio ambiente. Se basa asimismo, en el análisis costo-beneficio teniendo en cuenta los intereses de los productores, la sociedad y el ambiente, así como el impacto de las medidas utilizadas sobre los mismos. El MIP utiliza todas las técnicas y métodos disponibles, compatibles entre sí, para mantener a las poblaciones de las plagas en niveles que no causen daño económico, además de considerar el uso de variedades resistentes, prácticas culturales y uso de plaguicidas de bajo impacto en momentos oportunos.

En el futuro el uso del Control biológico como parte del MIP debería ir en ascenso, tanto a razón del aumento en el número de plagas resistentes a los insecticidas, como de la acentuación de la contaminación del medio ambiente.

ANEXO I (tomado de Margaría, 2012)

- **Ectoparasitoides:** Se ubican y alimentan en el exterior del cuerpo del hospedador. A menudo atacan hospedadores en minas de hojas, hojas enrolladas o

agallas, lo que evita que el hospedador y el parasitoide estén separados. Un ejemplo de este tipo de parasitoide es la avispa del género *Diglyphus* (Hymenoptera: Braconidae) que parasita al “minador de la hoja” del género *Liriomyza*.

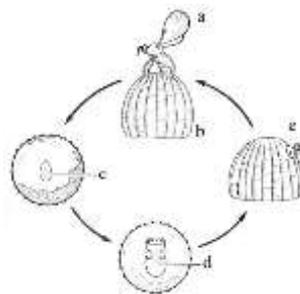
- **Endoparasitoides:** Se ubican y alimentan en el interior del cuerpo del hospedador. Como ejemplo se puede mencionar a la avispa *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) parasitoide del “barrenador de la caña de azúcar” *Diatraea saccharalis*.

De acuerdo al número de individuos que emergen del hospedador pueden ser:

- **Solitarios:** aquellos en los que un solo individuo se desarrolla dentro de su hospedador, como es el caso de la avispa *Diaeretiella* spp. (Hymenoptera: Braconidae) parasitoide del pulgón *Myzus persicae*.

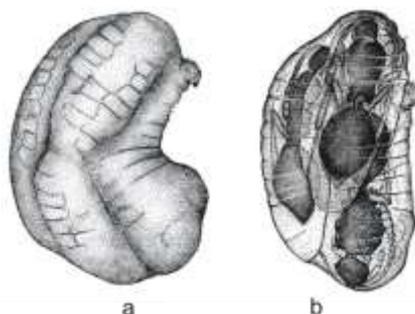
- **Gregarios:** se desarrollan varios parasitoides en su hospedador, como es el caso de la avispa del género *Cotesia* (Hymenoptera: Braconidae) parasitoide del “barrenador de la caña de azúcar” *Diatraea saccharalis*.

- **Idiobiontes:** la larva del parasitoide se alimenta de un hospedador que detiene su desarrollo después de ser parasitado, es decir, son parasitoides de huevos, larvas y pupas. Los parasitoides internos de estados diferentes a los de huevos deben suprimir el sistema inmunológico del hospedador mientras que los parasitoides de huevos y los parasitoides externos, no. Aquellos que deben superar el sistema inmunológico del hospedador a menudo son más especializados que los grupos que no lo hacen. Los parasitoides de huevos, como las especies de la avispa *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) que parasitoidiza mariposas, por ejemplo, tienen rangos de hospedadores mucho más amplios que los parasitoides larvales internos, como las especies del braconido del género *Cotesia*.



Ciclo de vida de un parasitoide de huevos. a. Hembra adulta oviponiendo. b. Huevo del hospedador. c. Larva. d. Pupa. e. Emergencia del parasitoide

• **Cenobiontes** (=koinobiontes): la larva del parasitoide se alimenta de un hospedador que sigue su desarrollo después de ser parasitoidizado, son parasitoides de huevo-larva y larva-pupa. Es decir, al continuar el desarrollo del hospedador, el parasitoide ingresa en el estado de huevo o larva, y el adulto emerge en el estado de larva o pupa. Un ejemplo de este parasitoide es la avispa *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae), parasitoide de la “polilla dorso de diamante” *Plutella xylostella*; y las avispas diápridos que atacan larvas de hormigas.



a. Larva de hormiga parasitoidizada. b. Avispa de la familia diápridos vista por transparencia a través de la larva de la hormiga.

El superparasitoidismo ocurre cuando varios huevos de una especie de parasitoide pueden sobrevivir en un mismo hospedador, mientras que la presencia de dos o más individuos de diferentes especies es llamada multiparasitoidismo. El hiperparasitoidismo ocurre cuando un parasitoide ataca a otro.

Los insectos parasitoides son los enemigos naturales más utilizados en el control biológico aplicado y juegan un papel fundamental como reguladores naturales. Entre los 1.193 enemigos naturales empleados en proyectos de control biológico a nivel mundial, el 76% son parasitoides y el 24% restante son depredadores. Entre las especies de parasitoides, el 84% pertenecen al Orden Hymenoptera, 14% a Diptera y el 2% restante a otros órdenes (Coleoptera, Neuroptera o Lepidoptera). Las especies de controladores más empleadas en control biológico pertenecen a las familias Braconidae, Ichneumonidae, Eulophidae, Pteromalidae, Encyrtidae, Aphelinidae (Hymenoptera) y Tachinidae (Diptera).

En gran medida, el uso preferencial de parasitoides sobre depredadores se debe a un mayor nivel de especialización de los primeros, es decir, mientras los insectos depredadores se alimentan generalmente de muchas especies de presas, los

parasitoides sólo son capaces de consumir desde uno a unos cuantos hospedadores. En este sentido, la dinámica poblacional de los insectos, en particular las plagas, generalmente está más ligada a la de los parasitoides. En consecuencia, son identificados como los principales responsables de la regulación de poblaciones de insectos.

- LOIÁCONO, M.S. & C. MARGARÍA (ed. lit.). 2010. *Insectos y hombres: Una diversidad de interacciones*. Al Margen Ed., Colección Diagoníos, 1º edición, La Plata, 122 págs.
- MARGARÍA, C. 2012. Los enemigos naturales: I. Parasitoides. Su utilización en el manejo de plagas. Cátedra Zoología Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (UNLP), 8 páginas. http://www.agro.unlp.edu.ar/sites/default/files/paginas/margaria_2012_enemigos_naturales.pdf (último acceso: 31 de octubre de 2016).
- VAZQUEZ MORENO; L. 2012. Los insectos, los agricultores y el manejo de la finca. *LEISA. Revista de Agroecología* 28(1).

4. *Productos fitosanitarios y el cuidado del ambiente*



Foto: Mónica Ricci

El propósito de este capítulo es aportar la difusión de saberes a favor de la preservación de la biodiversidad y al uso adecuado de productos fitosanitarios por parte de la población, especialmente a aquellos sectores sociales dedicados a la actividad agrícola.

¿Qué son los productos fitosanitarios?

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) se denomina producto fitosanitario –PF– (también conocidos como plaguicidas o agroquímicos) a “cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier organismo perjudicial para las producciones agrícolas y forestales como: insectos, ácaros, moluscos, roedores, hongos, malas hierbas, bacterias y otras formas de vida animal o vegetal”. Las plagas afectan al cultivo desde la implantación hasta las etapas de almacenamiento, transporte, distribución y elaboración de productos agrícolas y sus derivados.

Para alcanzar el nivel de producción de alimentos que el mundo requiere, el uso de los PF se justifica por razones técnicas y económicas, cuando otras alternativas de manejo de la plaga aplicadas no han sido suficientes.

Como se mencionó anteriormente la población mundial crece en forma sostenida, por lo tanto, se requerirá mayor cantidad y calidad de alimentos para satisfacer la demanda. Es fundamental la utilización de tecnologías que ayuden a potenciar e incrementar la cantidad de alimentos disponibles para el consumo humano: la optimización del uso del agua, el mejoramiento vegetal, la fertilización y la protección de la productividad de los cultivos. Se estima que sin la aplicación de PF, la producción mundial de frutas y hortalizas, forrajes y fibras disminuiría entre el 30 y el 40% por acción de las plagas.

Particularmente en la Argentina, la intensificación y simplificación de los sistemas productivos a través del monocultivo de soja, iniciada hacia 1.990, adoptó como método habitual de lucha contra las plagas el uso de PF, que trajo aparejados perjuicios ambientales como la pérdida de biodiversidad y problemas de salud tanto de los productores como de los consumidores. Sólo una pequeña fracción del total del PF aplicado al cultivo alcanza el sustrato de interés. El exceso se mueve a través del suelo, el aire, el agua y la biota. A continuación, abordaremos distintos contaminantes y sus efectos sobre la naturaleza.

Contaminación del agua

El ambiente acuático es complejo y diverso desde el punto de vista físico y biológico, incluye lagos, ríos, estuarios, costas marinas y océanos. Los PF llegan a los distintos cuerpos de agua, en los cuales pueden disolverse y difundirse. Por ello resulta importante conocer la solubilidad de los mismos dado que determina qué proporción será incorporada a los organismos y aquella fracción insoluble que será adsorbida en el sedimento. La solubilidad en agua, medida a 20-25°C, y la presión de vapor constituyen los parámetros más importantes para predecir el comportamiento de un plaguicida en el ambiente.

Por otro lado, la cantidad de residuos plásticos descartados en las proximidades de los cursos de agua representan en la Argentina 265 mil toneladas, de los cuales cerca del 5% corresponde a envases de plásticos rígidos de PF. El programa “Agrolimpio” recolecta aproximadamente 4.200 toneladas anuales. Se trata de un programa de Responsabilidad Social y Ambiental que está destinado a concientizar y colaborar en la elaboración de un sistema de recolección y transformación de envases en conjunto con entidades civiles, públicas y privadas del sector agropecuario. Su objetivo es reciclar

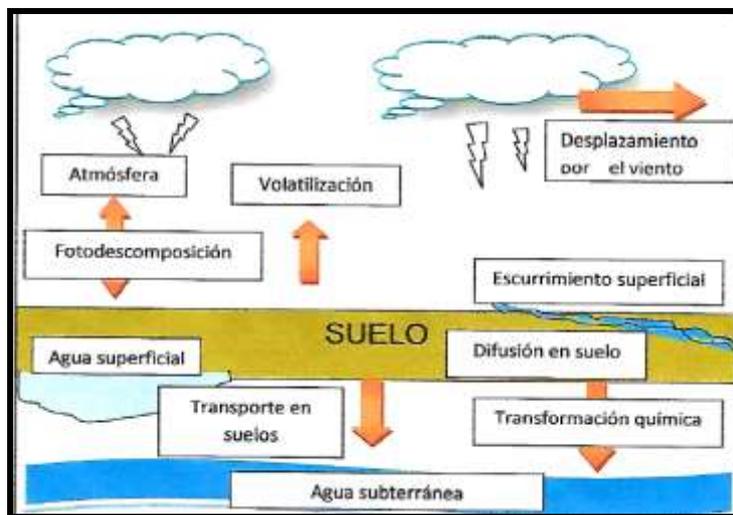
envases rígidos vacíos de productos fitosanitarios con Triple Lavado o lavado a presión y perforados para su inutilización según las Normas IRAM N° 12.069 (CASAFE, 2015).

Los países desarrollados han prohibido muchos de los primeros grupos químicos desarrollados como los compuestos clorados debido a sus efectos tóxicos sobre el ser humano, y/o sus impactos negativos sobre los ecosistemas, y han aprobado en la actualidad los PF con formulaciones más innovadoras por su menor agresividad. Uno de los efectos ecológicos de los plaguicidas en el agua está determinado por la **toxicidad**, medida en términos de “Dosis Letal 50” (DL50) expresada como la concentración del plaguicida que provoca la muerte de la mitad de los organismos – mamíferos- durante un período especificado de prueba; valores de 0 a 10 son considerados extremadamente tóxicos (OMAF, 1991).

Con respecto a la degradación ambiental de los plaguicidas, además de las reacciones químicas y fotoquímicas, existen mecanismos microbianos que se desarrollan en el suelo y en el agua, y además el metabolismo de los plaguicidas que fueron ingeridos por los organismos como parte de su suministro alimentario. Si bien ambos procesos son beneficiosos porque reducen la toxicidad de los plaguicidas, la degradación metabólica adquiere un mayor impacto, por ejemplo, en los peces, continuando luego con el resto de la cadena trófica que incluye al hombre al consumirlos. La energía que los organismos deben invertir para metabolizar los plaguicidas y otros productos químicos externos no puede ser utilizada para su crecimiento y reproducción. Los efectos de los PF en los organismos y en el ambiente constituyen una advertencia de las posibles repercusiones que pudieran tener sobre la salud humana, entre los que se pueden considerar (FAO, 1997):

- Muerte de organismos.
- Diferentes tipos de cáncer, tumores y lesiones en animales.
- Inhibición o fracaso reproductivo.
- Perturbación del sistema endocrino (hormonal).
- Daños celulares y en el ADN.
- Efectos teratogénicos (deformaciones físicas, como las que se observan en el pico de algunas aves).
- Exceso de mucílago en las escamas y agallas de peces.
- Otros efectos fisiológicos, como disminución del grosor de la cáscara de los huevos.

La contaminación del suelo se produce por la introducción de sustancias o elementos sólidos, líquidos o gaseosos que afectan la biota, la productividad parcial o total, y la salud humana. Puede deberse a causas tanto accidentales como al mal manejo de sustancias peligrosas, por ejemplo, PF, industriales o radioactivos, rotura tanques de almacenamiento subterráneo, filtraciones del alcantarillado, entre otros. Todos estos contaminantes, como consecuencia de las lluvias infiltran en el suelo y llegan al agua subterránea, con lo cual ponen en riesgo la potabilidad del agua.



Autor: Gladys Lampugnani

Cuando el suelo es contaminado por la actividad humana, puede producir una degradación paisajista, pérdida del valor económico de las tierras, deterioro de la vegetación, abandono de la actividad agropecuaria y desaparición de la flora y fauna. Por otra parte, la contaminación natural de los acuíferos en parte de la provincia de Buenos Aires por ejemplo, se debe a un proceso de degradación de las rocas con contenidos elevados de arsénico, cromo, níquel y plomo entre otros. La actividad microbiológica facilita la descomposición e inmovilización de los contaminantes, y las arcillas y materia orgánica intervienen en el proceso de absorción de los mismos.

Es importante tener en cuenta los siguientes parámetros relativos los contaminantes (Crosara, 2012):

Biodisponibilidad: Capacidad del agente contaminante para ser absorbido por los seres vivos.

Disponibilidad: Grado de retención, degradación y eliminación del suelo según la solubilidad

Movilidad: Capacidad del contaminante de extenderse en el suelo y hacia otros sistemas relacionados.

Persistencia: Capacidad de permanecer en el suelo sin ser neutralizado o degradado.

Carga crítica: Cantidad máxima de un determinado componente que puede ser aportado a un suelo sin que se produzcan efectos nocivos.

Depuración: Capacidad de impedir o ralentizar la movilidad de diversos contaminantes con un límite diferente para cada suelo.

Textura: Los suelos de textura arcillosa tienen una alta capacidad de autodepuración.

Estructura: Los agentes contaminantes pueden provocar la destrucción de la estructura por dispersión, si contienen alto contenido de sodio.

Porosidad y permeabilidad: Facilitan la circulación y eliminación de los contaminantes.

Capacidad de intercambio iónico: Aumenta la capacidad de autodepuración al fijar los contaminantes sobre la superficie de partículas.

Salinidad: Los contaminantes pueden aumentar la salinidad y como consecuencia disminuir la estabilidad del suelo.

pH: Los contaminantes pueden acidificar el suelo por oxidación de sulfuros y óxidos nitrosos.

La **degradación de los plaguicidas en el suelo** puede ocurrir rápidamente mediante el proceso de mineralización y/o por procesos microbianos, que convierten al plaguicida en compuestos más simples, como agua, dióxido de carbono y amoníaco. La microbiota del suelo utiliza los plaguicidas como fuente de carbono y otros nutrientes. Algunos productos químicos, por ejemplo, el herbicida 2,4-D se descompone muy rápidamente en el suelo, mientras que otros resisten más tiempo. Aquellos no biodegradables pueden vaporizarse hacia la atmósfera, ser absorbidos por el humus o partículas de arcilla, o bien, lavados y absorbidos por las plantas, y ser perjudiciales para la fauna edáfica. Por ello es importante considerar su vida media (DT₅₀) definida como el tiempo en el cual desaparece o se transforma el 50% de una sustancia, a través

de la descomposición, disipación, alteración u otros factores. El concepto de vida media puede utilizarse para medir residuos en cultivos, suelo, agua, animales o tejidos específicos (CASAFE, 2015). Por ejemplo, la DT50 del insecticida cipermetrina es de 60 días aproximadamente, esto indica que en ese tiempo se degradó la mitad de la dosis aplicada en el suelo.

Contaminación de la atmósfera



Foto: Mónica Ricci

La contaminación atmosférica se produce por la presencia en el aire de sustancias que ocasionan daños o molestias graves para las personas, flora, fauna y bienes de cualquier naturaleza. Puede ser causada por procesos industriales que implican la combustión de sustancias diversas. Estos procesos generan dióxido y monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, azufre, cloro entre otras sustancias. Los principales contaminantes gaseosos del aire son el dióxido de carbono, el monóxido de carbono, los hidrocarburos, los óxidos de nitrógeno, los óxidos de azufre y el ozono son los gases más comúnmente encontrados.



www.pixabay.com

Algunas de las principales fuentes provienen de la combustión de combustible fósil, ciertos materiales de la construcción, productos de limpieza, y también los provenientes de las erupciones volcánicas y de la actividad industrial. Así, la niebla tóxica (“smog”) es la contaminación atmosférica producida por la acción de la luz solar sobre los gases de escape de los automotores, fábricas, edificios y casas. Entre los contaminantes no gaseosos se encuentran los aerosoles, mezclas heterogéneas de partículas sólidas o líquidas, suspendidas en un gas como el aire de la atmósfera, por ejemplo, el hollín o el humo son aerosoles sólidos. Estas sustancias, suspendidas en el aire pueden provocar diversos problemas respiratorios.

A continuación, se detallan algunos de los principales contaminantes atmosféricos:

Clorofluorocarburos (CFC): Los CFC contribuyen a la destrucción de la capa de ozono en la estratósfera, además de incrementar el efecto invernadero. Se usan en los sistemas de refrigeración y de climatización, que al ser descartados se liberan a la atmósfera. El protocolo de Montreal surgido en la Convención de Viena para la Protección de la Capa de Ozono, estableció la necesidad de reducir la producción y el consumo de numerosas sustancias que reaccionan con el ozono, responsables del agotamiento de dicha capa. El acuerdo entró en vigencia el 1º de enero de 1989 con la intención de disminuir progresivamente la producción y consumo de estos productos.

Monóxido de Carbono: Producto de la combustión incompleta de compuestos que contienen carbono. Se trata de un gas inodoro y peligroso para las personas y los animales, puesto que se fija en la hemoglobina de la sangre, impidiendo el transporte de oxígeno en el organismo. En ambientes con escasa ventilación puede llegar a ser mortal; en áreas urbanizadas, los motores de combustión interna de los automóviles emiten monóxido de carbono a la atmósfera, por lo que se encuentra una concentración excesiva de este gas afectando la salud de las poblaciones.

Dióxido de Carbono (CO₂): Su concentración en la atmósfera se encuentra en aumento de forma constante debido al uso de carburantes fósiles como fuente de energía. Modelos teóricos de simulación del efecto del gas en la atmósfera han permitido reproducir que el CO₂ es el causante del incremento de la temperatura de la Tierra (efecto invernadero). La reducción de las emisiones del gas permitiría alcanzar un equilibrio en el ciclo de carbono en la naturaleza a través de los grandes sumideros de carbono como son el océano profundo y los sedimentos.

Lluvia ácida: Se forma cuando la humedad en el aire se combina con el óxido de nitrógeno o el dióxido de azufre emitido por las fábricas, centrales eléctricas y automotores que queman carbón o aceite. Estos contaminantes pueden recorrer

grandes distancias trasladados por el viento, el rocío, la llovizna, lluvia, granizo o nieve. El monóxido de nitrógeno u óxido de nitrógeno es un gas incoloro que se produce por la quema de combustibles fósiles en el transporte automotor y la industria. Se oxida rápidamente convirtiéndose en dióxido de nitrógeno, NO_2 , y posteriormente en ácido nítrico, HNO_3 , produciendo así lluvia ácida. Otro compuesto, el dióxido de azufre, es producido por la combustión del carbón que contiene azufre. El SO_2 resultante de la combustión del azufre se oxida y forma ácido sulfúrico, H_2SO_4 . Estos compuestos a través de la lluvia ácida pueden provocar manchas en las plantas, deteriorar materiales de construcción como la piedra caliza o el mármol, formando sustancias solubles en el agua afectando así la integridad y la vida de los edificios o esculturas.

Efecto invernadero: Es el calentamiento que se produce cuando ciertos gases de la atmósfera de la Tierra retienen el calor como las paredes de cristal de un invernadero, dejando pasar la luz, la cual es absorbida por la superficie terrestre y vuelve a la atmósfera en forma de calor. En la atmósfera, los gases de invernadero retienen parte de este calor y el resto se escapa al espacio. El metano, CH_4 , es un gas de efecto invernadero del planeta Tierra ya que aumenta la capacidad de retención del calor por la atmósfera.

Productos fitosanitarios que actúan liberando gas: El bromuro de metilo fue utilizado durante mucho tiempo como un producto desinfectante del suelo para el control de malezas, hongos, bacterias, insectos, ácaros, nematodos, roedores, entre otros por lo cual es considerado un biocida total. Por tal motivo está actualmente prohibida su utilización en la mayoría de los países dado que es un producto altamente tóxico para la salud del hombre, al afectar a bajas concentraciones la capacidad sensorial, producir quemaduras en la piel y los ojos y eventualmente la muerte.

Cabe aclarar que el uso de un producto fitosanitario se recomienda cuando no hay otra alternativa de control ante la presencia de una plaga, y siempre y cuando ésta ocasione un daño económico al cultivo. Su utilización dentro del marco de las Buenas Prácticas Agrícolas, BPA, hace referencia al buen uso, consciente y racional. De este modo se estaría contemplando el cuidado del medio ambiente, y una alimentación con frutas y hortalizas saludables e inocuas.

Alternativas para el control de plagas: uso racional de productos fitosanitarios

En principio, se debe definir qué es una plaga para luego considerar su manejo. En un sentido amplio, plaga es cualquier especie animal, vegetal o microbiana perjudicial para la producción agropecuaria y para la salud del hombre. En un sentido más estricto, se refiere al daño que ocasionan a los cultivos los organismos animales, mientras que los microorganismos, como los hongos, bacterias y virus entre otros, son responsables de producir enfermedades. El Manejo Integrado de Plagas (MIP) “es un sistema de aplicación racional de una combinación de técnicas disponibles, para el control de plagas, considerando el contexto del agroecosistema asociado y su dinámica de poblaciones” (CASAFE, 2015). En el MIP, una de las herramientas fundamentales es el monitoreo de plagas que afectan el cultivo, a través de la utilización de distintas técnicas de captura a los fines de determinar los niveles poblacionales de las mismas y el daño económico que pudieran ocasionar. Esta información es importante para establecer el momento de la adopción de estrategias de manejo de las plagas como la utilización de variedades resistentes, controles culturales, biológicos y químicos como última herramienta de control cuando las anteriores no fueron suficientes. Además de los productos fitosanitarios (PF), se utilizan productos naturales de bajo impacto ambiental, en general aplicadas en producciones realizadas en pequeñas superficies como las huertas, que reducen las densidades poblacionales de las plagas.

Así, para controlar los ataques de plagas y enfermedades en los cultivos se pueden utilizar productos elaborados a partir de vegetales o ciertos minerales presentes en la naturaleza, denominados **biopreparados**; los mismos pueden tener múltiples aplicaciones: como nutrientes de vegetales a modo de fertilizantes, repelentes y atrayentes de insectos como el purín de ortiga o el alcohol de ajo. A lo largo de la historia, los biopreparados los han desarrollado los agricultores a partir de la observación empírica de sus efectos de control. La adquisición y transmisión de estos conocimientos de boca en boca, no pueden adjudicarse a un único autor y, en muchos casos, tampoco se conoce con precisión el lugar de origen. En la actualidad las propiedades de estos productos han comenzado a ser analizadas por la comunidad científica. Pese a la facilidad de su preparación y baja toxicidad requiere cuidados en su manipulación,

El **control químico** es una de las herramientas utilizadas para bajar la densidad poblacional de plagas dañinas de cultivos agrícolas, mediante la utilización de PF. Su acción permite el adecuado desarrollo sanitario de vegetales con fines alimentarios o industriales. Actualmente es fuertemente debatido el incremento del uso de sustancias químicas y su manipulación inescrupulosa, cuyas consecuencias sobre el ambiente y la salud han sido previamente explicitadas.

Para el Control químico se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

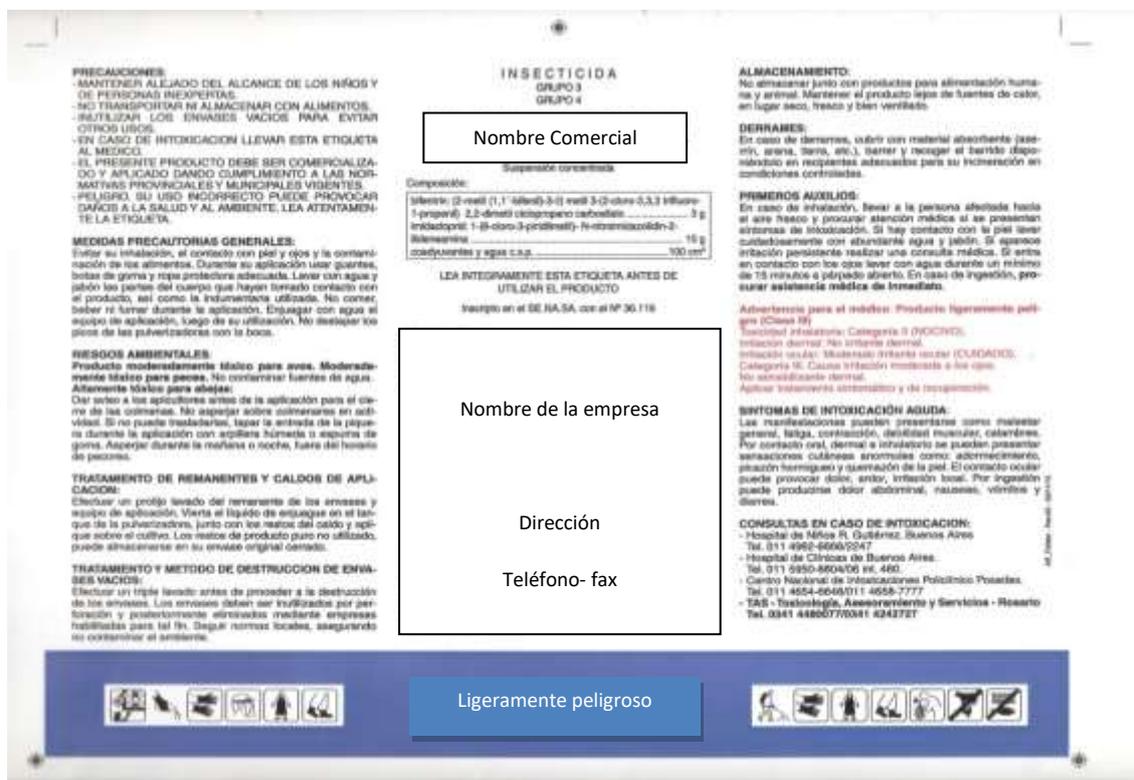
- Identificar correctamente la plaga.
- Conocer el ciclo de vida de la plaga (huevo, sus estados juveniles como ninfas/larvas, pupa y adulto) y el estadio en que produce el mayor daño a los cultivos.
- Aplicar únicamente cuando la plaga está alcance niveles poblacionales que causen un daño económico al cultivo, de manera que se justifique el costo del uso del PF.
- Cuando sea posible, hacer aplicaciones dirigidas –no de cobertura total- para controlar las plagas en lotes de producción.
- Respetar las indicaciones de los marbetes.
- No repetir un mismo producto, o productos del mismo grupo químico, más de dos veces consecutivas para que los insectos no generen resistencia genética al producto.
- Consultar a un profesional para la elección del producto adecuado.
- Realizar el tratamiento en el momento indicado y de acuerdo a las normas de aplicación.
- Respetar el período de carencia período transcurrido entre la última aplicación y la cosecha' indicado en el marbete, para la cosecha y consumo, especialmente para frutas y hortalizas que se consumen frescas.

Cuando se va a adquirir un producto es importante comprarlo en comercios habilitados para tal fin, revisar que el envase no se encuentre alterado (abierto, con derrame de producto, etc.), que no esté fraccionado y sin rotulado, y leer la etiqueta o marbete atentamente.

La información contenida en los marbetes o etiquetas está reglamentada internacionalmente, al igual que su distribución. Consta de tres cuerpos o sectores:

- el cuerpo derecho menciona las instrucciones y recomendaciones (cultivos a tratar, dosis y momento oportuno de aplicación) e incluye las restricciones en cuanto a su utilización de residuos indeseables.
- en el centro de la etiqueta se ubica la marca comercial, la composición química del producto y la fecha de vencimiento.
- en el sector izquierdo, se mencionan las precauciones que deben considerarse para su manipulación, las recomendaciones para el almacenamiento, los primeros auxilios en caso de accidentes, los antídotos, algunas advertencias para el médico, y los teléfonos de contacto de los Centros de Intoxicaciones. Asimismo, se contemplan posibles riesgos ambientales.

Todas las etiquetas tienen en su parte inferior una banda de color que identifica la Categoría Toxicológica del producto. Cuentan con pictogramas que indican las medidas de seguridad y precauciones a tener en cuenta por la persona encargada de hacer la aplicación y además, el lugar de almacenamiento de los productos fitosanitarios.



Las categorías toxicológicas están identificadas por colores y se encuentran en la parte inferior del marbete.

CLASIFICACIÓN DE LA OMS SEGÚN LOS RIESGOS	COLOR DE BANDA
CLASE I a	ROJO
CLASE I b	ROJO
CLASE II	AMARILLO
CLASE III	AZUL
CLASE IV	VERDE

Las clases Ia y Ib son altamente peligrosas, la II moderadamente peligrosa, la III ligeramente peligrosa, y la IV no conduce a peligros.

Una vez elegido el producto, la persona que va a hacer la aplicación debe protegerse utilizando ropa de trabajo adecuada y cómoda, pantalones largos, botas de goma o zapatos cerrados, camisas de manga larga, guantes, anteojos y máscaras.



Elementos de protección personal. Fotos: Gladys Lampugnani

Recomendaciones para la eliminación de envases vacíos: Dada la peligrosidad de los PF como contaminantes ambientales y los riesgos de accidentes personales por su manipulación, la eliminación de los envases vacíos comprenden dos etapas: la primera consiste en realizar el **triple lavado** de los envases vacíos; la segunda comprende su inutilización, almacenamiento provisorio y eliminación.



Triple lavado. Foto: Curcio & Sartori, 2016

Para realizar correctamente el proceso, se debe llenar con agua el envase vacío, aproximadamente con una cuarta parte de su volumen total y agitarlo enérgicamente. El agua resultante del lavado se reincorpora al tanque del equipo de aplicación de PF para ser reutilizada. Esta serie de pasos debe repetirse dos veces más.

La inutilización de los envases consiste en realizar perforaciones en el fondo del mismo y su traslado a un depósito, fuera del alcance de los niños. No deben almacenarse los envases vacíos en pozos o basureros abiertos, o en proximidades de las viviendas, ya que son una fuente importante de contaminación ambiental.



Almacenamiento inadecuado de envases vacíos. Foto: Cecilia Margaría

Se considera entonces que el uso de PF debe hacerse en forma racional, respetando las dosis recomendadas, utilizando elementos de protección personal y

haciendo un descarte minucioso del envase, siguiendo las recomendaciones indicadas en la sección anterior.

Bibliografía:

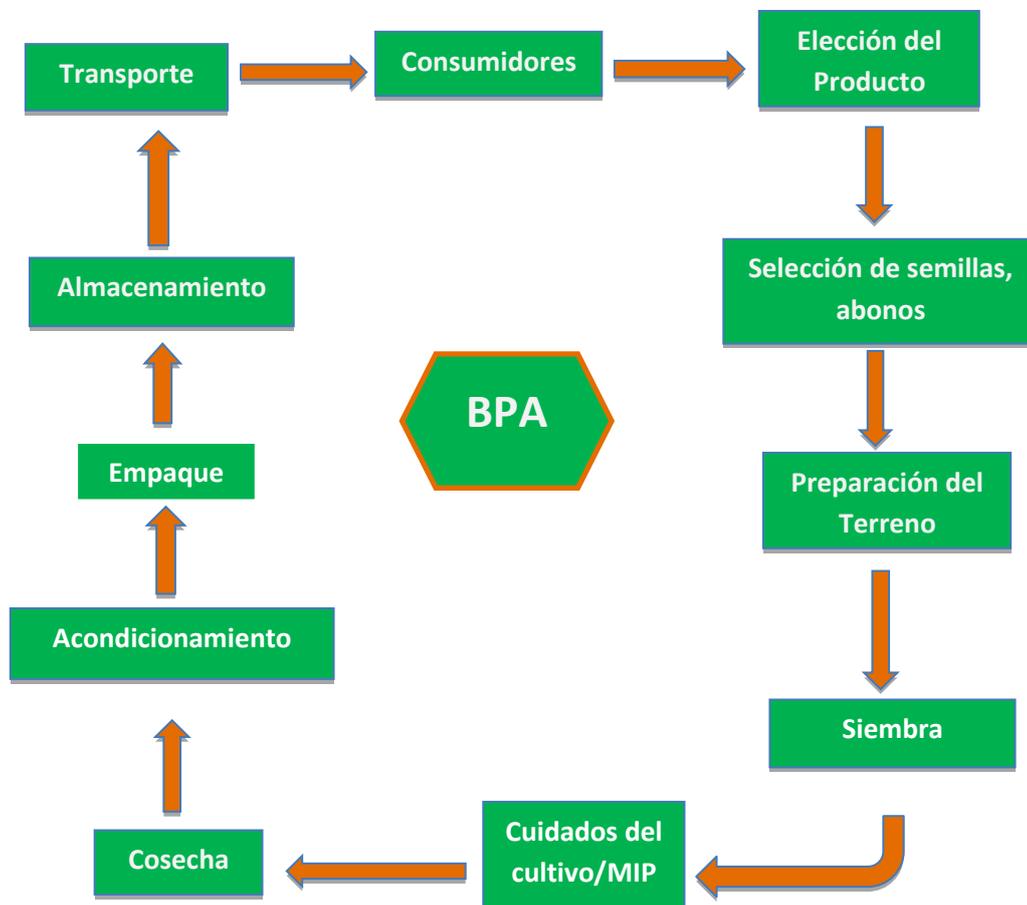
- CASAFE. 2000. *Uso Seguro de Productos Fitosanitarios y Disposición Final de Envases vacíos*. 180 pág. Ed. Cámara de Sanidad agropecuaria y Fertilizantes.
- CASAFE, 2015. *Guía de Productos Fitosanitarios 2015/2017*. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes (eds.), 17º Edición, Avellaneda, Buenos Aires. 1200 pág.
- CROSARA, A. 2012 Los suelos y los problemas ambientales. www.edafologia.fcien.edu.uy (Última consulta: 5 de enero de 2016).
- CURCIO, N; SARTORI, A (2016). Guía de formación en buenas prácticas agrícolas para hortalizas: un maravilloso viaje por las buenas prácticas agrícolas en hortalizas: mis amigos y yo/ IICA Buenos Aires: IICA, 112 pp. <http://www.iica.int> (Última consulta 7 enero 2016).
- FAO. 1997. Lucha Contra la Contaminación Agrícola de los Recursos Hídricos. (Estudio FAO Riego y Drenaje - 55). Cap 4. Los plaguicidas, en cuanto contaminantes del agua. <http://www.fao.org/docrep/w2598s/w2598so6.htm> (Última consulta 7 enero 2016).
- OMAF -Ontario Ministry of Agriculture and Food-. 1991. *Grower Pesticide Safety Course*, Toronto, Ontario, Canada.
- PADÍN, S, G. LAMPUGNANI, C. ABRAMOFF & LAPORTE. 2013. Guía de Trabajos Prácticos. Curso Terapéutica Vegetal. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. 13 pp.
- SENASA. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. www.senasa.gov.ar

5. Buenas prácticas agrícolas

En la actualidad, la sociedad está tomando conciencia sobre la importancia de la conservación del ambiente y de la aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). Esta actitud es deseable tanto en los distintos niveles educativos como para los diferentes actores que forman parte de los diversos procesos productivos, con el fin de utilizar de manera respetuosa y sostenible los recursos naturales.

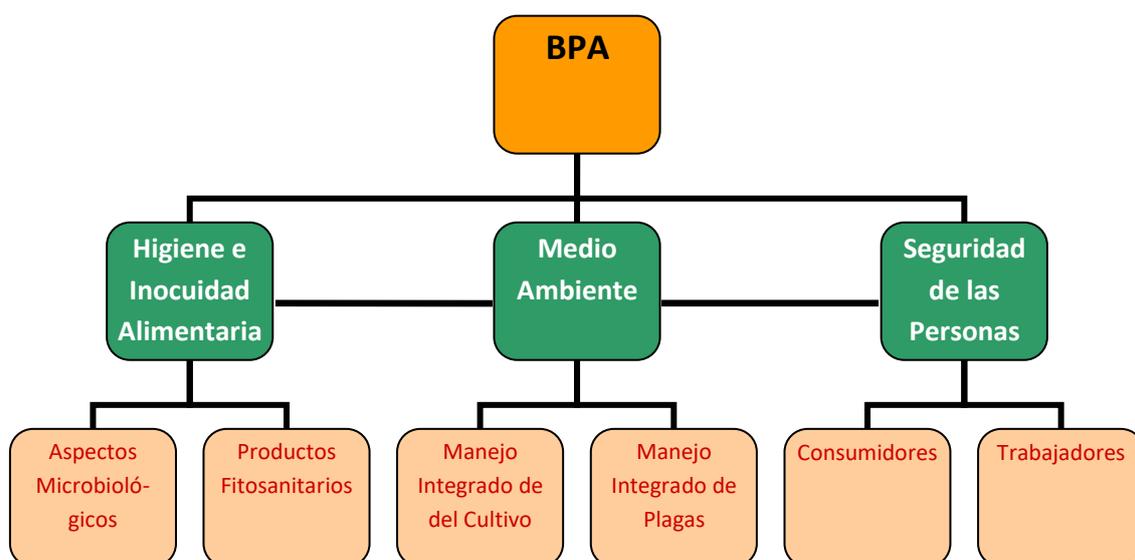
Se entiende como BPA a todas las acciones involucradas en el proceso productivo, en el procesamiento y transporte de los productos alimenticios de origen agropecuario. Estas acciones están orientadas a asegurar la higiene de los alimentos, la protección de la salud humana y los cuidados del ambiente, a través de la implementación de métodos de producción ecológicos, seguros, higiénicamente aceptables y económicamente factibles (Gráfico 1). En otras palabras, BPA significa “hacer las cosas bien y dar garantía de ello” (Kirschbaum, 2010).

Gráfico 1. Acciones involucradas en el proceso productivo de acuerdo a las Buenas Prácticas Agrícolas.



Así, las BPA se basan en tres principios: la obtención de productos sanos que no presenten riesgos para la salud de los consumidores, la protección del ambiente y el bienestar de los agricultores (Gráfico 2). Desde el concepto de las BPA, la protección del ambiente se logra minimizando el impacto negativo de la producción sobre la biodiversidad, al reducir la contaminación del agua, el aire y el suelo, y a través de la racionalización del manejo de productos fitosanitarios, fertilizantes y desechos orgánicos.

Gráfico 2. Principios de las Buenas Prácticas Agrícolas



Uno de los desafíos de la agricultura moderna es lograr la sustentabilidad del sistema productivo, que se define como “el tipo de desarrollo que permite satisfacer las necesidades del presente, sin comprometer la demanda de las futuras generaciones”. Para lograr la sustentabilidad de un sistema productivo se deben tener en cuenta los aspectos sociales, económicos, tecnológicos y ecológicos que son abordados desde las BPA. Y para implementar las BPA, es necesario considerar el manejo adecuado de diferentes elementos del sistema productivo cuyo resultado es la obtención de alimentos inocuos y de calidad.

¿Cuáles son los objetivos de las BPA?

Los principales objetivos de las BPA pueden reunirse en los siguientes aspectos:

- *Seguridad de las personas:* mejorar las condiciones de los trabajadores y consumidores, el bienestar de la población rural y la seguridad alimentaria.

- *Inocuidad alimentaria*: obtener alimentos sanos y de mayor calidad para mejorar la nutrición, producir alimentos no contaminados.
- *Medio ambiente*: reducir la contaminación de agua, aire y suelo, y fomentar un manejo racional de agroquímicos, cuidando la biodiversidad existente.
- *Bienestar animal*: atender la sanidad de los animales, proveerlos de una alimentación adecuada.

¿Cuáles son las ventajas de la adopción de las BPA?

Las Buenas Prácticas Agrícolas permiten mejorar las condiciones higiénicas y la imagen del producto, prevenir y minimizar el rechazo del producto en el mercado debido a la presencia de residuos tóxicos y bacterias causantes de enfermedades como *Escherichia coli*, además de la presencia de características inadecuadas en su sabor y/o aspecto para el consumidor. Para ello, se deben minimizar las fuentes de contaminación de los productos a través de la implementación de normas de higiene durante su producción y recolección, y promover la conservación y mejora del hábitat permitiendo un desarrollo equilibrado y sostenible de la producción.

El aspecto económico y social de las BPA admite su inclusión en los mercados de las comunidades rurales, en especial de los pequeños productores familiares. De esta forma, constituyen una excelente oportunidad para demostrarse a sí mismas y a otras comunidades semejantes que se pueden integrar con éxito al mercado, al tiempo que mejoran su calidad de vida y autoestima, sin dejar de lado sus saberes culturales.

¿Cuáles son algunas recomendaciones de las BPA?

Entre las recomendaciones podemos enumerar: la conservación de la biodiversidad, la elección adecuada del sitio de producción, mantenimiento y conservación del suelo, optimización del uso del agua, y el manejo de los cultivos de forma conservacionista y sustentable. Asimismo, se debe prestar atención a la sanidad de los cultivos, la optimización del uso de la energía, la posibilidad de racionalizar el uso de los fertilizantes, de promover el uso responsable de los productos fitosanitarios y educar en un buen manejo de los residuos. A continuación se desarrollan algunos de los aspectos mencionados.

Conservar la biodiversidad: En los sistemas naturales donde se puede observar la biodiversidad de muchas especies de herbívoros, si bien están presentes, no alcanzan una elevada abundancia poblacional y presentan una relativa estabilidad. Los

agroecosistemas se vuelven vulnerables al disminuir la biodiversidad, presentando condiciones ambientales que propician el desarrollo de las plagas. Un insecto u otro organismo se constituyen en plaga cuando ha alcanzado un nivel poblacional que causa pérdidas económicas, disminuyendo la producción de los cultivos o deteriorando la calidad del producto.

Elegir adecuadamente el sitio de producción considerando:

Los métodos de producción: la producción simplificada basada exclusivamente en la utilización de insumos químicos, debe considerar prácticas que respeten el ambiente y eviten la contaminación. La producción agroecológica y orgánica además de la agricultura integrada, son sistemas productivos alternativos que tienen en cuenta una base común: la sustentabilidad, el equilibrio con la naturaleza y la utilización de las BPA. En la actualidad, los sistemas productivos tienden a valorizar, cuidar, respetar y no contaminar el ambiente, buscando garantizar la producción de alimentos inocuos y de calidad.

La historia del lugar: conocer el uso anterior del predio, es decir su historia, y detectar posibles fuentes de contaminación permite evitar la posibilidad de contaminación de los alimentos producidos. En el caso de la producción hortícola de consumo fresco, como las verduras de hoja, se deberán extremar dichos cuidados ya que los alimentos producidos van a ser utilizados directamente por los consumidores. No se debe cultivar nunca en terrenos contaminados. Es importante conocer las actividades que se realizan en los alrededores del terreno. Saber si hay industrias cercanas, criaderos intensivos de animales, basurales u otras actividades que produzcan desechos o sustancias contaminantes.

Las necesidades y cuidados de los cultivos: de acuerdo a las características agroecológicas del lugar y teniendo en cuenta factores como el clima y suelo, se debe determinar la posibilidad de llevar adelante la producción de un determinado cultivo o no. Por ejemplo las características físico-químicas y orgánicas que tiene el suelo: suelos muy arcillosos o arenosos, con elevada alcalinidad, acidez o salinidad; con escaso porcentaje de materia orgánica o presencia de patógenos, estos factores nos permitirá hacer una correcta elección del cultivo a implantar.

El control de malezas y agentes perjudiciales: para el control de malezas y agentes perjudiciales podemos considerar el Manejo Integrado de Plagas (MIP). En la actualidad, hay una tendencia para incluir dentro del MIP, a las enfermedades y malezas en un sistema denominado “Protección Integrada de Cultivos”. Este nuevo enfoque de protección sanitaria contra plagas agrícolas, ofrece las mejores perspectivas para una supresión eficiente y económica de los insectos y otros organismos plaga. Al

mismo tiempo, contribuye a una mayor protección del ambiente, del hombre y de la vida silvestre. Es un sistema de protección de cultivos, orientado a mantener las plagas en niveles que no causen daño económico mediante el uso preferencial de factores naturales o sus derivaciones, y que resulten adversos al desarrollo de las plagas. Entre estos factores se encuentran la utilización de variedades resistentes, la conservación e incremento de agentes de control biológico (CB) de plagas; animales y enfermedades; prácticas culturales como las rotaciones e intercultivo, y la utilización de estímulos que determinan el comportamiento de los insectos, como repelentes y atrayentes, entre otros.

Condiciones generales de orden e higiene del lugar: es aconsejable la identificación del sector donde deben depositarse los residuos, la limpieza del establecimiento y en particular, de la zona destinada al cultivo (terreno, canales, acequias de riego, sectores interiores y exteriores), evitando en todo momento la presencia y acumulación de materiales como papeles, plásticos, envases vacíos y cajas diseminados en el predio. Los restos de cosechas que se acumulan en las proximidades de los invernáculos y áreas de cultivo al aire libre, son reservorios de plagas y enfermedades que vuelven a afectar las próximas campañas. Asimismo, la presencia de animales, a través de sus excrementos, puede ser una causa que contribuya a la contaminación del suelo, del agua, de la cosecha y el consumidor final.



Residuos de cosecha con plagas y enfermedades que infestan las futuras producciones, y restos de envases y plásticos de invernáculos que contaminan el ambiente. Foto Mónica Ricci

Mantenimiento y conservación del suelo: El cuidado del ambiente tiene beneficios directos para el productor y también para el ambiente y el resto de la población. Puede mantener una mayor productividad a lo largo del tiempo al evitar la pérdida de fertilidad de los suelos y una menor contaminación. El suelo es uno de los recursos naturales que, junto al agua, tienen gran importancia en la agricultura. Dada la presencia de organismos y procesos que en él se desarrollan y que son esenciales

para su fertilidad, se lo denomina “unidad viva”. El manejo sustentable del suelo busca mantener y mejorar sus características naturales a través de técnicas que aseguren la conservación del recurso, minimizando la contaminación, evitando la erosión, la compactación y la salinidad del mismo. El suelo es un sistema dinámico, en constante evolución, posee características físico-químicas y orgánicas particulares. Está constituido por componentes sólidos: materia inorgánica o mineral como arena, limo y arcilla, también por materia orgánica viva y muerta (microorganismos como hongos, bacterias, algas, y macroorganismos, semillas, insectos, lombrices, etc.). El componente líquido del suelo es el agua; y el componente gaseoso, el aire. Las proporciones relativas de sus componentes permiten determinar sus características o propiedades como textura, estructura, acidez, porosidad, aireación y fertilidad. En particular, la materia orgánica tiene un fuerte poder de agregación de las partículas primarias (arcilla, limo y arena) permitiendo mejorar la estructura del suelo, favoreciendo el desarrollo de las raíces, el correcto drenaje, la aireación y el almacenaje de agua disponible para las plantas. Se encuentra ubicada generalmente en la capa más superficial del suelo, el horizonte “A” o capa arable. Un buen suelo en equilibrio debe estar compuesto por: 45% de minerales; 25% de aire, 25% de agua y 5% de materia orgánica aproximadamente.

¿Cuáles son las acciones que podríamos realizar para conservar y mejorar el suelo?

- Evitar la erosión y compactación (laboreo excesivo y suelo desnudo, sin cubierta vegetal).
- Conservar la materia orgánica del suelo.
- Picar e incorporar al suelo los restos de la cosecha de cultivos herbáceos (barbecho), o utilizarlos para la elaboración de compost.
- Mantener la estructura de los suelos con laboreos conservacionistas.
- Favorecer un buen drenaje evitando acumulaciones de agua.
- Mantener la cobertura del suelo y rotar los cultivos.
- Conocer la necesidad de nutrientes de los cultivos que me permita determinar la cantidad de fertilizantes minerales o abonos orgánicos a reponer para que el suelo siga siendo productivo.
- Evitar el lavado del suelo por laboreo a favor de la pendiente cuando ésta es pronunciada, los cultivos deben hacerse en curvas de nivel (sembrando en líneas que respetan un mismo nivel de altura), dejando además protección vegetal en los bordes del cultivo.

Optimizar el uso del agua: El agua es un recurso natural escaso y de gran valor, por lo cual, el manejo de la misma debe apuntar a su conservación y buen uso. Por ejemplo, es de vital importancia realizar acciones que se dirijan a garantizar que los animales domésticos no accedan a las áreas cultivadas y dejen sus excrementos que son portadores de parásitos y microorganismos que afectan al hombre, tampoco que se utilicen aguas servidas para efectuar el riego de las hortalizas dado que son fuente de contaminación de *E. coli* entre otros organismos patógenos; de manera similar se debe cuidar que no se apliquen productos fitosanitarios y fertilizantes cerca de la fuente de agua. Su aplicación indiscriminada ha causado -por la lixiviación de estos productos aplicados con el riego en los invernaderos- la contaminación de los acuíferos de la región (Pampeano y Puelches). Esto es un círculo negativo dada la imposibilidad de recibir precipitaciones atmosféricas en los cultivos bajo cubierta, que obliga al empleo de las aguas de dichos acuíferos con altos contenidos salinos, como única fuente de captación del agua para riego. En lo posible, se deben tratar de establecer sistemas de recolección, reciclado y almacenamiento de la misma, como puede ser poseer sistemas de recolección del agua de lluvia.

En cuanto a la elección del sistema de riego, es conveniente utilizar el más eficiente y económicamente viable, para asegurar un adecuado manejo del recurso hídrico. De igual forma, se recomienda el monitoreo de las fuentes de abastecimiento del agua de riego por medio de un programa de mantenimiento y de análisis químico y microbiológico, para garantizar su inocuidad, calidad y pertinencia en el riego de cultivos, realizando acciones correctivas en caso de obtener resultados adversos. Y es importante mantener registros sobre el uso de las aguas destinadas a este fin.

La frecuencia de los riegos debe estar basada en las condiciones climáticas, tamaño de la planta y en el estado de desarrollo fenológico de las mismas, teniendo en cuenta sus necesidades en cada etapa del cultivo. El método de riego que se utilice dependerá del nivel tecnológico y económico que posea el agricultor. Se encuentran disponibles diferentes sistemas de riego, por goteo, por surco y por aspersión. Al usar riego gravitacional por surco, se debe cuidar que el caudal utilizado sea moderado para que no se produzcan rebalses en los surcos, ni erosión de los suelos.



Ejemplo de riego por goteo, uno de los más eficientes en el uso racional del agua. Foto: Ricardo Andreau

Manejar los cultivos de forma conservacionista y sustentable: Para garantizar la obtención de resultados favorables y minimizar el uso de productos fitosanitarios, se dispone de un conjunto de herramientas o tecnologías -consideradas como BPA-, entre ellas:

- Elegir el material de propagación seguro: semillas certificadas y material resistente a plagas, que procedan de viveros o semilleros autorizados y que cumplan con las normativas vigentes. Si se utilizan plantas o plantines, asegurarse de que sean sanos (deben provenir de viveros registrados ante los organismos oficiales SENASA -Servicio Nacional de Seguridad Agroalimentaria- e INASE -Instituto Nacional de Semillas-).
- Elegir la fecha de siembra para evitar enfermedades y plagas.
- Tener en cuenta la densidad de siembra y profundidad.
- Utilizar equipos y herramientas limpias.
- Proteger los almácigos de fuertes lluvias y sol.
- Controlar la temperatura y humedad en los invernaderos (ventilación adecuada).



Cultivos protegidos. Foto: E. Mónica Ricci

Atender a la sanidad de los cultivos: Las características del suelo, su fertilidad, el material de propagación utilizado y la ayuda de técnicas adecuadas de manejo, brindan la posibilidad de minimizar los problemas de sanidad del cultivo y la contaminación de alimentos por el uso indiscriminado de tratamientos químicos, así también la afectación de personas y del ambiente en exposición. Para minimizar los problemas sanitarios se debe trabajar en la prevención haciendo uso del monitoreo, que permite conocer la dinámica poblacional de las plagas existentes en el agroecosistema. El monitoreo debe hacerse de manera frecuente y en concordancia con el estado fenológico del cultivo, y a su vez, orientarlo a reconocer la plaga presente y el estado más susceptible de las plantas y de las plagas. Lo anterior permitirá efectuar las acciones de control de manera eficiente, con menor impacto ambiental y económico. Para realizar el monitoreo de la población de insectos, se pueden utilizar métodos directos o indirectos. El primero consiste en el recuento del número de individuos sobre la planta (por hoja, por tallo, por fruto, etc.) o recuento sobre el medio (suelo, trampa, etc.); y el segundo, corresponde al recuento del daño (número de plantas muertas, perforadas, cantidad de folíolos con daño, etc.). Hay diferentes tipos de trampas de feromonas u otras sustancias atrayentes: de color (amarillas o azules) y de luz. Lo importante es que todas admiten la captura de los insectos determinando la densidad poblacional sobre la cual se tiene que realizar un control, para evitar así el daño económico del cultivo.



Tipos de trampas. Izquierda y derecha, pegajosas con piso; central, Jackson; Mc Phail y pegajosa vertical. Fotos: Carolina López

Otra forma de atender a la sanidad de los cultivos es a través del uso de Control cultural, como una oportuna y adecuada eliminación de todos los restos vegetales de las plantas afectadas y hospederos alternantes, en los cultivos y cercanías.



El Control biológico es una técnica que se basa en la utilización de una serie de especies del grupo de los enemigos naturales y que pueden ser liberados para disminuir las poblaciones de las distintas plagas.

El uso de variedades resistentes o la selección del material de propagación, asegura desde el comienzo de la actividad la posibilidad de minimizar problemas sanitarios y de manejo, además de contar con un producto final adecuado. Se deben tener en cuenta algunos criterios fundamentales al momento de elegir y seleccionar el material de propagación. La mejor semilla (o el mejor material de propagación) será aquella que se adapte a un claro objetivo de producción, al destino del producto, ya sea para consumo familiar o comercialización. Es preciso conocer que esté adaptada a la zona de producción evitando problemas de aclimatación, sanitarios y de manejo.

El Control mecánico implica controlar las plagas y enfermedades con la ayuda de diferentes estrategias como el uso de una malla antiáfida o el uso de tela mosquitera. Las dos actúan como una barrera impidiendo el ingreso de insectos de pequeño tamaño a los invernáculos. Otra alternativa consiste en cubrir el suelo o sustrato con polietileno negro para evitar el desarrollo de malezas (“mulching”). Asimismo, se pueden emplear diferentes tipos de trampas para insectos como las adhesivas amarillas o azules, de luz y de feromonas. Las trampas para insectos se basan en el conocimiento de su comportamiento, de allí que reciben el nombre de Control etológico de plagas.

El uso de plaguicidas o Control químico, consiste en la aplicación de sustancias químicas para el control de las plagas, siendo fundamental el uso de productos específicos, en las dosis y momentos apropiados, tal como se indica en la etiqueta del producto. Su uso irracional e irresponsable implica amenazas para el ambiente, los trabajadores, los consumidores, y la sociedad en general.

En cuanto al marco legal, las recomendaciones y principios de las buenas prácticas no reemplazan ni pretenden reemplazar a la legislación y reglamentación, son voluntarias y complementarias al marco legal vigente. Es necesario que se conozca la legislación aplicable y tener una nueva manera de asegurar la implementación de las exigencias correspondientes.

- BRAMBILLA, L., M.E. DAORDEN & S. BABITT. 2012. *Buenas prácticas agrícolas para vivero*. Ediciones INTA. 20 pp. <file:///F:/Bibliografia%20BPA%20para%20extension/BPA%20viveros%20INTA.pdf> (última consulta: 31 de octubre de 2016).
- CISNEROS, F.H. 2010. Control de Plagas Agrícolas. El manejo integrado de plagas. Fascículo 13 www.avocadosource.com/books/cisnerosfausto1995/CPA_13.pdf (última consulta: 31 de octubre de 2016).

- KIRSCHBAUM, D. 2010. *Manual de Buenas Prácticas Agrícolas para la producción de frutilla*. Ediciones INTA. Buenos Aires.
- NAVARRO MONTES, D.A. 2010. *Manejo Integrado de Plagas*. Cooperative Extension Service. University of Kentucky College of Agriculture, Lexington, KY,
- SENASA. 2010. *Manual de buenas prácticas agrícolas*. Buenos Aires, 122 pp.
http://agr.unne.edu.ar/eragia/images/2016/docuspdf/aula%20virtual/manual-bpa_senasa_cbpa.pdf (último acceso: 31 de octubre de 2016).

Las compiladoras

- Elisabet Mónica Ricci. Ingeniera Agrónoma, Doctora de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata (FCAyF-UNLP). Docente-Investigador, Centro de Investigación en Sanidad Vegetal -CISaV-, Curso Zoología Agrícola (FCAyF-UNLP); mricci@agro.unlp.edu.ar

- Cecilia B. Margaría, Licenciada en Biología orientación Zoología, Doctor en Ciencias Naturales de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata (FCNyM-UNLP). Docente-Investigador, Curso Zoología Agrícola (Centro de Investigación en Sanidad Vegetal - CISaV- de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales-UNLP); Investigadora de la División Entomología del Museo de La Plata; cmargaria@fcnym.unlp.edu.ar