

**ACADEMIA NACIONAL  
DE  
AGRONOMÍA Y VETERINARIA**  
ISSN 0327-8093

**A N A L E S**

**TOMO LXVI**

**2012**



**BUENOS AIRES  
REPÚBLICA ARGENTINA**

**ACADEMIA NACIONAL  
DE  
AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

ISSN 0327-8093

Fundada el 16 de Octubre de 1909  
Avda. Alvear 1711 -2º Piso- C.P. 1014 – Buenos Aires  
Tel./Fax: 4812-4168 – 4815-4616  
Email: academia@anav.org.ar

**A N A L E S**

**TOMO LXVI**

**2012**



**BUENOS AIRES  
REPÚBLICA ARGENTINA**



## CONTENIDO

PAG.

Reca, Lucio G. Agricultura y ganadería en el MERCOSUR 1980 – 2010. Comunicación.	7-21
Scoppa, Carlos O. Incorporación del Académico de Número Dr. Julio García Tobar. Apertura.	23-25
Gimeno, Emilio J. Incorporación del Académico de Número Dr. Julio García Tobar. Presentación del Dr. Julio García Tobar.	26-32
García Tobar, Julio A. Palabras en ocasión de su Incorporación como Académico de Número.	32-34
García Tobar, Julio A. Competitividad. Con especial referencia a la cadena de la carne vacuna argentina. Conferencia en ocasión de su Incorporación como Académico de Número.	34-51
Noseda, Ramón P. Situación del carbunco rural en la Argentina 2011. Comunicación.	53-67
Scoppa, Carlos O. Apertura de Conferencia del Dr. G. Mauricio Bulman.	69-70
Gimeno, Emilio. Presentación del Dr. G. Mauricio Bulman.	71-75
Bulman, G. Mauricio. Pérdidas económicas directas e indirectas por parásitos internos y externos de los animales domésticos en Argentina. Conferencia.	76-176
Scoppa , Carlos O. Discurso de Apertura Premio Ing. Agr. José M. Bustillo, versión 2012.	177-180
Reca, Lucio G. Palabras del Presidente del Jurado Premio Ing. Agr. José M. Bustillo, versión 2012.	180-184
Liboreiro, Ernesto S. Comunicación del ecipiendario del Premio Ing. Agr. José M. Bustillo, versión 2012.	184-189

	PAG.
Scoppa, Carlos O. Presentación del libro: Carrillo Bernardo J.y F. Javier Blanco Viera. 2011. Manual de Neuropatía Animal. Apertura.	189-192
Álvarez, Elías. Presentación del libro: Carrillo Bernardo J.y F. Javier Blanco Viera. 2011. Manual de Neuropatía Animal. Presentación de los autores.	192-197
Scoppa, Carlos O. Presentación del libro: Regúnaga, Marcelo y Julio A. Garcia Tobar (Coord.). 2011. Cadenas de base pecuaria. Una gran oportunidad. Apertura.	199-202
García Tobar, Julio A. Presentación del Libro: Marcelo Regúnaga y Julio A. García Tobar Coord.). 2011. Cadenas de base pecuaria. Una gran oportunidad. Acerca del Libro.	202-205
Frank, Rodolfo G. Recordando a Ronald Aylmer Fisher. Comunicación.	207-216
Scoppa , Carlos O. Premio Prof. Dr. Osvaldo Eckell, versión 2011. Universidad Nacional de Río Cuarto. Apertura.	217-220
Premio Prof. Dr. Osvaldo Eckell, versión 2011. Trabajo premiado.	221
Scoppa, Carlos O. Homenaje al Centenario del Natalicio de los Académicos Dres. Alberto Cano, Pedro Cattáneo, José Monteverde y Boris Szyfres, y del Ing. Agr. Rafael García Mata. Apertura.	223-224
Scoppa, Carlos O. Homenaje al Dr. Alberto Cano a 100 años de su nacimiento.	224-229
Palma. Eduardo. Homenaje al Dr. Cs. Químicas Pedro Cattáneo en el Centenario de su Natalicio.	230-233
Reca, Lucio G. Homenaje al Ingeniero Rafael García Mata en ocasión del Centenario de su Natalicio.	234-239
Gómez, Nélica V. Semblanza del Dr. José Julio Monteverde.	240-243

	PAG.
Schudel, Alejandro. Recordatorio del Dr. Boris Szyfres a 100 años de su nacimiento.	243-246
Scoppa, Carlos O. Incorporación del Sr. Académico Correspondiente en la República Oriental del Uruguay Dr. Raúl Ángel Casas Olascoaga. Apertura.	247-258
Casas Olascoaga, Raúl. Acción del Veterinario ante la biodiversidad de las Ciencias Veterinarias. Conferencia en ocasión de su incorporación como Académico Correspondiente en la República Oriental del Uruguay.	259-277
Gimeno, Emilio J. Migraciones, comunicación y neuromagnetismo animal. Comunicación.	279-315
Scoppa, Carlos O. Incorporación del Académico Correspondiente Ing Agr Carlos Senigagliesi. Apertura.	317-320
Casas Roberto R. Incorporación del Académico Correspondiente Ing Agr Carlos Senigagliesi. Presentación del Académico Correspondiente.	321-324
Senigagliesi, Carlos A. La agricultura pampeana hoy. Un aporte en el análisis de su sustentabilidad. Conferencia en ocasión de su incorporación como Académico Correspondiente.	325-338
Scoppa, Carlos O. Incorporación del Académico Correspondiente Ing Agr Fernando H. Andrade. Apertura.	339-343
Casaro, Adolfo. Incorporación a la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria como Académico Correspondiente del Dr. Fernando Andrade. Presentación del Académico.	344
Andrade, Fernando H. Contribuciones de la Ecofisiología de Cultivos a la producción agrícola. Conferencia en ocasión de su incorporación como Académico Correspondiente.	345-377
Scoppa, Carlos O. Premio Pérez Companc, versión 2012. Apertura.	379-381

PAG.

Trabajo ganador del Premio Pérez Companc, versión 2012.  
Álvarez Roberto, Gonzalo Berhongaray, Josefina De Paepe,  
María Rosa Mendoza, Haydee S. Steinbach, Constanza Caride y Rodolfo Cantet. Productividad, fertilidad y secuestro de carbono en suelos pampeanos: efecto del uso agrícola. 381-426

---

León, Rolando J.C. (Director). Bases anatómicas y fisiológicas relacionadas con la tolerancia a la inundación en plantas de los pastizales de la Pampa Deprimida. Resumen de resultados de proyecto de investigación. 427-429

---

Comunicación

## **AGRICULTURA Y GANADERIA EN EL MERCOSUR 1980 - 2010**

**Lucio G. Reca<sup>1</sup>**

Buenos Aires. Abril de 2012

### **INTRODUCCIÓN**

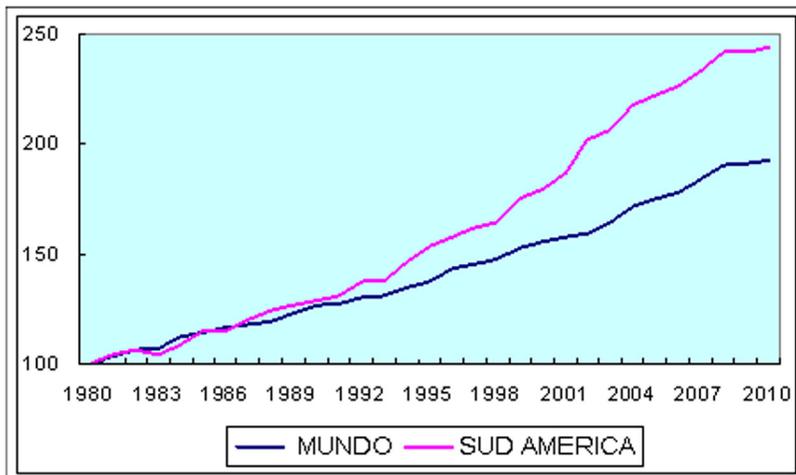
La producción agrícola y ganadera en el MERCOSUR (MS) ha crecido con firmeza en la últimas tres décadas. Esta nota explora algunas características de dicha evolución, cuyo resultado ha sido un importante aumento en la oferta interna de alimentos y un destacado posicionamiento de los países de la región en los mercados mundiales de alimentos, en particular los de soja y proteínas animales.

Crecimiento del PBI agropecuario en MS y en el mundo

Los cuatro países del MS representan el 90% del área agropecuaria de América del Sur, de modo que es admisible tomar los datos de la región como una buena aproximación a lo ocurrido en el MS. La Figura 1 muestra como a partir de la última década del siglo XX la línea que representa al MS se aleja de la correspondiente a la de todo el mundo, y que la brecha se acentúa en la primera década del siglo XXI. En los últimos 30 años el crecimiento de la producción agropecuaria en el MS duplicó al crecimiento mundial<sup>2</sup>.

.....  
**1** Presentación al plenario de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria el 12 de abril de 2012.

**2** Las fuentes utilizadas para construir las figuras y tablas incluidas en este documento son FAO, USDA, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Argentina, Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina (IPCVA) y Bolsa de Cereales.



**Figura 1.** PBI agropecuario en el mundo y en Sudamérica. Índices 1980 = 100

En el mismo período (1980-2010), en tanto las áreas cultivadas en el mundo con trigo, maíz, arroz y soja (los cuatro principales componentes de la oferta mundial de alimentos) creció 14%, las cifras correspondientes a MS y África fueron 69% y 58% respectivamente, es decir a tasas 4 y 5 veces mayores al promedio mundial (Tabla 1).

Categoría	1980/82 (A)	2008/10 (B)	% B/A
Todo el mundo	558,8	638,1	14%
América*	117,4	114,1	-3%
Asia	254	313,4	23%
Europa	102,5	76,8	-25%
MERCOSUR	41,6	70,3	69%
África	31,4	49,7	58%
Oceanía	11,9	13,8	16%

\*Excluido MS

**Tabla 1.** Áreas cultivadas (millones de ha) de trigo, maíz, arroz y soja. Período 1980 - 2010.

	1980/82	2008/10
Asia	45%	49%
América (excl MS)	21%	18%
Europa	18%	12%
<b>MERCOSUR</b>	<b>7%</b>	<b>11%</b>
Africa	6%	8%
Oceania	2%	2%

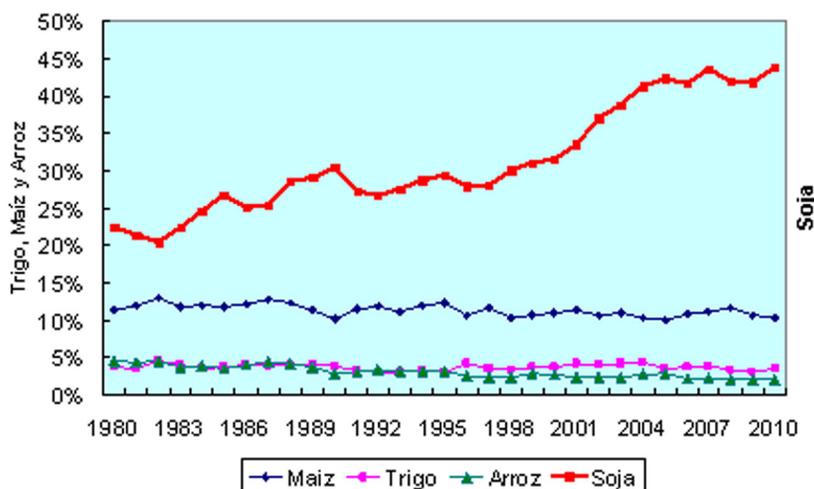
Fuente: FAO.

**Tabla 2.** Distribución del área mundial de trigo, maíz, arroz y soja

Estos cambios reflejan fenómenos estructurales de la mayor importancia, como puede apreciar en la Tabla 2: Asia, que representa la mitad de la superficie cultivada mundial creció 10% entre 1980 y 2010, Europa y América (excluido el MS) disminuyeron 23% y 3%, y el MS y África crecieron 57% y 33% respectivamente.

Entre 1980 y 2010 el MS duplicó su participación en la producción mundial de soja, del 20% al 40% del total (Figura 2). Este hecho es tanto más destacable si se toma en cuenta que la producción mundial de soja creció 223%<sup>3</sup>, de 81 millones de toneladas (MT) en 1980 a 262 MT en 2010. En los cereales, en cambio la participación del MS se mantuvo o declinó levemente.

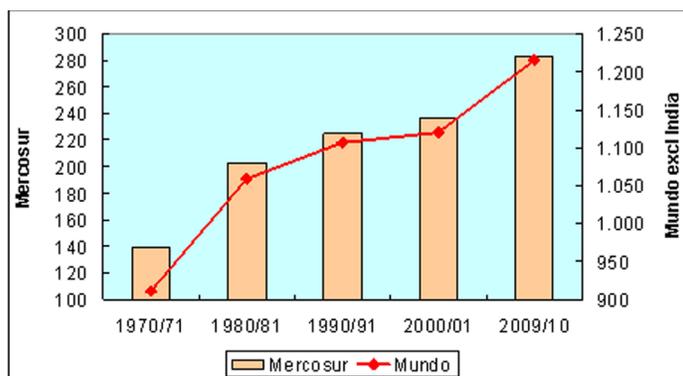
<sup>3</sup> En el mismo período el maíz, el arroz y el trigo, conjuntamente crecieron 755 millones de toneladas, de 1234 a 2167 millones de toneladas.



**Figura 2.** MERCOSUR: participación en el área cultivada mundial 1980 – 2010.

## Producción Pecuaria

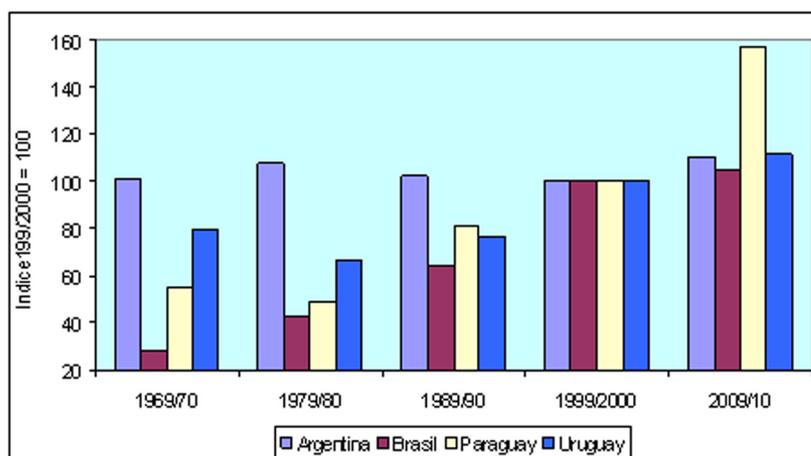
La participación del MS en el rodeo mundial creció del 19% al 23% entre 1980 y 2010, En el mismo período el rodeo mundial creció 15%, de 1050 a 1200 millones de cabezas (Figura 3).



**Figura 3.** Existencias (millones de cabezas) de ganado bovino 1970 – 2010.

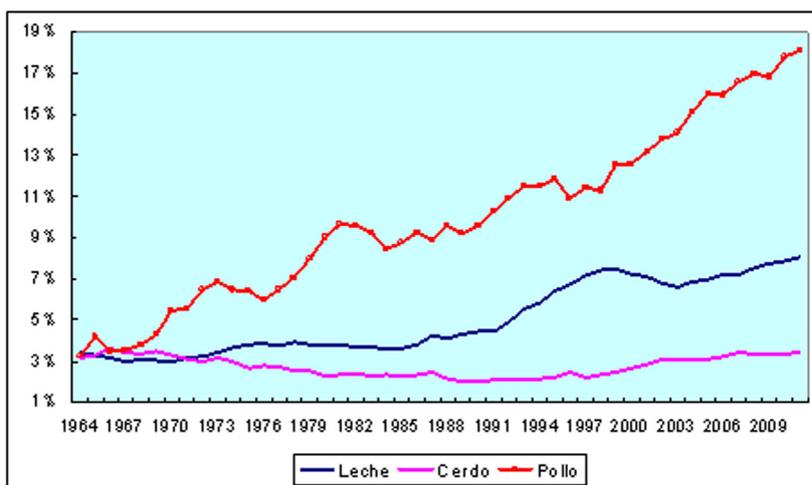
En cuanto a la producción de carne bovina puede apreciarse, a primera vista, que en el periodo estudiado la producción se ha man-

tenido virtualmente estancada en Argentina, ha crecido con fuerza en Brasil y Paraguay, y ha sido moderada en Uruguay (Figura 4).



**Figura 4.** Producción (millones de toneladas) de carne bovina en MERCOSUR 1970 – 2010. Índice100 = a 2,7 millones en Argentina, 6,6 en Brasil, 0,35 en Paraguay, y 0,51 en Uruguay.

Con relación a otras proteínas de origen animal, el crecimiento de la producción de carne aviar, centrado en Brasil ha sido asombroso: 3,5% anual durante 45 años. La producción de carne aviar, que en 1961 era 3,5% del total mundial, en 2010 llegó al 18% (Figura 5).



**Figura 5.** MERCOSUR: participación en la producción mundial de pollos, cerdo y leche 1964 -2010.

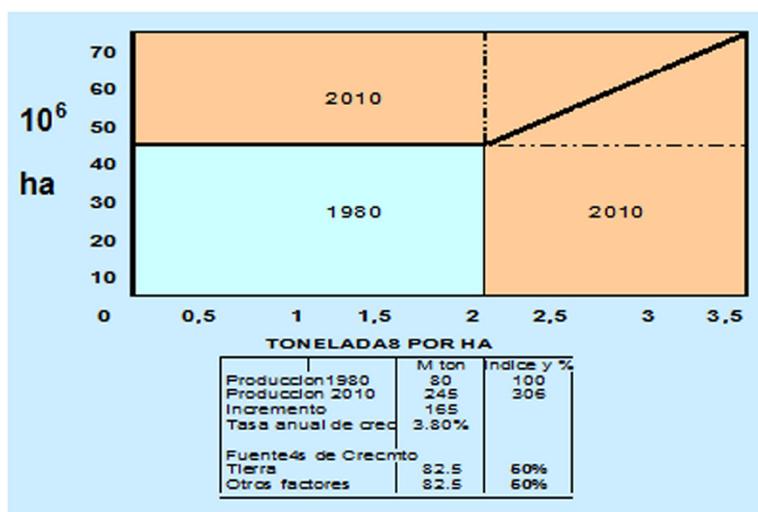
## Producción de Granos

En MS el área cultivada y la producción de granos crecieron entre 1980 y 2010 75% y 245% respectivamente, en tanto que los rendimientos unitarios se duplicaron. Los cuatro países del MS, en sus respectivas escalas participaron activamente este encomiable esfuerzo; la tasa anual de crecimiento de la producción de granos, durante los 30 años analizados fue de 3,8%, valor excepcionalmente elevado (Tabla 3).

A. PRODUCCION DE GRANOS EN EL MERCOSUR				
PAIS -	AREA		PRODUCCION	
	1979/80	2009/10	1979/8	2009/10
Argentina	9,4	24,2	19,8	73,0
Brasil	29,6	40,8	42	133,7
Paraguay	0,7	3,96	1,11	9,5
Uruguay	0,6	1,6	0,9	4,5
Total MSUR	40,3	70,6	63,8	220,7
Rendimient	1,7			3,5
Nota: millonesde ha y de toneladas. Rendimiento en ton/ha				
B. DOS ESCENARIOS ALTERNATIVOS				% de 220,7
B1	AREA DE 1980 Y RDTO 2010 =		141	64%
B2	AREA DE 2010 Y RDTO DE 1980 =		108	49%

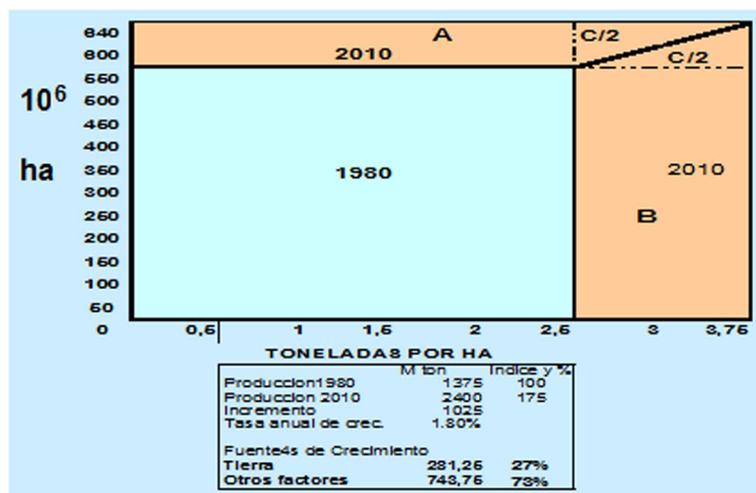
**Tabla 3.** Producción de granos en el Mercosur.

Como una primera aproximación puede decirse que la expansión del área cultivada y el aumento en el empleo de los restantes factores de producción (mejores semillas, procedimientos de labranza, fertilización, manejo, técnicas depuradas de cosecha, etc.) explican, por partes iguales el crecimiento de la producción de granos en el MS (Figura 6).



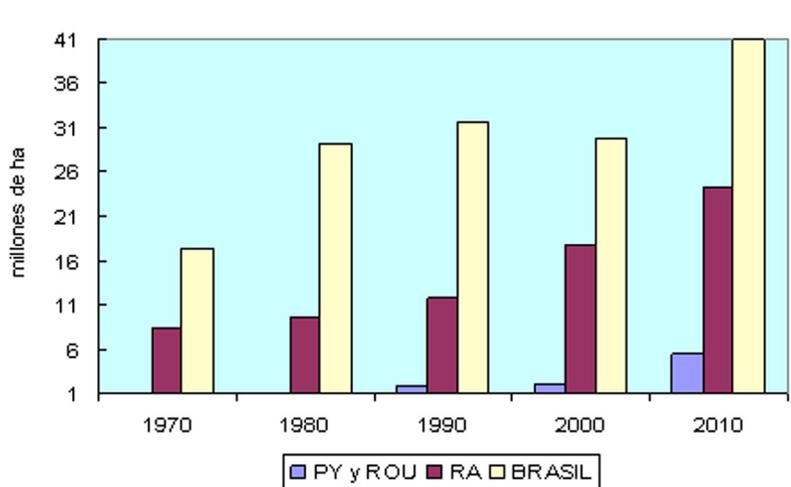
**Figura 6.** Producción de granos en el MERCOSUR 1980- 2010.

Un análisis similar a nivel mundial muestra que el aumento del área cultivada explicaría alrededor de una cuarta parte del crecimiento global, y que los "otros factores" habrían generado las tres cuartas partes restantes (Figura 7).



**Figura 7.** Producción de granos en el mundo 1980- 2010.

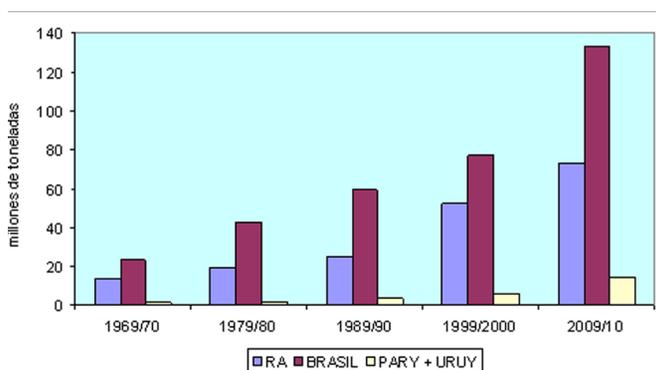
La evolución de las áreas cultivadas muestra el sostenido crecimiento ocurrido en Argentina y en Brasil (Figura 8). El salto en la primera década del siglo XXI resulta de la expansión de la agricultura en los campos del "Cerrado"<sup>4</sup>. Por otra parte Uruguay y Paraguay, que en 1970 cultivaban en conjunto alrededor de medio millón de hectáreas, en la actualidad y como consecuencia de la incorporación de la soja a sus sistemas productivos cultivan unos 5 millones de hectáreas.



**Figura 8.** Evolución de las áreas cultivadas de maíz, arroz, soja y trigo en MERCOSUR 1970 – 2010.

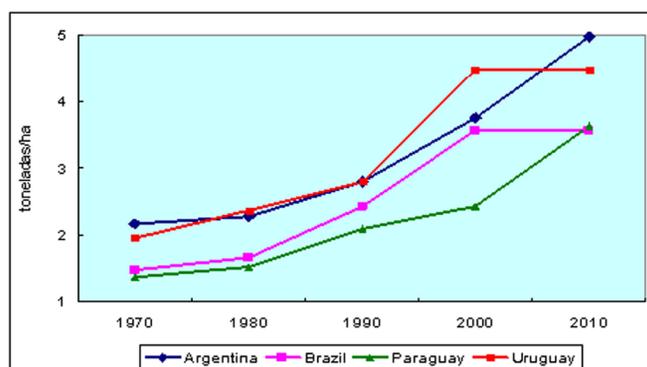
<sup>4</sup> El "Cerrado" (en portugués: denso, espeso) es una amplia región de la sabana tropical que cubre alrededor del 20% de la superficie de Brasil, y que hasta hace veinte años se consideraba inepta para la agricultura fundamentalmente por la composición y textura de sus suelos.

La producción de granos en MS creció de 64 millones de toneladas en 1980 a 221 en 2010, es decir a una tasa anual de 4,2% (Figura 9). La participación brasilera ha oscilado entre 61% y 64% del total y la argentina entre 30% y 33%. Paraguay y Uruguay han duplicado su participación de 3% a 6% 1980 y 2010.



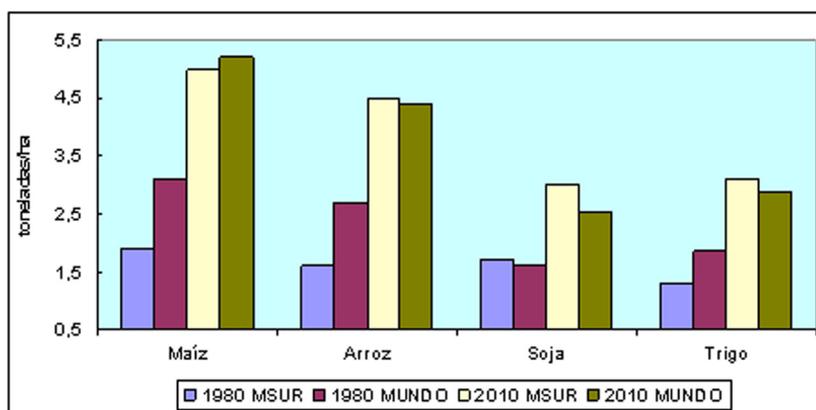
**Figura 9.** Producción de granos en MERCOSUR 1970-2010.

En cuanto a la evolución de los rendimientos por ha cultivada (Figura 10), los cuatro integrantes del MS muestran sensibles aumentos en todos los productos durante el periodo considerado. En la Argentina es donde los incrementos han sido los mayores.



**Figura 10.** Rendimientos promedios/ha de maíz, trigo, soja y arroz en el periodo 1970-2010.

La comparación de los cambios de los rendimientos medidos respecto a los promedios mundiales muestra enormes progresos en MS (Figura 11). En efecto en 1980 los rendimientos de 3 de los 4 productos eran entre 30% y 40% inferiores a los promedios mundiales. La situación se ha invertido y en 2010 los rendimientos de 3 de los 4 cultivos son superiores a los promedios mundiales y el cuarto es solo 4% inferior a dicho promedio.

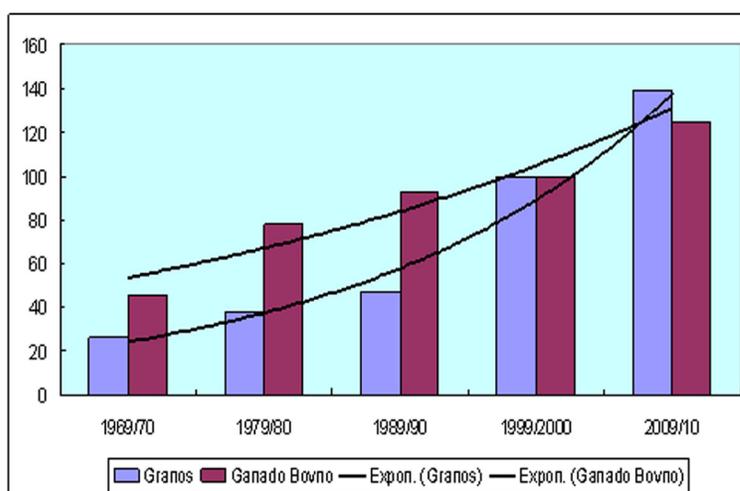


**Figura 11.** Rendimientos relativos de granos: MERCOSUR/MUNDO 1980 – 2010.

Evolución de la producción agropecuaria en los países miembros del Mercosur

En Brasil, las líneas de tendencia curvas, tanto para agricultura como para ganadería indican que el crecimiento de la producción se ha acentuado en los últimos años (Figuras 12). Eso ha sido posible por la concurrencia de políticas estables y no discriminatorias que han reconocido y valorizado el rol del sector agropecuario como un componente fundamental del desarrollo nacional. La expansión de la frontera agropecuaria fue impulsada por el desarrollo de tecnologías que han permitido integrar al quehacer productivo millones de hectáreas de tierras considera-

das ineptas para la agricultura y avances en la genética que han hecho posible, por ejemplo, extender el cultivo de la soja a zonas subtropicales y adaptar forrajeras africanas a las condiciones agroclimáticas de Brasil (Tabla 4).

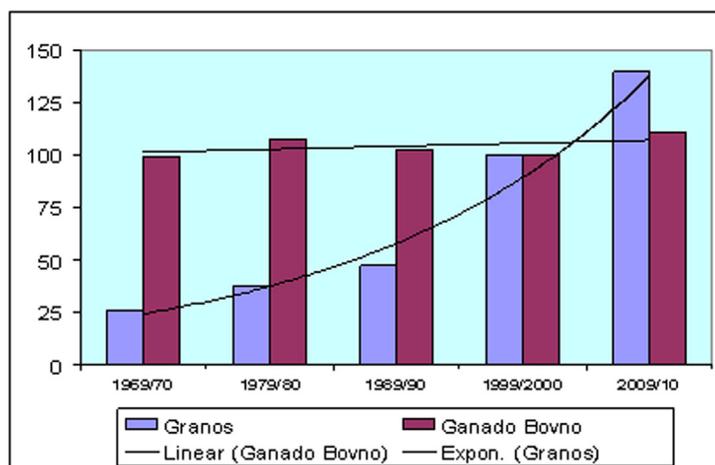


**Figura 12.** Brasil. Índices de Producción de Granos y de Carne Bovina 1999/2000 = 100.

- 
- ✓ EXPANSION DE LA FRONTERA: DESARROLLO DE TECNOLOGIA QUE HIZO APROVECHABLES LOS SUELOS DEL CERRADO.
  - ✓ RECURSOS FORRAJEROS APTOS PARA EL "CERRADO" ORIGINARIOS DE AFRICA.
  - ✓ DESARROLLO DE VARIETADES DE SOJA APTAS PARA CLIMAS SUBTROPICALES
  - ✓ POLITICAS ESTABLES Y AMIGABLES PARA EL SECTOR AGROPECUARIO
- 

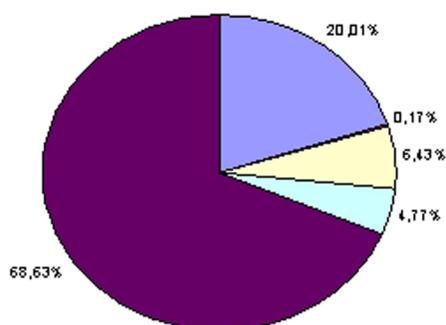
**Tabla 4.** Principales factores que explican el éxito agropecuario brasileiro.

En Argentina se observa un fuerte crecimiento de la agricultura, que, como en el caso de Brasil, se acelera en los últimos años y, por otra parte con un estancamiento de la producción de carne bovina que se manifiesta a lo largo del periodo analizado en este trabajo (Figura 13).



**Figura 13.** Argentina. Índices de Producción de Granos y de Carne Bovina 1999/2000 = 100.

A diferencia de lo ocurrido en Brasil, una parte de la expansión de la agricultura se hizo por sustitución de la actividad ganadera. Argentina también careció de políticas fiscales, de precios y de comercialización propicias para el desarrollo agropecuario. Pero, por otra parte, ha sido un país líder en la adopción de tecnologías cuyo empleo fue decisivo en el aumento de la producción de granos. La Figura 14, ilustra la decisiva importancia del cambio tecnológico, que explica el 68% del crecimiento de la producción de granos: en Argentina entre 1968 y 2008.

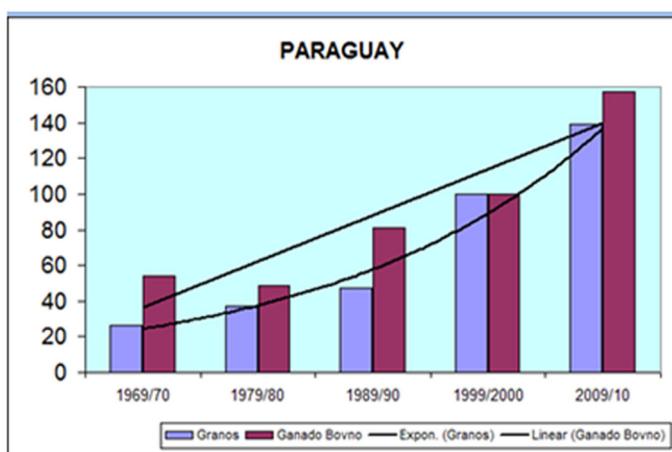


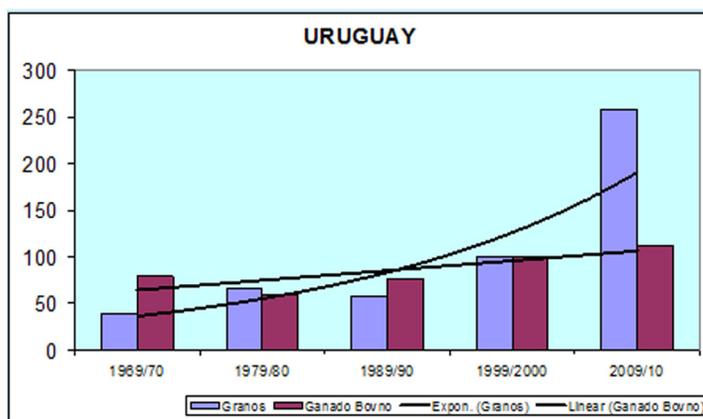
■ TIERRA ■ TRABAJO □ CAPITAL □ FERTILIZANTES ■ PTF

**Figura 14.** Fuentes de crecimiento de cereales y oleaginosas 1968 – 2008.

Fuente: Lema D. Cap. 6 en: Reza L. et al. 2010. El crecimiento de la Agricultura Argentina. Editorial Facultad de Agronomía, Bs. As.

En Paraguay y Uruguay la agricultura y la ganadería crecieron significativamente en el periodo analizado (Figura 15). Como en Brasil y Argentina el progreso de la agricultura se intensificó en las últimas dos décadas como consecuencia de la incorporación de la soja a los planteos productivos. La expansión de la frontera agropecuaria fue mayor en Paraguay que en Uruguay.





**Figura 15.** Paraguay y Uruguay. Índices de producción agropecuaria 1999/2000 = 100.

## RESUMEN Y CONCLUSIONES

La producción agropecuaria de los países del MERCOSUR ha crecido en las últimas dos décadas mucho más que en el resto del mundo, merced a una combinación de aumento de áreas cultivadas y de incorporación masiva de nuevas tecnologías.

- Opiniones fundadas coinciden en que la demanda mundial por alimentos continuará creciendo en las próximas décadas brindando entonces nuevas oportunidades a los países de MERCOSUR.

- Brasil ha mostrado las ventajas en términos de buenos resultados, de aplicar políticas agropecuarias estables y no discriminatorias. También es destacable la capacidad de respuesta de los demás miembros del MERCOSUR a las condiciones favorables de los mercados, con la notoria excepción de la ganadería argentina, cuya producción ha permanecido estancada.



Incorporación del Académico de Número Dr. Julio García Tobar

## **Apertura a cargo del Presidente de la Academia**

**Dr Carlos O. Scoppa**

Sesión Pública Extraordinaria, Abril 12 de 2012, Buenos Aires

Señores Académicos

Autoridades Nacionales, Universitarias y Eclesiásticas

Familiares, Amigos y Colegas del Nuevo Académico

Sr. Dr. Julio García Tobar

Señoras y Señores

La Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria realiza su primera Sesión Pública Extraordinaria del año para incorporar como Académico de Número al Dr. Julio García Tobar.

Auspicioso comienzo para la actividad del período que hoy iniciamos pues la incorporación de un nuevo miembro es un evento capital para la corporación. Representa su misma continuidad y permanencia.

Solemnes y además amables estas ceremonias están orladas de verdadero culto para la vida académica, siendo a la vez las más jubilosas porque significan haber podido reconocer, luego de un largo, meditado y minucioso proceso de análisis y discusión, a alguien que garantiza el renuevo y la perdurabilidad de la corporación y sus logros.

Están cargados de solemnidad, porque estamos concediendo "el mayor reconocimiento que el país otorga para aquellos ciudadanos merecedores de la gratitud de la Patria" según lo expresado por la ley que rige a las Academias Nacionales.

visten, y mas aun en estos tiempos de crisis estructural y relativismo ético.

Demanda una definida actitud de prestación practicada con desinterés y fidelidad, tratando de devolver al país todo lo que de el recibieron, en aras de su formación, moral, intelectual, ética y aun estética, que en todos los niveles de la enseñanza la republica nos facilito.

Recordemos que la Argentina no alcanzo el carácter de Nación, por su pampa enorme, ni por su gaucho fantástico, ni por la milicia gloriosa de la independendencia, ni siquiera por su sublime modo de resistir, y aun morir, cuando estuvo sometida al poder bestial de los tiranos.

“Lo que destaco a la Argentina de los demás pueblos de la América Española y la hizo respetable ante los países mas arrogantes y rancios fue su determinación inusitada de vivir como un pueblo científico, de poner en acción inteligente todos los elementos modernos, de no dejar al azar caprichoso la mezcla de las cualidades que han de definirla, sino de descartar de la vida de la Nación, aquellos componentes que no sean rigurosamente aprovechables, con el propósito claro de extirpar los factores lentos, inertes o nocivos que se oponen al progreso”.

Tratar de continuar ese camino abierto por los hombres que nos precedieron, en tiempos tal vez mas felices para la republica, es nuestro compromiso y de todo aquel que se incorpore a esta pequeña legión que hoy recibe fraternalmente y con admiración al Dr. García Tobar, al cual tengo el privilegio de hacerle entrega de los atributos que lo acreditan como Académico de Numero de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria.

Algo que se obtiene no solo poseyendo una brillante hoja de vida científica, sino por haber sido un ciudadano indisolublemente comprometido con la sociedad que integra evidenciado por un permanente e insobornable ejercicio de la moral, la ética, el estudio y la solidaridad.

No se llega a la Academia solo sabiendo sino siendo.

Creemos que el nuevo Académico cumple acabadamente con tales requisitos, y que en el ejercicio de su nueva función, apretara aun más los ijares de su propia enjundia para el mejor cumplimiento de los objetivos de la entidad a la cual hoy se incorpora.

Sin embargo, no me corresponde a mí exponer los meritos que acredita y justificaron la designación del Dr. García Tobar por el cuerpo, lo cual corresponderá a su padrino académico, el Académico Dr. Emilio Gimeno, quien seguramente lo hará con el rigor y la solvencia que lo caracteriza.

Solo me resta entonces, expresar algunos conceptos que tutelan a las Academias Nacionales, donde no se viene a reposar en las palmas de la honra, ni menos aun a hacer uso de la distinción que la condición representa, ya que los deberes que se asumen son incomparablemente mayores que las lisonjas.

Porque las concebimos como organismos vivos que se alimentan, siguiendo a Schrodinger de entropía negativa o negentropia, por lo cual cualquier intento de degradación es rechazado por el propio metabolismo que genera el comportamiento y el talento de cada miembro. Que no acepta mutaciones que puedan reducir la coherencia del aparato teleonomico que se deriva de su propia historia.

En esta institución, protagonista y testigo del ocurrir agropecuario, intelectual y cultural del país, sus integrantes precisan comprometerse y consustanciarse con la responsabilidad que in-

Incorporación del Académico de Número Dr. Julio García Tobar

## **Presentación del Dr. Julio García Tobar**

**Dr. Emilio J. Gimeno**

Un antiguo adagio alemán de la época medieval, trata de describir el significado de las capacidades humanas para realizar un trabajo o servicio. Su traducción dice algo así como:

El Oficial es quien tiene la responsabilidad de hacer un trabajo u oficio. Maestro es el que tiene las condiciones para enseñar las habilidades y secretos de su arte, y aprendices, aprendices, somos todos.

El Dr. Julio García Tobar a quien hoy tenemos la satisfacción de recibir como miembro de número en nuestra Academia, tiene todos los atributos que marca el adagio. Una extraordinaria capacidad de trabajo para encarar misiones y proyectos. La cualidad de maestro para abarcar detalles y atributos de una ciencia y transmitirlos con rara condición de liderazgo. Por fin además, la inquietud permanente por estudiar, investigar y aprender, aplicando nuevas tecnologías a nuestras actividades profesionales.

Haré una breve exposición de la hoja de vida de García Tobar, en la que se demuestra las raras cualidades, técnicas, humanas y profesionales para abarcar distintas actividades que expresan sus condiciones como hombre hacedor, emprendedor e investigador en las actividades agropecuarias, que hoy destacamos y ameritan su inclusión en la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria.

Califican las actividades académicas, que avalan sus cualidades como destacado profesional, el hecho de que luego de recibirse de Veterinario en la UBA, en 1963, cursó estudios de post-gradó en la Universidad de California, Davis, EE. UU., donde, en 1966, obtuvo

el título de Master of Science en Animal Science, con un promedio de máxima calificación. El 1972 obtuvo el grado de Philosophy Doctor (PhD) en Animal Science en la Universidad de Purdue (EEUU), con un promedio también destacado. Conviene señalar que tanto Universidad de Davis, como Purdue son dos de los centros más destacados del mundo en la amplia especialidad, que en los países anglo-sajones, abarca la designación de Animal Science. Posteriormente completó su preparación técnica participando, en 1989, del programa intensivo de administración de negocios ofrecido por el área de Executive Education del Fuqua Business School, Duke University (EE. UU.). Esta preparación de excelencia fue lograda con el apoyo de becas otorgadas por la Universidad de Buenos Aires (1965-66), la Organización de Estados Americanos (1966) y la Rockefeller Foundation (1969-72). En 1978 recibió una beca del British Council para participar en un curso intensivo de actualización en producción de ganado vacuno en la Universidad de Edimburgo, Escocia. En 1982 fue designado Eisenhower Fellow de Argentina para llevar a cabo un programa de visitas a centros académicos, de investigación y negocios agropecuarios de los EE. UU.

Estas son las condiciones que permitieron su formación y que sostienen las actividades profesionales que García Tobar desarrolló durante toda su vida, como veterinario dedicado al trabajo en la producción animal y como investigador inquieto en la introducción de técnicas innovadoras en temas de manejo agropecuario, que posteriormente muchas de ellas, se hicieron comunes en la explotación pecuaria de nuestro país.

Ejemplos de estos asertos, fueron los verdaderos avances prácticos que justificaron transformaciones e innovaciones valiosas para la producción pecuaria en la ganadería argentina de los

últimos cuarenta años, que paso a detallar concretamente:

Entre 1972 y 1975, promovió el uso de silaje picado fino de maíz y sorgo en el país, para su aplicación masiva, como recurso alimentario para la producción de carne, operando bajo su dirección técnica los primeros sistemas de engorde a corral. Casi simultáneamente contribuyó a que estos silajes se comenzasen a utilizar en tambos.

En 1974 implementó un programa de recría para vaquillonas de tambo que permitía el "entore precoz". Ello representó un avance en la producción láctea, impulsando así una mayor eficiencia global de los sistemas. Esas técnicas de manejo fueron iniciadas en el establecimiento La Elisa de Capitán Sarmiento (Bs. As.) y aparecen reflejadas, como sistema innovador, en las publicaciones de la Asociación de Criadores de Holando Argentino.

Como integrante de GAP, grupo profesional en el que participó durante más de 20 años, contribuyó a desarrollar y aplicar en condiciones prácticas un "sistemas de control de desarrollo en bovinos de carne". Los avances técnicos alcanzados fueron presentados en diferentes oportunidades mediante demostraciones, comunicaciones y publicaciones de difusión. Ello se concretó, por ejemplo, en el VIII Congreso CREA Mendoza 1977, donde definió "Camino para acceder a una producción bovina de avanzada" y se reafirmó con la publicación del trabajo sobre "El futuro de la ganadería argentina en zonas agrícolas" en la Revista Argentina de Producción Animal. Vol 4, de 1985. Los sistemas de evaluación objetiva implementados por GAP luego, fueron masivamente adoptados por destacadas cabañas del país, tales como Las Lilas (Aberdeen Angus, Hereford y Polled Hereford), El Bonete (Aberdeen Angus), Bellamar (Hereford y Polled Hereford), Corral de Guardia (Brangus) y La Leonor (Brahman, Nelore y Brangus).

Sus contribuciones a la adopción de modernas técnicas de gerenciamiento en las empresas agropecuarias aparecen destacadas en las comunicaciones de AACREA en la Jornadas Técnicas de 1990 y sus notas en la revista Chacra. El trabajo "Perder, irse o cambiar" destaca el cambio de paradigma en los agronegocios y propone líneas de acción para adaptar a las empresas y a los empresarios a este cambio.

Otro aspecto destacable son sus labores directivas y ejecutivas en el campo empresario práctico, donde aplicó concretamente buena parte de su preparación académica. Ello fue en el grupo COMEGA, como Director, donde lideró un programa práctico de integración de cadenas y trabajo en redes, del que resultaron proyectos como el de Carne de Cabaña Las Lilas, (primera carne ofrecida en cortes envasados al vacío en el mercado local y que luego fuera exportada a diversos destinos). Además, debemos señalar su participación de otros programas de integración, como el de la Huerta La Leonor y el de Insumos y Cereales SA. Otros proyectos de integración que manejó el Dr. García Tobar, fueron los de vinculación entre ganaderos é industria frigorífica. Tal el caso de los proyectos de otorgamiento de cuota Hilton a grupos formados por ganaderos é industria procesadora (Prinex S. A., ABP-Frigorífico Hughes). Se suma también, en lo referido a agonegocios, su actuación como Presidente del Capítulo Argentino de IFAMA (Internacional Food and Agribusiness Association)

Su labor docente, demuestra la calidad de Maestro que mencionamos al principio, que dio como resultado una significativa contribución, cualitativa y cuantitativa, en la formación de recursos humanos a nivel de grado, post-grado y de educación complementaria.

Entre 1960 y 1988 su capacidad docente, lo llevó a acceder al

cargo de Profesor Titular en el Departamento de Zootecnia de la Facultad de Agronomía de la UBA. Fue, además, Profesor Titular de Nutrición Animal en la Facultad de Ciencias Agrarias de la UCA (1967), Profesor invitado, entre 1974 y 1976, en la Maestría en Producción Animal de la Escuela de Veterinaria de la Universidad Nacional de Minas Gerais (Brasil), Profesor invitado (1999-2000) del Programa M.B.A. y Programa Avanzado en Negocios Agropecuarios de la Facultad de Ciencias Sociales y Económicas, UCA, Profesor invitado (2000-02) y Miembro Titular del Comité Académico (2000-01) del Programa Master en Gestión de la Empresa Agroalimentaria de la Facultad de Ciencias Agrarias, UCA, Profesor invitado (2001 y 2003) de la Maestría en Agronegocios, Universidad del CEMA, Director del Programa de Agronegocios (2002-04) del Instituto Universitario de IDEA.

Estuvo, además, vinculado con AACREA como profesor y coordinador del módulo de producción de carne vacuna, con la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Rosario, con la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Belgrano, con el CEIDA (Centro de Estudios e Investigación para la Dirigencia Agropecuaria), con el ISEA (Instituto Superior de Enseñanza Agropecuaria de la Sociedad Rural Argentina). Fue asesor del CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas) en el área agropecuaria, entre 1990 y 1991, además fue Vicepresidente del INTA en 1981/82 y miembro del Consejo Directivo 1973/74.

En su labor docente e innovadora, deben destacarse publicaciones científicas y técnicas en revistas especializadas en producción animal, que en número de nueve demuestran diversos pasos cumplidos en su labor profesional, y que son ejemplo de

sus avances técnicos en manejo alimentario, nutrición y gerenciamiento. Entre ellos vale destacar la publicación por el Banco Mundial, en 1996 con la descripción y análisis de los grupos CREA y de AACREA ("Associative private agricultural extension in Argentina. New approaches to technology, Extension workshop, Alternative mechanisms for funding and delivering extension". Washington, DC)

También deben destacarse sus contribuciones en la Revista La Chacra, durante más de diez años, cuyos temas y principales contenidos representan una labor de difusión y valorable extensión en los campos de la producción animal, y en el amplio tema de la aplicación de su desarrollo bajo la óptica científica, económica y metodológica del agrobusiness.

Además debemos mencionar sus numerosas participaciones en reuniones técnicas de difusión, en las que divulgó en los medios agropecuarios y académicos, temas de nutrición, manejo animal y agronegocios, siempre prácticos e innovadores.

Últimamente, en el año pasado, en conmemoración del Centenario de nuestra Academia, el Dr. García Tobar ha participado como coordinador junto con el Ing. Marcelo Regúnaga en un importante trabajo de análisis y proyección de perspectivas en el desarrollo de las cadenas de producción pecuaria para los próximos diez años. Su trabajo es de indudable valor, como aporte al análisis para reconocer las políticas erradas que afectaron el desarrollo de la ganadería bovina en los últimos años; pero además da orientaciones para reordenar los programas en la producción pecuaria, para que la Argentina, pueda volver a ser una potencia ganadera internacional. La difusión del libro, a partir de su edición reciente, deberá tener un importante impacto para diseñar políti-

cas económicas positivas para nuestro país, en el largo plazo.

Hoy al dar la bienvenida al Dr. Julio García Tobar, bajo los atributos del ya mencionado proverbio alemán, conteste con la brillante carrera aquí resumida, nos queda solamente resaltar, las relevantes condiciones morales que adornan su personalidad, demostrada en conductas ejemplares de hombría de bien, sentido de cooperación y altruismo, que han servido en múltiples ocasiones para demostrar la calidad de una vida al servicio de la producción pecuaria, su profesión y la sociedad de su país.

Dr. García Tobar, bienvenido a su nueva casa, la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria.

Incorporación del Académico de Número Dr. Julio A. García Tobar

## **Palabras del Académico de Número**

**Dr. Julio A. Garcia Tobar**

Sr. Presidente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria,  
Señores Académicos,  
Señoras y Señores

Deseo, en primer lugar, agradecer a los Sres. Académicos mi designación como académico de número, posición que significa para mí un honor y genera una responsabilidad y compromiso.

Creo, a partir de mi propia experiencia, que nadie llega a una posición como esta solo en base al esfuerzo personal. Es entonces para mí hoy un deber de lealtad agradecer a muchos de aquellos, aunque lamentablemente, por razones de espacio, no a todos, cuya

influencia fue trascendental en mí vida personal y profesional.

A mis padres, por su ejemplo. A mí esposa, por su apoyo continuo e incondicional. A mis hijos, por las muchas satisfacciones. A mis nietos, por las muchas alegrías. Al Dr. Enrique Garcia Mata, inefable maestro. Al Dr. Roberto Guarrochena, socio en lo profesional y amigo entrañable. A todos mis colegas con los que hemos trabajado juntos, en especial los del Departamento de Zootecnia de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires. A mis alumnos, por sus continuos desafíos y a veces aleccionadoras irreverencias. A todos ellos y por encima de ellos a Dios, agradezco por la plenitud de vida que se me ha otorgado.

## **SEMBLANZA DEL DR. NORBERTO RAS**

Marca la tradición que el Académico incorporado haga una semblanza de quien lo precedió en el sitial a ocupar. En mí caso se trata del Dr. Norberto Ras.

Tarea por cierto difícil resumir la trayectoria de quien fuera Miembro y Presidente de esta Academia, de la de Ciencias de Buenos Aires, de la de Ciencias del Ambiente, de la del Plata y miembro honorario de la de Medicina. Docente, Director del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, estudioso, autor fértil. He considerado, por lo tanto, que mí mejor tributo al Dr. Ras es hacer pública una anécdota de nuestra relación personal.

Era yo alumno de la Escuela de Veterinaria de la Universidad de Buenos Aires, cursando a la sazón Obstetricia y Patología de Reproducción, en la Cátedra del Dr. Oscar M. Newton, en la que el Dr. Ras era Jefe de Trabajos Prácticos. Debo confesar que mí

interés por el tema era limitado y más limitada aún mi aplicación a ejecutar ciertas maniobras diagnósticas. El Dr. Ras debe haber captado esta situación y entonces me pide que, mediante palpación rectal, haga el diagnóstico reproductivo de una vaca. Llevo a cabo la maniobra en medio del silencio expectante de mis compañeros, silencio que yo no acerté a romper. Es entonces que el Dr. Ras me pregunta...¿Y García Tobar? Solo atino a contestar... "Aquí dentro está totalmente obscuro Doctor!" Ras me invita a hacerle lugar, realiza la maniobra y da un completo diagnóstico, luego del cuál me imparte una de las grandes lecciones que he recibido. Se limita a decir: "Para quienes no saben siempre está obscuro".

Y así ha transcurrido una parte importante de mi vida, tratando, con limitado éxito, de transitar el camino hacia la luz y de estimular a otros para que también lo hagan.

Incorporación del Académico de Número Dr. Julio A. García Tobar

### **Conferencia**

## **COMPETITIVIDAD**

Con especial referencia a la cadena de la carne vacuna argentina

**Julio A. Garcia Tobar**

### **INTRODUCCIÓN**

El tema a abordar es el de la que considero una asignatura pendiente a nivel país y para muchas cadenas de agregación de valor y empresas. Me refiero a la competitividad y lo haré en tér-

minos generales en primer lugar y luego con especial referencia a la cadena de la carne vacuna argentina.

Los argentinos hemos tenido y tenemos una relación volátil, tumultuosa, con la carne vacuna.

La hacienda vacuna fue la primera y principal fuente de riqueza en estas tierras. La producción y exportación de productos derivados de ella, cueros, cecina, charque, tasajo, fue la actividad industrial y de comercio internacional primigenia.

Hemos sido los mayores consumidores de carne vacuna per capita, líderes en exportación, productores de la mejor carne del mundo. Exportamos carne desde comienzos del siglo XIX y carnes enfriadas desde 1908. Hemos sido pioneros en la comercialización de carne vacuna enfriada, envasada al vacío y con marca. He aquí, en solo algunos trazos, una cara de la moneda.

Pero hay otra. Según nos relata H. Giberti<sup>1</sup>, en 1818 el Gral. Pueyrredón, Director Supremo, afirma, respecto de la carne vacuna que “no es justo que se exporte un artículo escaso de primera necesidad”. En 1827 se establecen precios fijos para la carne, se imponen derechos de exportación para el tasajo y se aconseja no exportar.

Las carnes vacunas argentinas eran el 25% de la exportación mundial de carne en 1960, hoy no llegan al 5%. Por disputas referidas a la carne se ha asesinado a un Senador Nacional en el recinto. Hemos vivido vedas al consumo, soportado ciclos ganaderos, convivimos con un doble estándar sanitario y fiscal y la arbitraria distribución de permisos de exportación.

En el curso del último lustro el stock vacuno nacional se redujo en 12 millones de cabezas, el consumo interno disminuyó 20%,

.....  
**1** Giberti, H. C. E. (1961) Historia económica de la ganadería argentina. Editorial Solar/Hachette, Buenos Aires, Argentina

las exportaciones descendieron 60%, el precio de ciertos cortes, al consumidor, aumentó entre 250 y 300%. En los últimos dos años se estima que han dejado de operar 120 establecimientos dedicados a la faena y procesamiento de carne vacuna y se han perdido varios miles de puestos de trabajo.

## **IMPORTANCIA DE LA CARNE VACUNA EN Y PARA ARGENTINA**

Surge aquí una primera pregunta y solo una respuesta afirmativa a la misma justifica continuar tratando el tema. ¿En y para Argentina, es realmente importante la carne vacuna?

La actual situación indica que podemos arreglarnos con 50-60 kg por habitante y por año, pagando precios internacionales ó muy cercanos a ellos y exportando apenas 300.000 ton/año. Podríamos entonces olvidarnos del tema, como parecería que lo han hecho los principales gestores de los actuales desaguisados y seguir recorriendo, despreocupadamente, el camino de la decadencia.

Resulta perogrullesco anticipar cual es nuestra respuesta a la pregunta antes formulada.

En un reciente trabajo de Regúnaga y Garcia Tobar<sup>2</sup>, publicado por la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, los autores estiman que la producción de carne vacuna podría aumentar significativamente y a partir de ella las exportaciones potenciales para 2020 podrían tener un rango de 1.1 a 1.7 millones de toneladas, equivalente res con hueso, que resultarían entre 236% y 420% superiores a las del último año. Ello llevaría el market share

.....  
<sup>2</sup> Regúnaga, M. y J. A. Garcia Tobar (2012) Cadenas de base pecuaria, una gran oportunidad. Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, n° 36, Buenos Aires, Argentina

de Argentina, en el mercado mundial de la carne vacuna, a entre 10% y 16%. El valor de estas exportaciones podría ubicarse en el rango de los 3.500 a 5.500 millones de dólares. Una interesante contribución a nuestra balanza comercial (Cuadro 1).

Pero más importante aún, la relevancia del sector no se asienta solo en su contribución al Valor de la Producción, al Valor Agregado ó a la balanza de pagos. Los datos que surgen de la matriz insumo:producto de la economía argentina, aunque desactualizados, indican que el sector pecuario en general es uno de los que presenta los coeficientes multiplicadores directos é indirectos de producción y de empleo más altos de toda la economía. La industria frigorífica presenta un coeficiente multiplicador de producción de 2.5. El correspondiente a cría y producción de ganado, excluido el de granja, es 1.75, superior al promedio de las 124 actividades económicas consideradas<sup>3</sup>.

Generadora de valor y de puestos de trabajo que trascienden en mucho a la propia cadena. Generadora de divisas. ¡Vaya si la carne vacuna es importante para Argentina!

## **DEMANDA DE CARNE VACUNA**

La siguiente pregunta por contestar es si, asumiendo un giro copernicano en la actividad, que permita alcanzar los niveles de producción y exportación a los que antes se hizo referencia, habrá mercado para la carne vacuna argentina.

No cabe duda que para los actuales niveles de producción y exportación el tema de esta presentación es irrelevante. No es ne-

.....  
3 Regúnaga, M. et al. (2006) El iompecto de las cadenas agroindustriales pecuarias en Argentina: evolución y potencial. Capital Intelectual S. A., Buenos Aires, Argentina

cesario ser competitivo para venderle 50 kg de carne a cada uno de los argentinos, ni para exportar 300.000 toneladas por año.

De cualquier manera conviene dejar claramente establecido que todas las estimaciones disponibles indican que, a nivel mundial, la demanda de carne vacuna crecerá en los próximos años, impulsada por un aumento de la población mundial y del PBI por habitante<sup>4</sup>.

Entendemos que se dará un aumento de demanda diferencial, según esta sea considerada en términos cuantitativos ó cualitativos. Desde el punto de vista cuantitativo la demanda crecerá más en los países emergentes y se mantendrá ó apenas crecerá en los integrantes de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD). Desde el punto de vista cualitativo la demanda será menos exigente en los países emergentes, pero los consumidores de los países de la OECD y otros países desarrollados pondrán más énfasis en la calidad, en términos a los que más adelante dedicaremos algunos párrafos.

Los grandes promotores del consumo de carne vacuna son el crecimiento de la población y el aumento del PBI por habitante<sup>5</sup>. En efecto, se estima que en los próximos 30 años la población mundial crecería en el orden del 29%. El 96% de este crecimiento se daría en los países emergentes.

Si consideramos el posible aumento del PBI, expresado en términos de paridad de poder adquisitivo, un reciente trabajo de Llach<sup>6</sup> señala que los países emergentes, China é India, se destacarían (Cuadro 2) .

.....  
4 Llach, J. J. (2011) El mercado de carne vacuna: perspectiva global de mediano plazo. Documento PLAMECO (Plan de mejora competitiva de la cadena de ganado y carne vacuna argentina), IPCVA

5 Llach, J. J. (2011) Ibidem

6 Llach, J. J. (2011) Ibidem en base a datos Banco Mundial y Fogel (2007)

Algunos trabajos de comienzos de siglo, tal como el de Speedy en 2003 (cuadro n° 3)<sup>7</sup>, indican una clara relación entre PBI por habitante y consumo de carnes. Aumentos en el PBI resultan en mayores consumos de todos los tipos de carne. El aumento relativo del tipo de carne consumida depende de factores culturales, económicos, tal como los precios relativos y de mercado, principalmente la disponibilidad. El aumento en el consumo de carne vacuna tiende a hacerse más importante en la medida que el PBI por habitante supera los U\$S 8.000 – 10.000.

Un fenómeno también relevante es que, según datos de la OECD, aparecerán nuevas clases medias cuyo peso relativo tendería a aumentar. Hacia el año 2030 el número y proporción de habitantes, a nivel mundial, considerados como nuevas clases medias aumentaría en el orden del 165% y la región Asia-Pacífico concentraría el 66% del total de las nuevas clases medias, algo así como 2.000 millones de habitantes sobre un total mundial estimado en 4.800 millones.

La respuesta a la segunda pregunta parece entonces ser que, en la próxima década, si hay carne vacuna argentina para ofrecer, habría mercados para ella.

El Departamento de Agricultura de los EE. UU. estima que entre 2011 y 2020 las exportaciones mundiales de carne vacuna crecerán en el orden del 16% (Cuadro 4)<sup>8</sup>.

Según OECD-FAO<sup>9</sup> hacia 2020 27% de la producción mundial de carne vacuna tendría origen en los países latinoamericanos (Cua-

.....  
**7** Speedy, A. W. (2003) Global production and consumption of animal source foods. J. Nutr. 133:40485-40535

**8** USDA (2011) Agricultural projections to 2020

**9** OECD-FAO, Agricultural Outlook 2011-2020

dro 5) y Brasil se mantendría como principal exportador de carne vacuna, seguido por los EE. UU. y Australia (Cuadro 6).

No somos tan naives como para pensar que en 10 años Argentina alcanzará la producción potencial estimada por Regúnaga y Garcia Tobar<sup>10</sup>, pero debemos prepararnos pues en los próximos años, en la próxima década, si hacemos aunque solo sea algo de lo mucho por hacer, deberíamos colocar en los mercados internacionales un tonelaje significativo.

Es obvio que habrá que acceder compitiendo con otros potenciales proveedores y es aquí entonces donde la competitividad adquiere sentido.

## **CADENAS/REDES DE AGREGACIÓN DE VALOR**

La mayoría de los analistas piensa en términos de cadenas y es así como solemos expresarnos. Cadena es inclusive el término usado en el título de esta presentación. En el caso de la carne vacuna hablamos entonces de sector primario ó de la producción, sector secundario o del procesamiento y sector terciario ó comercial (Cuadro 7).

El concepto, sin embargo, surge de una sobresimplificación. Es más comprehensivo analizar el tema pensando en redes y no omitir considerar a uno de los jugadores importantes, por su acción sobre todos los nodos que integran las redes y sobre estas en su conjunto, el sector público (Cuadro 8).

.....  
**10** Regúnaga, M. y J. A. Garcia Tobar (2012) Op. Cit.

## COMPETITIVIDAD

El concepto de ventajas comparativas es antiguo e importante. Pese a ello existen aún desacuerdos respecto de su significado preciso, su extensión y la manera de medir estas ventajas.

¿Pero, qué es competitividad? El concepto de competitividad ó ventajas competitivas es aún más ambiguo y es dable encontrar una amplia gama de interpretaciones<sup>11</sup>. Es, sin duda un objeto de debate que ha enfrentado a diversos economistas y autores de talla, tales como Michael Porter, Paul Krugman, Lester Thurow y Robert Reich, para citar solo a los más conocidos é influyentes.

Más allá de discusiones académicas, el concepto de competitividad a nivel de países ha aparecido como un nuevo paradigma en lo relativo a desarrollo económico, al punto que varias naciones y regiones han establecido sistemas ó agencias gubernamentales para promover ó desarrollar políticas tendientes a aumentar la competitividad. En Argentina, por ejemplo y dentro del ámbito del Ministerio de Economía, Secretaria de Comercio Exterior, se ha creado, recientemente, la Subsecretaria de la Competitividad. A nivel mundial existen hoy dos organizaciones que recopilan información y elaboran índices de competitividad país. Se trata del Foro Económico Mundial, World Economic Forum (WEF)<sup>12</sup> y del International Institute for Management Development (IMD)<sup>13</sup>.

El Foro Económico Mundial define **competitividad** como *“el conjunto de instituciones, políticas y factores que determinan el*

.....  
**11** Siggel, E. (2007) The many dimensions of competitiveness. CESifo, Venice Summer Institute

**12** www.weforum.org. The global competitiveness report, 2011-2012

**13** www.imd.org. World competitiveness yearbook, 2011

*nivel de productividad de un país*". Mientras que el IMD define **competitividad económica nacional** como *"la manera en que una nación administra la totalidad de sus recursos y capacidades a fin de aumentar la prosperidad de sus habitantes"*.

La idea subyacente es que las empresas operan en un ambiente nacional que puede favorecer ó perjudicar su capacidad para competir en el mercado doméstico ó en el internacional.

Si bien el enfoque y la metodología difieren en alguna medida, ambas organizaciones elaboran sus índices en base a parámetros muy semejantes.

El Foro Económico Mundial incluye, en su índice, los llamados requerimientos básicos, tales como instituciones é infraestructura; los promotores de eficiencia, entre los que incluye la educación superior y la eficiencia de los mercados y los denominados factores de sofisticación, referidos a modelos de negocios é innovación.

El IMD considera cuatro factores principales, desempeño económico, eficiencia gubernamental, eficiencia de los factores de producción é infraestructura.

En general entonces y como es dable esperar, las posiciones relativas en ambos rankings son similares.

Dentro del grupo de los mayores exportadores de carne vacuna, actuales y potenciales (Cuadro 9), EE.UU., Canadá, Australia y Nueva Zelanda lideran los ranking de competitividad, seguidos a distancia por Brasil, India y Uruguay. Argentina ocupa la posición 85 sobre 133 países en el ranking del Foro Económico Mundial (cuadro 10) y la número 55 sobre 59 en la de IMD.

Según el Foro Económico Mundial, el valor del índice de Argentina es el menor cuando se lo compara con los de los principales

exportadores mundiales de carne vacuna. Somos el país menos competitivo entre nuestros competidores.

Además y como puede verse, tanto el valor absoluto del índice (Cuadro 11) como la posición relativa de Argentina (Cuadro 12) en el ranking de competitividad se ha ido deteriorando en los últimos años. Por cierto esto no ha ocurrido con nuestros competidores en el mercado internacional.

La consideración del perfil de competitividad de Argentina (Cuadro 14). Nótese que la escala alcanza, en algunos países, valores máximos superiores a 8. Estos datos muestran claramente nuestras limitaciones.

Argentina se caracteriza por una baja contribución a la competitividad por parte del sector público, limitaciones de infraestructura acompañadas por una baja atracción para la inversión privada en esta, baja eficiencia de los mercados y una relativamente baja competitividad del sector empresario.

La importancia de la competitividad país queda de manifiesto cuando entendemos que contribuye a mantener un nivel sustentable de prosperidad, al logro de altas tasas de crecimiento de la economía y al desarrollo. Quizás como demostración de lo dicho resulte suficiente señalar la relación existente entre el índice de competitividad global preparado por el Foro Económico Mundial y el PIB per capita expresado en términos de paridad de poder adquisitivo (Cuadro 12).

Resulta obvio, más allá de argumentos a favor y en contra, que estos índices son claros indicadores del ambiente general de negocios de los países considerados.

Pero lo dicho hasta aquí es solo una parte del complejo e interesante tema de la competitividad. Hemos considerado solo as-

pectos relativos a la competitividad país ó la que algunos economistas denominan competitividad macro.

La competitividad, sin embargo, es importante a otros niveles. A nivel de las redes ó cadenas de agregación de valor, competitividad meso y a nivel de empresas y/ó productos, competitividad micro.

Las redes y empresas que operan en un entorno macroeconómico que tiende a vulnerar y/ó reducir la competitividad macro deben compensar esta desventaja con altos niveles de competitividad meso y micro, niveles que, como bien sabemos por experiencia, en ciertos casos y situaciones podrían no ser suficientes para neutralizar los efectos deletéreos de la baja competitividad país.

Correspondería entonces ahora analizar que factores contribuyen a determinar la competitividad meso y micro, es decir de redes y de empresas dedicadas al negocio de la carne vacuna.

La disponibilidad de tierra, el clima, la productividad primaria, secundaria y terciaria, las oportunidades de intensificar la producción primaria, la sustentabilidad de esta, el nivel de demanda cuantitativa y cualitativa del mercado interno, la oportunidad de substituir consumo doméstico por exportaciones, la eficiencia del procesamiento, el estatus sanitario, la calidad del producto, la satisfacción de requerimientos de trazabilidad, el acceso a mercados, los niveles de precio, los costos de cada proceso y los de transacción, las políticas de comercio é impositivas, son todos factores que afectan, influyen, determinan la competitividad de redes, empresas y productos.

Un honesto examen de conciencia nos dirá que estuvimos mejor, que vamos mal y que hay una decisión que nos debemos. ¿Haremos lo necesario y por cierto difícil para estar mejor ó nos

resignaremos a que la carne vacuna argentina siga transitando el actual camino de decadencia?

Sin detenernos en detalles digamos que estimaciones del Índice de Ventajas Comparativas Reveladas, propuesto por Balassa<sup>14</sup>, pese a sus limitaciones y a las objeciones que podrían hacerse, indica que, entre 2005 y 2011 y para los principales exportadores de carne vacuna, la competitividad del producto ha tendido a disminuir, pero en términos relativos la mayor reducción la ha sufrido Argentina, 59%.

Un largo camino para fundamentar una verdad por todos conocida. La carne vacuna Argentina ha perdido competitividad, producto del descenso de la competitividad país, particularmente acentuada por la incongruencia de las medidas adoptadas por los Gobiernos respecto del sector y la limitada competitividad de la cadena y las empresas que la integran. Recuperar esta competitividad perdida es el desafío que tenemos por delante.

Tardíamente, pero aquí vale plenamente aquello de más vale tarde que nunca, el Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina ha reconocido el problema y ha lanzado, hacia fines del año pasado el PLAMECO 2012-2025. Se trata del Plan de Mejora Competitiva de la Cadena de Ganado y Carne Vacuna Argentina, cuyo objetivo es que el sector en su conjunto se dé un plan estratégico.

Como ya dijimos la baja competitividad macro, que no será fácil revertir, exige maximizar las competitividades meso y micro.

.....  
**14** Balassa, B. (1977) Trade liberalization and revealed comparative advantage. The Manchester School of Economics and Social Studies, vol 33, no. 256

## COMPETITIVIDAD DE CADENAS/REDES Y EMPRESAS

Regúnaga y Garcia Tobar<sup>15</sup> han presentado, recientemente, un análisis de los lineamientos estratégicos de las políticas de Estado para promover el crecimiento del sector pecuario, incluyendo la red de la carne vacuna y por lo tanto obviaremos el tema, dejando expresa y enfáticamente sentado que obviarlo aquí no significa restarle importancia.

El primer paso tendiente a aumentar las competitividades meso y micro supone alinear el comportamiento de la cadena y de sus empresas en términos de un objetivo común. Se trata de pasar de la ecuación de suma cero, en la que la cadena ha operado históricamente, a una ecuación del tipo “todos ganan”, en la que las sinergias hagan que los beneficios para cada uno de los integrantes de la cadena sean mayores que los que se podrían lograr mediante una simple adición.

La base de la rentabilidad de las empresas que integran la cadena de la carne vacuna seguirá siendo la eficiencia de los procesos, de producción, de procesamiento, de comercialización y la calidad de los productos, desde la base genética hasta la góndola.

Ello resulta imposible si los responsables de las empresas no conocen ó no saben manejar los factores clave de éxito de su actividad. Asimismo, deberán poseer una destacada capacidad para gerenciar, manejar la red de proveedores “aguas arriba” de su empresa y satisfacer las demandas de los eslabones “aguas abajo”.

La capacidad de adopción y adaptación de tecnología es particularmente importante en actividades donde las tecnologías de procesos prevalecen por sobre las tecnologías de insumos. Esta

.....  
**15** Regúnaga, M. y J. A. Garcia Tobar (2012) Op. Cit.

capacidad debe estar acompañada por la disposición para innovar.

En y para determinados mercados, quizás los más interesantes en términos de poder adquisitivo y por lo tanto precio, la calidad de los productos será particularmente importante. En estos mercados se impone un concepto holístico de calidad que incluye factores y atributos intrínsecos del producto y extrínsecos, tales como seguridad alimentaria, bienestar animal, sustentabilidad y bajo impacto ambiental de los sistemas de producción, aspectos sociales, etc., incluyendo percepciones y expectativas de los consumidores.

Es quizás en esta área donde cobra mayor importancia el hecho de que la competitividad no es algo definitivo ó estático, sino marcadamente dinámico. Los empresarios deberán tener la capacidad para avanzar hacia su consolidación, manteniendo la necesaria flexibilidad para adaptarse a cambios en los mercados y/ó para captar nuevos mercados.

La agregación de valor "aguas abajo" ofrece un muy interesante potencial de mejora de rentabilidad para la cadena de la carne vacuna y dentro de esta en especial para las pequeñas y medianas empresas. Nos referimos al desarrollo de nuevos productos, la diferenciación, la creación de denominaciones de origen y marcas, la atención de mercados "nicho".

La integración de pequeñas y medianas empresas en redes dedicadas a la producción, procesamiento y/ó comercialización, generaría para los participantes diversas ventajas competitivas. Estas incluyen la obtención de beneficios comerciales, la eliminación parcial de ciertas "deseconomías" de escala, la limitación de las asimetrías de información, el aumento de la capacidad de negociación, la reducción de los costos de control y la generación, dentro de las redes a las que estas se integren, de "capital so-

cial”, que contribuya a reducir los costos de transacción.

Adicionalmente las redes podrían sustentar núcleos donde se definan estrategias, diseñen y homogenicen procesos, se analice información para transformarla en inteligencia, capaz de mejorar cualitativamente los procesos de toma de decisiones, se genere y promueva la innovación, se coordine el desarrollo y la adopción de tecnología, se capitalicen activos soft tales como capacidades, procesos, marcas, se defina y controle la calidad de los productos, etc.

No parece exagerado afirmar que, en los próximos años, la sustentabilidad económica de muchas pequeñas y medianas empresas del sector y hay muy pocas que no lo sean, dependerá, en gran medida, de ganar en términos de eficiencia de producción, de generar sistemas de negocios en red y de su capacidad para contribuir a la competitividad de las cadenas que integren. Y conviene destacar que estas cadenas son económica, social y geopolíticamente importantes y presentan un interesante potencial para acrecentar y generar biodiversidad productiva.

La realidad de la red de la carne vacuna ha sido, desde hace muchos años, opuesta a la visión antes enunciada. Han abundado en ella los disensos, la falta de integración, cuando no el liso y llano enfrentamiento entre los actores, en muchos casos potenciado por la falta de políticas públicas adecuadas, cuando no por la aplicación de medidas abiertamente discriminatorias contra ciertos sectores.

Cualquier medida, de origen público ó privado, que atente contra una alta generación de valor y su justa distribución entre todos los integrantes de la red, resulta, en el mediano y largo plazo, en una pérdida de competitividad y en una reducción de beneficios para todos los participantes. Lamentablemente, en nuestro país no faltan ejemplos que ilustran lo dicho.

## LA GRAN LIMITANTE

La cadena de la carne vacuna argentina en sus intentos por mejorar la competitividad meso enfrenta un problema de naturaleza esencialmente social.

Ackoff<sup>16</sup> ha definido la naturaleza de los problemas en función de tres elementos. La complejidad dinámica, que aumenta a medida que las causas y efectos están más distantes en el tiempo; la complejidad social, que crece en tanto participan más agentes y sus visiones son más diversas. Es así como se transita de "problemas mansos" a "embrollos espinosos" y es en esta categoría donde hasta hoy se ubica el problema de la carne vacuna argentina (Cuadro 15).

En el caso de los "embrollos espinosos" se agrega una tercera complejidad, la "generativa" que se debe a que los problemas se desarrollan de maneras no habituales é impredecibles.

Adam Kahane<sup>17</sup> aporta abundante experiencia empírica que demuestra que los "embrollos espinosos" solo tienen soluciones sistémicas y por lo tanto, consensuadas entre los protagonistas.

El camino hacia estas soluciones es el diálogo, pero, no cualquier tipo de diálogo, sino el denominado generativo, único capaz de proponer futuros emergentes (Cuadro 16).

El primer paso en este camino es una comprensión compartida de lo que está pasando, la realidad actual; de lo que podría pasar, escenarios alternativos; de lo que convendría que pase, visión; de la acción necesaria para que pase, estrategia.

.....  
**16** Ackoff, R. (1974) Redesigning the future: A systems approach to social problems. John Wiley and sons, New York

**17** Kahane, A. (2004) Solving tough problems. Berrett-Koehler Publishers Inc., San Francisco

Si bien no he abordado en detalle lo referente a competitividad micro baste decir que la gran mayoría de las empresas, primarias y procesadoras, ha demostrado una buena disposición a hacer lo necesario para aumentar la producción y la productividad cuando se ha dado una razonable conjunción de buenos resultados económicos y horizontes de planeamiento satisfactorios. Podemos contar con ellas si se dan las condiciones.

El real problema de fondo es que la crisis de consenso social, que desde hace años ha soportado el país, ha permeado a todos los niveles, incluyendo, obviamente, la red de la carne vacuna.

Las soluciones se darán en la medida en que sobrevengan, en realidad deberíamos decir, se generen cambios, revolucionarios en su naturaleza y evolutivos en su desarrollo, en las estructuras operativas y de relación de los participantes privados entre ellos y del sector público con estos.

Un tremendo desafío en un medio donde el capital social es escaso, particularmente aquel que Putman<sup>18</sup> denomina capital social que facilita el tendido de puentes, *bridging social capital*, es decir el que posibilita el establecimiento de redes sociales entre grupos heterogéneos ó con intereses aparentemente contrapuestos.

Complica más la situación el hecho de que los nodos de la red estén acostumbrados, como ya dijimos y por la fuerza de las circunstancias, a operar de manera antagónica, basados en intereses económicos de corto plazo y habitualmente divergentes.

Reiteremos, para concluir, que en nuestra opinión la única vía de superación es el diálogo creativo que permita consensuar una visión y a partir de ella acordar objetivos, metas, estrategia y acciones.

.....  
18 Putman, R. D. (1995) Bowling alone: America declining social capital. Journal of Democracy 6 (1) 65-78

Las acciones juegan un rol integral y constructivo que permitiría comenzar a evolucionar hacia nuevos horizontes de productividad, eficiencia y competitividad.

La agenda de inserción en el negocio mundial de la carne es estrategia dependiente, dentro del cuadro macro definido por la estrategia de inserción del país en los negocios agroindustriales globales. Esta última es principal, aunque no únicamente, políticas públicas dependiente. Y dejemos aquí puntualizado que solo el alineamiento de los intereses de los participantes privados de cada una de las redes podrá lograr la adopción de las necesarias políticas públicas ó al menos podrá reducir el efecto distorsivo de intervenciones extemporáneas.

El carácter esencialmente dinámico de la competitividad añade el desafío adicional de identificar y construir capacidades futuras, así como activos estratégicos<sup>19</sup>, a nivel país, redes y empresas.

Acepto que nuestra historia nos mueve al escepticismo, respecto a lo dicho y sugerido, pero creo que el mejor argumento a favor de empeñar los esfuerzos necesarios para ganar competitividad es pensar en la alternativa. Es justamente la alternativa la que nos ha conducido a la situación en la que hoy estamos.

Se atribuye al poeta y ensayista francés Michel de Montaigne (1533 – 1592) haber dicho: *“Cito a otros solo para expresarme mejor”*. En base a esta premisa parece adecuado cerrar estos comentarios con el proverbio que reza: *“El sabio puede sentarse sobre un hormiguero, pero solo el necio se queda sentado en él”*.

.....  
**19** Schoemaker, P. J. H. y R. Amit (1997) The competitive dynamics of capabilities: developing strategic assets for multiple futures. En Wharton on dynamic competitive strategy, John Wiley and Sons Inc



## Comunicación

### Situación del Carbunclo Rural en la Argentina 2011

Dr. Ramon P. Nosedá\*

12 de abril, 2012

\*OMS-WHO-CSR/C8-370-37

Laboratorio Azul Diagnostico S.A – Av. 25 de Mayo Nº 485 (7300) Azul - Pcia.  
de Buenos Aires - Argentina. e-mail: rnoseda@laboratorioazul.com.ar

#### Temario

RESUMEN

SUMMARY

1. INTRODUCCION

2- AREA DE EVALUACION DE CARBUNCLO RURAL

3- ZONA DE ALERTA Y RESPUESTA ANTE EPIDEMIA DE OCURRENCIA NATURAL, ACCIDENTAL O DELIBERADA DE *B. anthracis* – AZUL, PROVINCIA DE BUENOS AIRES

4 - AISLAMIENOS DE *B. anthracis* EN OTROS LABORATORIOS DE DIAGNOSTICO VETERINARIO

5- PARTIDOS DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES INVOLUCRADOS CON 6- PRODUCCION DE VACUNA ANTICARBUNCLOSA DE USO VETERINARIO

BROTOS DE CARBUNCLO

7- CASOS DE CARBUNCLO HUMANO A NIVEL NACIONAL

8- OTROS HECHOS RELACIONADOS CON EL CARBUNCLO RURAL

9- BIBLIOGRAFIA

## RESUMEN

Desde hace 8 años se elabora este informe sobre la Situación Anual del Carbuncho Rural producido por la bacteria esporulada *Bacillus anthracis*, siendo una zoonosis, enferma a animales y hombres relacionados con la labor ganadera. Los escenarios evaluados anualmente por este informe de "Epidemiología Participativa" son: 1- Área de Evaluación del Carbuncho Rural en la Pcia. de Buenos Aires donde ocurrieron 5 brotes bovinos. Con una distribución porcentual anual del 5% en bovinos muertos súbitamente manteniendo el 12% durante el periodo 1977-2011.2- Zona de Alerta y Respuesta, involucra al Partido de Azul, donde ocurrió 1 brote de carbuncho bovino y 1 Alerta por accidente vacunal .3- Los aislamientos de B. anthracis en otros Laboratorios de Diagnósticos totalizaron 19 brotes provenientes de la Pcia. de Buenos Aires y La Pampa. 4-Los Partidos de la Pcia. de Buenos Aires involucrados durante el 2011 con brotes de Carbuncho fueron: Azul-Alvear-Trenque Lauquen-Rauch.5- La Producción nacional de vacuna anticarbunclosa de uso veterinario cepa Sterne fue de 18.774.050 dosis. 6- Casos de Carbuncho Humanos: resultaron 3 en el área de la Pcia de Buenos Aires, todos dérmicos, varones, relacionados a tareas rurales.7-Otros hechos relacionados con el Carbuncho Rural: se describieron 6 acciones relacionadas con organismos nacionales e internacionales vinculadas con la enfermedad. Tenemos todas las soluciones para su control, todavía no se ha logrado el objetivo. En 1886 Louis Pasteur, remitió a la Argentina la primera vacuna de uso veterinario para prevención de esta zoonosis, está la esperanza de cumplir dicho mandato.

## SUMMARY

### *CONDITION OF RURAL CARBUNCLE IN ARGENTINA 2011.*

This report of the Annual Condition of Rural Carbuncle produced by the spore bacteria *Bacillus anthracis* has been created every year since 2004. This zoonosis infects animals and people related to cattle labor. The scenarios yearly assessed by this development of "Participative Epidemiology" are the following:

1- Assessment Area of Rural Carbuncle in the Province of Buenos Aires where 5 bovine outbreaks took place. There was a 5 % annual distribution of bovines suddenly dead and a 12 % during the term 1977-2011.

2- Alert and Response Zone, involving the district of Azul, where there was one outbreak of bovine carbuncle and one Alert for vaccine accident.

3- The isolations of *Bacillus anthracis* in other Diagnosis Labs accounted for 19 outbreaks from the Provinces of Buenos Aires and La Pampa.

4- The districts of the Province of Buenos Aires involved with Carbuncle outbreaks during 2011 are the following: Azul District; Azul - Alvear - Trenque Lauquen - Rauch.

5- The national production of Sterne stump anti-carbuncle vaccine for vet use was of 18,774,050 doses.

6- Cases of Human Carbuncle: there were 3 cases in the area of the Province of Buenos Aires; all of them affected the skin of males involved in rural tasks.

7- Other facts related to Rural Carbuncle: there are 6 actions stated and related to National and International Bodies linked with this disease. We have all the necessary solutions for its con-

trol but the goal has not been achieved yet. Since 1886, the moment when Louis Pasteur sent to Argentina the first vaccine for vet use to prevent said disease, we are optimistic about fulfilling said goal.

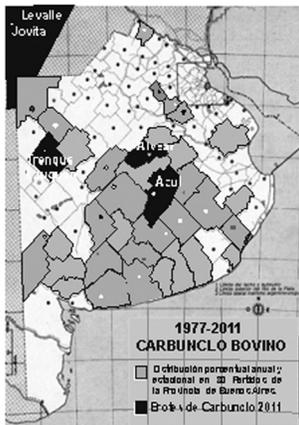
## **1. INTRODUCCION**

Desde 1977 hasta la actualidad se resguarda la información de casos de Carbunco bovino, con aislamiento e identificación de *Bacillus anthracis* llegando a registrar en la actualidad 428 brotes distribuidos en 30 Partidos de la Provincia de Buenos Aires. Constituyendo de esta manera la principal base de datos nacional de esta zoonosis(7), denominada: "Área de Evaluación de Carbunco Rural". Estas y otras acciones relacionadas se efectuaron en el contexto de la "Epidemiología Participativa". La recolección de innumerables datos que sirven para la epidemiología cualitativa, están contenida dentro de las observaciones que la comunidad realiza sobre la enfermedad, formando el "Conocimiento Veterinario Existente", que sirve para identificar y priorizar los problemas de salud animal en las comunidades afectadas. La incorporación en el año 2004 de la "Zona de Alerta y Respuesta ", incluyó con precisión mas sucesos y participantes en el diseño de implementación, monitoreo y revisión. Esta Comisión constituida por Decreto Municipal en el 2004, esta integrada por 9 Instituciones relacionadas con la Salud Publica de la comunidad del Partido de Azul (5). Todo lo expresado da sustento para seguir avanzando en el control de esta enfermedad infecto - contagiosa que por la sobrevivencia de los esporos, las características edafológicas del suelos y la falta de responsabilidad ciudadana de no vacunar las especies susceptibles, aseguran la

continuidad del Carbuncho o Ántrax rural para futuras generaciones de argentinos.

## **2- AREA DE EVALUACION DE CARBUNCLO RURAL**

Esta área de monitoreo del diagnóstico rural participativo realiza desde 1977 en 30 Partidos de la Provincia de Buenos Aires la interacción entre sus participantes: Veterinarios y Ganaderos que lo integran. Promoviendo un entendimiento más directo de los involucrados, manifestando la información en su propio contexto expresado a través de una "Encuesta Epidemiológica" que evalúa: Medio Ambiente - Dinámica Animal - Inmunización - Observación Clínica y Eliminación de Cadáveres.(3),ofreciendo una comprensión más profunda de los patrones de la enfermedad animal para su control (Mapa 1). Durante el 2011 se evaluaron 92 muestras, en 5 (5%) se aislaron *B. anthracis*, dos de las cuales pertenecían al sur de la Pcia. de Córdoba (Jovita – Levalle) que fueron consideradas dentro del Área de Evaluación por su proximidad e intercambio de bovinos con la Pcia. de Buenos Aires. El indicador general 1977-2011, totalizo 3655 muestras con 428 aislamientos de *B. anthracis* y una distribución porcentual de carbuncho bovino del 12% (Grafico 1), marcando la endemidad (1) de esta enfermedad zoonótica. Los 5 brotes evaluados todos demostraron falta de vacunación contra Carbuncho, siendo esta la principal causa del mantenimiento de la misma.



Mapa 1

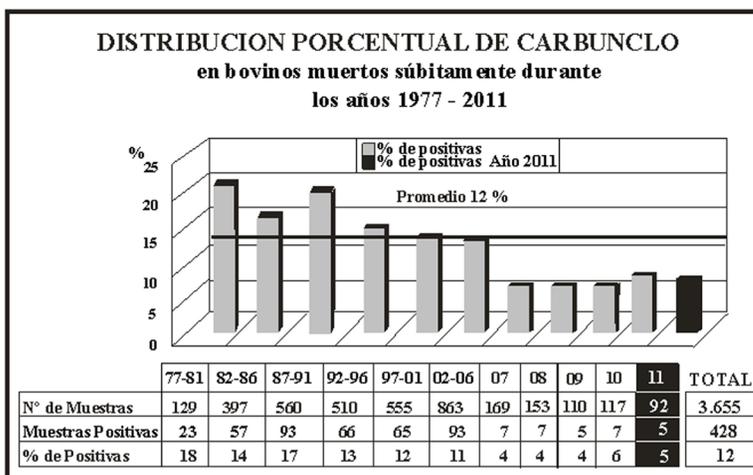
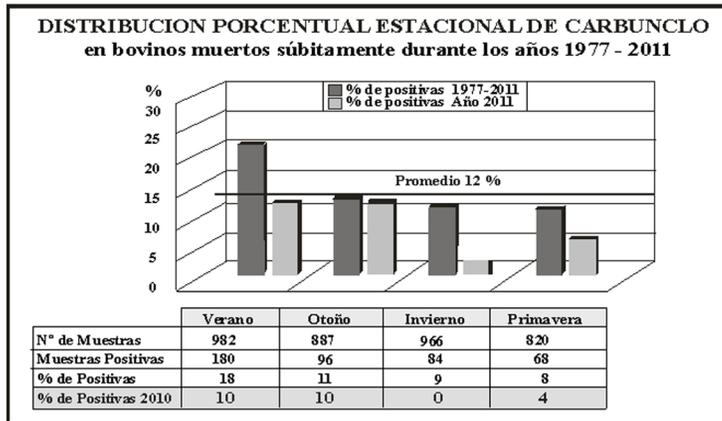


Gráfico 1

Cuando se evaluó la Distribución Porcentual Estacional (Gráfico N°:2) las tendencias fueron similares, aunque el periodo de Otoño mostró un incremento de 6 puntos porcentuales superiores al periodo 2010. El periodo invernal no demostró la presencia de *B. anthracis*. La primavera 2010, no había demostrado aislamientos, en esta oportunidad presentó tener 4 puntos porcentuales arriba (10).



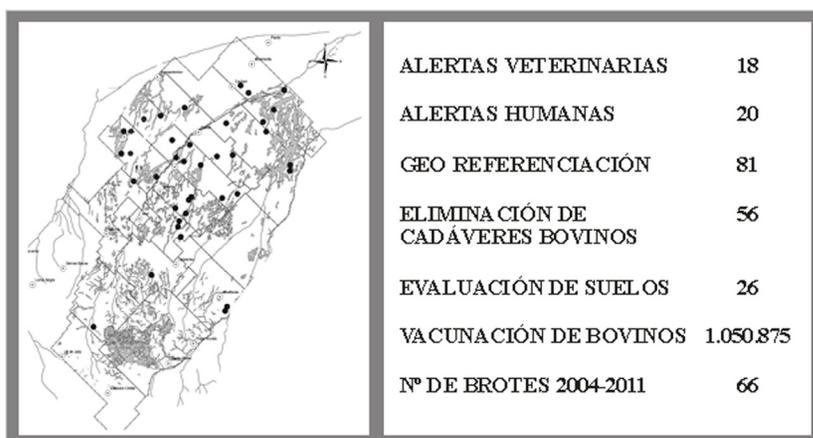
**Gráfico 2**

Todo lo observado es habitual y esta relacionado con el mecanismo de "Esporulación de *B. anthracis*" en la naturaleza: Temperatura promedio por arriba de 15 °C y Porcentaje de humedad ambiental adecuada, junto a características edafológicas predisponente del suelo (9).

### **3 - ZONA DE ALERTA Y RESPUESTA ANTE EPIDEMIA DE OCURRENCIA NATURAL, ACCIDENTAL O DELIBERADA DE B. ANTHRACIS – AZUL, PROVINCIA DE BUENOS AIRES**

La Zona de Alerta y Respuesta anticipada del Carbunco Rural surgió en el 2004 por Decreto del Poder Ejecutivo Municipal del Partido de Azul Nº: 66105 integrado por 9 Instituciones relacionadas con la Salud Pública (Secretaría de Salud Pública Municipal - Círculo de Médicos Veterinarios - Laboratorio Azul Diagnóstico - Departamento de Zoonosis Rurales del Ministerio de Salud de la Pcia. de Buenos Aires (5) - INTA Cuenca del Salado - Facultad de Agronomía: Cátedra de Edafología – SENASA – FUNDAZUL - Región Sanitaria

IX-Ministerio de Salud del Pcia. de Buenos Aires),( 5)buscando hacer la detección temprana, la respuesta rápida y el control de la enfermedad en su lugar de origen. La información compartida entre los distintos efectores de salud, favorece un análisis epidemiológico de control de focos animales y casos humanos, por actuación de Veterinarios y Médicos actuantes en forma interrelacionada. Habiéndose registrado las siguientes intervenciones (Mapa-Cuadro 2).



Bovinos: Durante el transcurso del mes de mayo se produjo 1 foco de Carbunco bovino, en la zona de avenamiento Nº 5 que posee antecedentes de reiterados focos anteriores (10). En un lote de 84 animales, murió 1, con el cuadro típico de: muerte súbita, sangre incoagulable por aberturas naturales. Los animales habían sido vacunados hacía más de 190 días. El cadáver se eliminó por la técnica del "Tapado Controlado" (4). No hubo personas en riesgo por haber manipulado el cadáver en forma incorrecta, siendo ésta la acción número 18 desde el inicio del programa.

Humanos: Un Veterinario, vacunando un rodeo con cepa *Sterne de B. anthracis*, se inoculó accidentalmente la mano, siendo controlado por un Médico privado y tratado en forma profiláctica

con Ciprofloxacina vía oral durante 7 días. Siendo esta la Respuesta N° 20 desde el comienzo en el 2004.

Vacunación Anti - Carbunclosa de Bovinos: Desde el inicio de este programa (5) se viene vacunando contra el Carbuncho Bacteriano en forma voluntaria y simultánea una vez al año conjuntamente con vacuna Anti - Aftosa (5). En este periodo se vacunaron 79.782 (13%) bovinos de las distintas categorías, sobre un total de 587.518 bovinos. Durante el periodo 2004 - 2011 se vacunaron en forma simultánea Aftosa - Carbuncho 1.050.875 bovinos por la Fundación de Aftosa de Azul (FUNDAZUL), sin haberse registrado consecuencias clínicas ni operativas negativas.

Información Agro climática: Las lluvias acumuladas durante el 2011 en el Partido de Azul sumaron 815 mm, correspondiente al 83% del promedio histórico de los últimos 30 años (972 mm por año), ocasionando un déficit de 157mm. La variable lluvia influye sobre el mecanismo de esporulación que intentaremos estudiar junto a la Temperatura Media anual y los casos de Carbuncho bovinos aislados en el Partido de Azul.

#### **4 - AISLAMIENTOS DE B. ANTHRACIS EN OTROS LABORATORIOS DE DIAGNOSTICO VETERINARIO**

Este Diagnostico Participativo posee la misma estrategia, metodología y filosofía del Diagnostico Rural Participativo. La presencia de 4 Laboratorios de Diagnostico Veterinario, 3 en la Pcia. de Buenos Aires y 1 en la Pcia. de La Pampa, permiten mediciones cuantitativas de su presencia y su interpretación asociada a factores cualitativos y subjetivos similares.

1- Laboratorio Bahía Blanca - Bs. As. - Dr. Luis Álvarez. Proceso

19 muestras, de las cuales 1 (5%) resulto positiva originaria del Partido de Adolfo Alsina.

2- Ministerio de Asuntos Agrarios de la Pcia. de Bs. As.- Rauch - Dra. Marisa Verdier. Procesaron 26 muestran resultando 11 (42 %) Positivas, todas provenientes del Partido de Rauch.

3- INTA - Balcarce - Pcia. de Buenos Aires - Dr. Ernesto Odriozola: Evaluaron 9 muestras de origen bovino proveniente de 7 Partidos, resultando todas negativas al aislamiento de *B. anthracis*.

4- Laboratorio Santa Rosa - Pcia. de la Pampa - Dr. Fernando Esain: Evaluaron 38 muestras bovinas, resultando 7 positivas (18%), pertenecientes a los Departamentos de Atracan:3, Toay:2, Realico:1 y Hucal:1.

<b>Laboratorios Diagnóstico</b>	<b>Número de Muestras</b>	<b>Muestras Positivas</b>	<b>% de Positivos</b>
<b>4</b>	<b>92</b>	<b>19</b>	<b>21</b>

**Cuadro N°3**

La Distribución Porcentual superior en 5 puntos (21%) referido al año 2010 (16 %), marca una tendencia epidemiológica para tener en cuenta en la zona de influencia de Rauch (42%) Pcia. de Buenos Aires. Demostrando la endemidad de la enfermedad en la Pcia. de Bs. As. y La Pampa (7).

## **5- PARTIDOS DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES INVOLUCRADOS CON BROTES DE CARBUNCLO**

Durante el 2011, fueron 5 los Partidos de la Provincia de Buenos Aires que padecieron brotes de Carbunclo: Azul:1, General Alvear:1,Trenque Lauquen:1, Rauch:11, Adolfo Alsina:1.La infor-

mación histórica desde 1977 demuestra que 53 Partidos de la Pcia. de Buenos Aires han padecido por lo menos un brote de Carbunclo bovino en dicho periodo ( 6).

## **6- PRODUCCION DE VACUNA ANTICARBUNCLOSA DE USO VETERINARIO**

En el transcurso del año 2011 se produjeron 18.774.050 dosis de vacuna Anticarbunclosa B. anthracis cepa Sterne, dicha elaboración fue realizada por 11 Laboratorios biológicos de la industria nacional. El organismo oficial de control y evaluación SENASA, supervisó y aprobó el referido proceso de producción.

<b>Vacunas Anticarbunclosas Bovina 20 11</b>	
<b>Nº Laboratorios elaboradores</b>	<b>Dosis aprobadas</b>
<b>11</b>	<b>18.774.050</b>

**Cuadro N°4**

En 1887 el Poder Ejecutivo Nacional Autorizo el uso de la primer vacuna de uso veterinario en el país (cepa: B. anthracis- Pasteur) elaborada y controlada en Francia por el propio Louis Pasteur. Una Comisión Nacional para el estudio de las Inoculaciones Carbunclosas Preventivas integrada por los Dres: Wernicke y Arata, produjo tres actas técnicas que concluyo expresando: *“La vacuna anticarbunclosa es el único medio eficaz para prevenir esta enfermedad”* (1).

Transcurrido 124 años, la cantidad de dosis producidas promedio en los últimos 8 años fue de 18 millones de dosis, para un stock ganadero nacional con 44.486.110 de bovinos, demostrando

do que la cobertura vacunal Anti-carbunclosa nacional apenas supera el 42 % del rodeo nacional.

## **7- CASOS DE CARBUNCLO HUMANO A NIVEL NACIONAL**

Como es habitual la autoridad nacional de epidemiología SINAVE emite partes mensuales, durante el transcurso del 2011 la Provincia de Buenos Aires contabilizó 3 casos de carbunclo dérmico (mano - brazo - dedos) todos del sexo masculino entre 19 y 32 años, perteneciente a los Partidos de Olavarría, Chascomús y Bartolomé Mitre. Esta información fue notificada por la Dirección de Zoonosis Rurales del Ministerio de Salud de la Pcia. de Buenos Aires.

## **8- OTROS HECHOS RELACIONADOS CON EL CARBUNCLO RURAL**

Asociación Argentina de Zoonosis, invito al autor del presente informe a escribir el Capítulo 25 de la Sección Salud Pública y Epidemiología, titulado: "Actualización del Carbunclo Rural en la Argentina Pág. 221-228. La publicación denominada TEMAS DE ZOONOSIS V, consta de 487 páginas, identificado por ISSN 978-987-97038-4-7.

Ministerio de Defensa - Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa. Colaboración a fin de brindar información al Formulario 2011 - Medidas de Fomento de la Confianza Convención de Armas Biológicas y Toxigénicas (CABT).

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires - Unión de Aseguradoras de Riesgo del Trabajo. Disertación - 53º Seminario de Prevención de Riesgos en la Actividad Agropecuaria: "Carbunclo Rural una enfermedad que padecen animales

y humanos. 8 de Abril del 2011.

ProMEDmail: Es la página de la International Society for Infectious Diseases, referente en enfermedades transmisibles. Durante el 2011 publicaron toda la información epidemiológicas referidas a los brotes de Carbunco bovino aislados e identificados en el Área de evaluación / Zona de Alerta y Respuesta con los siguientes números de código de dicha organización: 201 10225.0627 / 20110601.1676 / 20110619.1876 / 20110701.2005 / 20111230.3709 .Para consultas: [www.promedmail.org](http://www.promedmail.org).

OIE-Revista de Ciencia y Tecnología- Componentes del paisaje que favorecen la aparición del carbunco en la Pampa Deprimida, Pcia de Buenos Aires, Argentina Sus autores: Maria C. Rojas. Pablo Vázquez, Marisa Verdier. Ramón Nosedá. Rev. Sci. Tech. Off. int. Epiz 2011.30 (3), 897- 909. Para mas información: E-mail [mrojas@correo.inta.gov.ar](mailto:mrojas@correo.inta.gov.ar) .

Academia Nacional de Medicina - Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria jornadas Interdisciplinarias de Medicina Interna, Insectología Crítica y Zoonosis- Hospital Dr. Ángel Pintos. Disertación: Ramón Nosedá-Rodolfo Álvarez Prat: Zooantroponosis de importancia Regional: Carbunco. 18 de Noviembre 2011 .Azul, Bs. As. - Argentina.

## **9- BIBLIOGRAFIA**

1 - Nosedá R. P. - Carbunco bovino y su relación con la enfermedad humana - Disertación Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria - Premio Fundación Dr. Alfredo Manzullo 2000 - Anales (Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria) - ISSN 0327-8093 - Tomo LV Pág. 113-129 – 2001.

2 - Nosedá R. P.; Mock M.; Leux M.; Cordeviola J. M.; Fiscalini B.; Bigalli M.C.; Combessies G. M.; Martínez A. H.; Bardón J. C.; Acuña C. M. - Carbuncló Bovino: su infección al humano, diagnóstico tradicionales y caracterización molecular (PCR) - Veterinaria Argentina, Vol. XIX, Nº 188 - Octubre 2002 .

3 - Nosedá R.P., Fiscalini B, Cordeviola J. M.; Combessies G. M.; Bardón J. C. - Carbuncló bovino, encuesta epidemiológica sobre 46 focos de la provincia de Buenos Aires y su relación con la enfermedad humana. 1990 – 2000. Congreso Argentino de Zoonosis, 8 de agosto, Facultad Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires. - Veterinaria Argentina, Vol. XVIII Nº 178. Octubre 2001

4 - Nosedá R. P. - Página Web: [www.laboratorioazul.com.ar](http://www.laboratorioazul.com.ar) / Novedades Carbuncló rural / Bibliografía / Últimos aislamientos de B. anthracis en El Área de Evaluación de Carbuncló Rural en la Pcia. de Buenos Aires. Informes :“Situación Carbuncló Rural en la Argentina 2003 - 2011”

5 - Nosedá R.P, Álvarez Prat R.; Vázquez P.; Combessies G; Seoane J; Pazos S; Bolpe J. Programa de Alerta y Respuesta ante epidemia de ocurrencia natural, accidental o deliberada de B. anthracis, Azul, Provincia de Buenos Aires, Argentina. - Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana, suplemento Nº 3, mayo de 2006.

6 - Nosedá R. P.; Álvarez Prat R; Vázquez P; Combessies G; - Carbuncló bovino. Distribución porcentual anual y estacional en 30 partidos de la provincia de Buenos Aires, 1977-1994. Libro de Resúmenes del Iº Congreso Argentino y Iº Congreso Latinoamericano de Zoonosis. Z.3.- Noticias Laboratorio Azul, 5 (14):5- (ag) 1995. Vet. Argentina Vol. 12 Nº 110. Pág. 606 - 1995.

7 - Nosedá R.P. - Situación del Carbuncló Rural en la Argentina 2010, Boletín AAM Nº 193 pp.10- 12 de Julio-Septiembre 2011.

8 - Nosedá R.P.- Actualización de Carbunclo Rural en la Argentina, Temas de Zoonosis V, Asociación Argentina de Zoonosis, pp.221 – 227, Mayo de 2011-ISBN 978 987 97038-4-7.

9 - Pazos, S; Roca, N; Nosedá, R; Combessies G. - Relación entre las propiedades edáficas y los brotes de ántrax de ocurrencia natural. - XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Salta, septiembre de 2006.

10 - Vázquez P, Nosedá R. P.,Combessies G., Cordeviola J., Bigalli M. C, Fiscalini B., Bardón J. C, Martínez A. - Bacillus anthracis, Utilización de un Sistema Geográfico (SIG) para el análisis espacio temporal de 54 brotes de carbunclo rural en el Partido de Azul, Bs.As. , Argentina. Veterinaria Argentina, Volumen XXII – Nº 218 – Octubre 2005.



Conferencia del Dr Mauricio Bulman

**Pérdidas económicas directas e indirectas  
por parásitos internos y externos de los animales  
domésticos en Argentina y breve informe sobre  
el XXIII Congreso Mundial de Parasitología Veterinaria,  
WAAVP Argentina, 2011**

**Apertura por el Señor Presidente de la Academia**

**Dr Carlos O. Scoppa**

Buenos Aires, 29 de junio de 2012

Señores Académicos

Señoras y Señores

La Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria ha convocado a Sesión Pública Extraordinaria para escuchar la disertación del Dr. Mauricio Bulman sobre "Pérdidas económicas directas e indirectas por parásitos internos y externos de los animales domésticos en Argentina" y un breve informe final del XXIII Congreso Mundial de Parasitología realizado en la Argentina durante el año 2011.

Sin ninguna duda, los aspectos a abordar por el conferencista invitado, revisten la mayor importancia para la profesión veterinaria, y sobre el conjunto de la sociedad, por las gravísimas, y a veces irreversibles consecuencias que las parasitosis tienen para

la salud y la vida misma de los animales afectados y su implicancia sobre la economía de ellos derivada.

Los conocimientos y la larga experiencia del Dr. Bulman en esta temática son garantía de plena idoneidad y la presentación de los pergaminos que acredita serán expuestos en detalle por el Académico, Dr. Emilio Gimeno, con el detalle y claridad que lo caracteriza.

Nos honra hoy cobijar a esta personalidad relevante de la investigación científica y la docencia ampliamente reconocida y admirada por su laboriosidad y vocación...

Escuchémoslo, seguros de que nos dejara elementos, criterios y estrategias que posibilitaran salir de esta sala, convencidos de una auténtica realidad porque ella es fruto elaborado con largo trabajo, inteligencia y dedicación.

Esta Academia le agradece su predisposición para colaborar en el mayor y mejor cumplimiento de sus objetivos y lo deja honrando a esta tribuna centenaria con la elocuencia de sus saberes.

Conferencia del Dr G. Mauricio Bulman

**Pérdidas económicas directas e indirectas  
por parásitos internos y externos de los animales  
domésticos en Argentina**

Presentación del autor

**Dr Emilio Gimeno**

Buenos Aires, 29 de junio de 2012

Es para mí un gran honor presentar en nombre de la ANAV a un amigo y colega que enriquece la Parasitología Argentina como es el Dr Mauricio Bulman.

Su participación en esta disertación incluye un resumen del reciente XXIIIº Congreso Mundial de Parasitología Veterinaria (WAAVP2011), organizado por la Asociación Argentina de Parasitología Veterinaria (AAPAVET) y la Sociedad de Medicina Veterinaria. La presidencia de la Conferencia Mundial recayó en el Dr Mauricio Bulman, como reconocimiento a la parasitología argentina, en uno de sus más capacitados especialistas, que es nuestro ilustre disertante de hoy.

La segunda parte de su conferencia es un trabajo de exégesis, resumen e ilustración sobre la importancia económica que representa la acción de los parásitos externos e internos en la producción ganadera y su impacto en la economía argentina.

Debo hacer una breve reseña de una larga vida, dedicada no solo a la parasitología, sino a la sanidad veterinaria, la producción animal, la enseñanza y la investigación, expresada por la labor de Bulman, en el ámbito nacional oficial y privado y el internacional, que abarca una copiosa labor como investigador y como editor de sus varios libros publicados.

En el terreno de la parasitología y sanidad, ha publicado más de 250 trabajos científicos con referato, y cientos de comunicaciones en las más importantes Revistas científicas dedicadas a la parasitología.

En investigación ha sido pionero en el mundo en el desarrollo de la ivermectina, con una labor destacada en el Laboratorio Merck Sharpe y Dohme, entre 1980-1990, cuya experiencia luego fue aplicada y repetida en las investigaciones con la Moxidectina en Fort Dodge (ExCyanamid) (1990-96) en todo el área latinoamericana. Finalmente entre 1996-2007, participó en el desarrollo de la Ivermectina de Larga Acción con el laboratorio de capital nacional BiogénesBagó. Por estos motivos, Bulman es reconocido mundialmente como uno de los investigadores más destacados en el desarrollo de dos de las más importantes moléculas antiparasitarias incluidas dentro del grupo de las lactonasmacrocíclicas, de especial participación en la terapéutica antiparasitaria de los últimos tiempos.

Otro aspecto que debemos señalar en la labor de nuestro disertante, son sus relevantes investigaciones sobre diversos parásitos internos como los estróngilos en ovinos y bovinos, los cyathostomas en equinos en el cuadro del Mal Seco Equino en la Patagonia, y los ectoparásitos como la garrapata y la Mosca de los Cuernos en vacunos, buscando disminuir la farmacoresistencia de éstos y otros muchos parásitos. A su vez, Bulman tiene en su haber la primera descripción de 21 parásitos como también de nuevos métodos de diagnóstico coprológico.

Su labor docente se desarrolló, entre otras, en la creación del Laboratorio de CEDIVEF siendo Investigador Científico Clase Principal del CONICET, en una zona marginal y difícil como es la subtropical formoseña, logrando agrupar y dirigir un excelente grupo de 14 veterinarios investigadores, que permitió generar entre 1979 y 1984, un verdadero polo de desarrollo tanto profesional como humano.

Internacionalmente Bulman ha cumplido una labor importante como Experto Internacional y Asesor de la FAO entre 1975 y 1978 en diversos países. Debemos señalar la labor en Afganistán trabajando en la aplicación de sistemas sanitarios de prevención y tratamiento aplicado a la ganadería nómada propia del cercano oriente. Además, cumplió como consultor y docente, actividades en el desarrollo de los programas sanitarios de Bolivia, en aseso-

ramiento de la lucha contra las enfermedades regionales parasitarias. En los años siguientes 1979-1980, es contratado por IICA/OPS y participa de programas de cooperación del BID (Banco Interamericano de Desarrollo).

La activa vida de Bulman, es reflejada en seis libros de su autoría. Debemos destacar entre ellos, el titulado *Historias y cuentos de parásitos* donde alterna las descripciones científicas con agudos relatos imaginativos y coloridos, resultado de su típico sentido el humor.

El Dr. Bulman ha recibido en cuatro oportunidades el Premio Anual AAPAVET Ríoplatense por sus trabajos en parasitología, tanto de investigaciones como monografías originales. Ha sido galardonado asimismo por su trayectoria profesional por la Sociedad de Medicina Veterinaria (2007), la Facultad de Ciencias Veterinarias (Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes), y por los Laboratorios Biogénesis Bagó e Intervet.

Al recibir hoy a Mauricio Bulman en nuestra casa, lo hacemos con el doble sentido de divulgar un hecho trascendente organizado el año pasado en el país, como es el XXIIIº Congreso Mundial de Parasitología, y al mismo tiempo, recibir un claro panorama económico de lo que representan las principales enfermedades parasitarias en la ganadería del país.

Esta presentación de Mauricio, no sería completa sin reconocer a Cielo, que si bien no es parasitóloga, fue el "alma mater"

que acompañó a Bulman en todas las vicisitudes de su vida. Queremos con estas palabras, reconocer a un hombre que merece el respeto por haber vivido una larga vida al servicio del trabajo profesional, con un amplio criterio que le permitió ser útil a sus colegas, ayudar a la producción pecuaria del país y ser un ejemplo para la sociedad.

Conferencia

## **PERDIDAS ECONOMICAS DIRECTAS E INDIRECTAS POR PARASITOS INTERNOS Y EXTERNOS DE LOS ANIMALES DOMESTICOS EN ARGENTINA**

Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Informe Especial

**G. Mauricio Bulman\***

\*Presidente Asociación Argentina de Parasitología Veterinaria (AAPAVET), 2000-2012  
Presidente XXIIIº Congreso Mundial de Parasitología Veterinaria (WAAVP-Argentina 2011)

### **Temario:**

INTRODUCCIÓN

CAMBIO DE ESCENARIO

LA INSERCIÓN E INFLUENCIA EN EL MEDIO, DEL MÉDICO

VETERINARIO

ANÁLISIS DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES PARASITARIAS

❖ ETS (Enfermedades Transmitidas Sexualmente)

Trichomoniasis y Campylobacteriosis

- en Bovinos y Ovinos

❖ Neoporosis de bovinos

❖ Protozoarios de Terneros en Producción Animal

❖ Garrapata común de los vacunos (Rhipicephalus (Boophilus) microplus)

❖ Babesiosis y Anaplasmosis

❖ Triquinellosis

❖ Hidatidosis-Echinococcosis

*Consideraciones epidemiológicas*

- Patagonia Argentina
- Norte Argentino
- Mesopotamia
- Sudeste de la provincia de Buenos Aires

- ❖ Nematodes gastrointestinales
  - Pérdidas económicas*
    - En bovinos
    - En ovinos
  - Resistencia*
- ❖ *Fasciola hepática*
- ❖ Falsa garrapata del ovino (Melófago)
- ❖ Mosca de los cuernos (Haematobia irritans)
- ❖ URA (Dermatobia hominis)
- ❖ Pediculosis o Phthyriasis en bovinos y ovinos (Piojos)
  - *Vacunos*
  - *Ovinos*
- ❖ Sarna psoróptica de ovinos y bovinos
- ❖ Mosca brava y Tabánidos
- ❖ Myiasis cutánea o ulcerosa (Bichera)
- ❖ Cyathostomiasis de los equinos
- ❖ Gasterophilus spp de los equinos
- ❖ Oestrus ovis y Otobius megnini en los ovinos
- ❖ Ornithodoros rostratus, garrapata "blanda" de caprinos en Formosa, y Psoroptes cuniculli, o sarna del oído externo caprino
- ❖ Onchocerca cervicalis de los equinos

#### PERDIDAS PARASITARIAS EN ANIMALES DE COMPAÑÍA

- ❖ Leishmaniasis
- ❖ Dirofilaria immitis, gusano del corazón de los caninos y felinos

PULGAS Y GARRAPATAS EN PERROS Y GATOS. LA IMPORTANCIA DE LAS ZONOSIS PARASITARIAS EN LOS ANIMALES DE COMPAÑÍA

ENFERMEDADES PARASITARIAS EMERGENTES Y RE-EMERGENTES

ANEXO I: CENSO DE MEDICOS VETERINARIOS

ANEXO II: REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY

ANEXO III: SECTOR GANADERO ARGENTINO

## INTRODUCCIÓN

Llegar a cifras reales y actualizadas de las pérdidas económicas totales por parásitos en Argentina, tanto directas como indirectas, resulta una tarea sumamente difícil, siendo la causa principal la escasa disponibilidad de estudios al respecto. Muchas estimaciones son parciales, a veces sesgadas (cuando se busca justificar una financiación), mientras otros son obsoletos o superados por cambios de escenario. De los originados en otros países, relativamente pocos permiten una extrapolación a nuestro país.

Un gran inconveniente es el constante cambio de escenario y migración de especies, siendo un ejemplo la garrapata común del vacuno, donde existen dos cifras totalmente diferentes: hasta el 2000, cuando se mantenía en vigencia la campaña oficial sistemática de tratamientos y el control de traslados, en especial hacia el sur, y la nueva cifra actual a partir de la finalización abrupta de ésta en aras de la economía, con la consecuente reinfestación del parásito en zonas limpias y otras consideradas indemnes, y junto con el parásito un nuevo panorama por el traslado y difusión de Babesiosis y Anaplasmosis.

Otros ejemplos de cambios de escenario se observan al estudiar la Mosca de los Cuernos, antes y después de la creación de resistencia frente a los piretroides sintéticos. En el caso de los nemátodos gastrointestinales, la manifiesta resistencia de éstos con la consiguiente menor efectividad de los antiparasitarios orales y parenterales. En ambos ejemplos y en otros, han crecido significativamente las pérdidas totales.

La única estimación global oficial y actualizada de pérdidas en producción en animales domésticos en Argentina es la presentada

por Daniel Rearte, economista del INTA, durante su disertación sobre "Situación actual y perspectivas de la producción ganadera en Argentina" en la apertura del XXIII Congreso Mundial de Parasitología Veterinaria en Buenos Aires (agosto 2011). En el análisis de los datos, trabajando con el Dr. Carlos Entrocasso (INTA, EEA Balcarce), arribaron a cifras realmente impactantes de las pérdidas globales anuales por parásitos, con fuerte orientación a las denominadas grandes especies domésticas y sin que cubriesen todas las enfermedades, como tampoco las pérdidas por parásitos en porcinos, caprinos y equinos, y en las mascotas o animales de compañía.

\*(Paridad u\$s 1 = \$ 4,35, equivalente a aprox. U\$S 203 M)

Pérdidas directas e indirectas por parásitos internos.....	\$450.000.000
Pérdidas directas e indirectas por parásitos externos.....	<u>\$450.000.000</u>
Total	\$900.000.000*

Si se analiza el riesgo de pérdidas de producción, y ante la existencia total en noviembre 2011 de bovinos y ovinos (2 ovinos = 1 bovino), cada cabeza costó al país u\$s 4.66 / año, cifra que apunta a establecer lo que el país y los productores dejaron de ganar. En el 2012, con fuerte incremento en los valores del ganado mayor, este monto se incrementa a u\$s 7.35, algo así como u\$s 367.5 M / año.

En el ganado lechero, medido en tambos organizados, se ha tabulado entre 10 y 20% menor productividad, especialmente por pérdidas en el período de recría y su arrastre hasta la primera y segunda parición en vaquillonas. Solamente el ectoparásito *Haematobia irritans*, la Mosca de los Cuernos, provoca una caída del ordeño de la tarde de hasta el 12%, no así en el de la madrugada, ya que el díptero no se alimenta durante la noche.

En las parasitosis gastrointestinales debieron estimarse las pérdidas en animales sin tratamiento (situación prácticamente inexistente) y las pérdidas subclínicas, aún en animales tratados, que sólo son demostrables en ensayos comparativos. En los '70 y '80 éstos abundaban por parte de investigadores de los laboratorios de la industria y colaboración de grupos de trabajo del INTA, CONICET y algunas Facultades de Veterinaria, demostrando el valor de los tratamientos en las distintas categorías de vacunos, el número aconsejable por año, y la eficacia de los nuevos anti-parasitarios. Pero en los últimos 20 años prácticamente se dejaron de realizar, principalmente por un factor económico, al retirarse la industria ante la aridez de nuevas moléculas y el alto costo de las pruebas de aprobación oficiales, que en oportunidades se hacen reiterativas, mal diseñadas y sin lógica. Ello lleva a la necesidad de efectuar muchas proyecciones de pérdidas basadas en cifras anteriores.

## **CAMBIO DE ESCENARIO**

Otro variable importante son los cambios de escenario en el campo argentino.

Variaciones en el manejo, fuerte reducción de personal fijo, movimientos costosos (pérdida de ganancia de peso, golpes, encierres, rotura de instalaciones), fuerte intervencionismo oficial en la cadena de ventas en el país y en las exportaciones, y el implacable avance de la agricultura (principalmente la soja) sobre los tradicionales campos ganaderos, y la significativa influencia de cambios sustanciales en el clima. A su vez, la terminación del engorde de todas las categorías en los corrales de engorde, que nuevamente

florecieron en sus distintas modalidades. A partir del 2006, entre 2 y 3 M de animales se terminaron en corrales de engorde en el lapso de aproximadamente 120 días previos a la faena, con ganancias promedio de 1,1 kg / día y conversión de 6 kg de maíz por kilo de carne producida, como base de ecuación comercial. La tendencia se mantuvo en el 2010, y en algunas zonas se incrementó con un sistema denominado de hotelería. En el 2011, se estimó que entre el 50 y 64% de la oferta cárnica en las góndolas fue terminado en corrales de engorde. No obstante, razones diversas hacen que éstos se encuentran procesando aproximadamente 40% menos animales que en el 2009. Muchos productores volvieron a la terminación de su producción en estancia - a veces en instalaciones precarias/provisorias y sistemas improvisadas de menor eficiencia. En cuanto al consumo interno, hubo una marcada caída de kilogramos / hombre / año, llegando aproximadamente a 42 kg como caída máxima, y en el 2011 los elevados precios del intermediario reflejados luego en el mostrador volvieron a influir negativamente. El consumo a fines del 2011 apenas alcanzaría 45 kg/año/habitante, aún cuando cifras oficiales recientes, divulgadas en marzo del 2012, necesariamente parciales y sesgadas, buscarían arrojar al ruedo información distinta e indicativa de una mejoría.

## **LA INSERCIÓN E INFLUENCIA EN EL MEDIO, DEL MÉDICO VETERINARIO**

Del punto de vista veterinario, todo lo anterior presenta un panorama sumamente variopinto. Participan el precio de los insumos, menor eficacia de los productos por la presencia de resistencia parasitaria a las drogas (tanto ante los endo como los ectoparásitos)

que en muchos casos llevó al afianzamiento de la resistencia por la mayor frecuencia de tratamientos, aunque pese decirlo, participó el empleo de productos de elaboración casera y de uso en la cadena agrícola. En determinados segmentos del mercado, la caída de los precios al consumidor (caso endectocidas) favoreció su uso masivo y desorganizado. Gran parte de las decisiones de tratamiento estuvieron en manos de personal de campo, a quienes les faltó supervisión y enseñanza, muchas veces fueron errados y casi sin excepción, realizados sin diagnóstico previo. Finalmente, pero en menor grado, la necesaria resignación del ganadero propietario a convivir con infestaciones mínimas (caso la Mosca de los Cuernos). Posiblemente también, sin constituir una regla, influyó positivamente en el último lustro o quizás menos, según la zona de producción, la mayor valorización del ganado sumada a una nueva generación de propietarios jóvenes mejor informados; incorporación de nuevas y modernas tecnologías, mayor comunicación entre el productor / médico veterinario, con tratamientos profesionalmente guiados y diagnósticos previos de laboratorio. Quizás negativamente, influyó la inversión en el agro de grupos y particulares no vinculados al sector. La sanidad animal definitivamente no se maneja desde un escritorio con una computadora. Como factor positivo, se vio afianzado y se incrementó asimismo la figura del veterinario residente, originalmente iniciado a fines de los '50 (G. M. Bulman; *Remembranzas, una vida dedicada a la sanidad animal*. AAPAVET y Biogénesis Bagó, 2006). Ello se ha hecho notar y marca un nuevo posicionamiento de la profesión, en especial en el rubro de parasitología y producción (G. M. Bulman; *Evolución de la Medicina Veterinaria Argentina: diferencias entre dos siglos*, 1 y 2, Capítulo Historias, Periódico MOTIVAR (Bs. Aires), Año 6, Nº 59 (noviembre/diciembre 2007), 60 y 61).

Después de años de medidas políticas, económicas y administrativas, con vaivenes negativos o poco favorables al campo que llevaron al desaliento, la falta de inversiones, la liquidación de stock y vientres y bajos precios, a fines del 2010 volvieron a surgir valores más realistas, y creció el deseo y la necesidad de incrementar el patrimonio de semovientes en espacios cada vez más reducidos, constituyendo los cimientos para el necesario y consecuente incentivo de invertir nuevamente en sanidad. A pesar de la siempre presente inflación real, que implacablemente todo corroe obligando a replantear la economía, la actual situación básica de la ganadería argentina tiene una relación directa y extremadamente simple: ante la reducción del stock, el menor espacio, la menor producción de terneros y la demanda inmediata, durante al menos el próximo lustro, la única meta es lograr mayor producción mediante el incremento de terneros pero con similar base de vientres. No puede existir mayor producción con guarismos de porcentajes de terneros sobre total de vientres que apenas superan, en promedio general de casi todas las zonas de cría, el 58%, con extremos entre el 40 y el 85%. Ernesto Spath del INTA (Motivar, Año 10, 111, marzo 2012, pg.16), en la Pampa Húmeda, estimó que el porcentaje de terneros destetados no superaba el 70%. El promedio general de todas las zonas de cría no superaría el 61% (G.M.Bulman, 2010, inédito).

¿Cuál es una de las bases para superar estos guarismos, quizás la más fácil de implementar?: *simplemente el mejor manejo y control de los parásitos, como parte esencial de la mayor inversión en sanidad*. Pero constituye una verdad irrefutable, en el 2010 solamente el 3% de los gastos totales de los establecimientos correspondieron a todo el rubro sanidad, incluyendo la vacu-

na antiaftosa (Mesa de Trabajo, 9º Aniversario MOTIVAR, Golden Center, Bs. Aires, octubre 2011).

A la vez es interesante resaltar que CAPROVE asegura y reitera continuamente en los medios especializados que el valor de un ternero no nacido equivale al costo de 800 dosis de vacuna del rubro de las Enfermedades de la Reproducción, que reducirían entre un 5 y 10% los índices de preñez y parto. *En el 2012, invertir en sanidad es definitivamente el mejor negocio.*

Cuando se reflexiona que en estas cifras anuales del 3% se incluyen el valor de las vacunas y vacunaciones antiaftosas, conforme al cronograma oficial; el monto en vacunas para enfermedades de la reproducción, productos antiparasitarios para ecto y endoparásitos, rabia, queratoconjuntivitis, las diarreas en terneros, entre otras erogaciones, se reduce considerablemente la efectividad de la inversión. Ejemplo: undato actualizado y publicado en El Litoral (Corrientes) en febrero 2012, señaló que el costo de la vacunación antiaftosa en la Provincia de Corrientes, campaña febrero 2012, se fijó por FUCOSA, la entidad de vacunación en esa provincia, en \$5.93 por pago contado y \$6.53 por pago a 30 días (todas las categorías, salvo vacas y toros, y la revacunación de terneros a los 21 días).

La creciente participación del médico veterinario en diversas modalidades, como el residente en las grandes explotaciones, o las visitas programadas frecuentes, con recorrida de los rodeos y toma de muestras, también se ha hecho notar y marca un renovado posicionamiento de la profesión, en especial en el rubro de producción. Por otra parte, los datos guardados en programas de PC del establecimiento, permite cotejar cambios y modificar el rumbo.

La finalidad del presente estudio es analizar y ahondar en las

grandes enfermedades parasitarias y también las no tan conocidas o consideradas de segundo nivel - según la zona todos suman - indagar en las pérdidas que representan para el sector, recrear y oxigenar ideas, aportar nuevas líneas de pensamiento e intentar arribar a cifras que por ser reales sean creíbles, y hasta eliminar en rubros especiales como de la parasitología, a conceptos arraigados, utópicos y equivocados, tal como querer imponer el control total y llegar a la erradicación de muchos parásitos.

Haber realizado el XXIII Congreso Mundial de Parasitología Veterinaria (WAAVP2011) en Argentina, es prueba irrefutable que la Medicina Veterinaria Argentina y Rioplatense se encuentra a la altura de las circunstancias y su capacidad de participar activamente en el necesario y esperado resurgimiento de la ganadería nacional.

## **ANÁLISIS DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES PARASITARIAS**

### **❖ ETS (Enfermedades Transmitidas Sexualmente) Trichomoniasis y Campylobacteriosis**

- *En Bovinos y Ovinos:*

La Campylobacteriosis (o Vibriosis) Genital Bovina es una enfermedad venérea no parasitaria producida por un germen gram-negativo y transmitido por el coito.

La Trichomoniasis es una enfermedad parasitaria cuyo agente es el *Trichomonas foetus*, un protozoario. El toro enfermo transmite la enfermedad durante el coito.

*Pérdidas:*

-INFERTILIDAD. Muerte del embrión, abortos y reducción de la fertilidad en la vaca. El toro se transforma en portador asintomático crónico cuando supera los 4 o 5 años.

-DIAGNÓSTICO: mediante raspaje doble de toros preservicio con 10-15 días de intervalo. Según Julio Caione, Laboratorio 9 de Julio, con dos raspajes surge el 80% de los casos positivos de Trichomoniasis y 90% de los de Campylobacteriosis.

Actualmente la especificidad del cultivo de *Trichomonas foetus* es cuestionada por el desarrollo de otros protozoos como *Tetra-trichomonas spp*, generando falsos positivos (C.Campero, Jornada AAPAVET, UNL, Esperanza, 2002; Campero y Cobo, Premio Anual AAPAVET "Dr. Kurt Wolffhügel", 2004))

-CONTROL: Vacunación de hembras contra Campylobacteriosis, dos dosis preservición y revacunación anual. Eliminación del rodeo para faena todos los toros positivos a *Trichomonas*. Asegurarse sólo usar toros negativos con repetición de controles.

**Tabla 1.** Tasa de Infección en establecimientos controlados, y en toros, periodo 2009/2010 (válido para la zona de cría de la Provincia de Buenos Aires).

---

Trichomoniasis: 2,5% de establecimientos muestreados, 0,5% de toros
Campylobacteriosis: 9,9% de establecimientos, 1% de toros.

---

No existe una estadística de infección y pérdidas de nivel nacional. A estas pérdidas deberá sumarse la eliminación de falsos positivos.

CAPROVE (2011) defiende su afirmación que 1 ternero muerto pre-nacimiento es equivalente al valor de 800 dosis de vacuna reproductiva. En el cálculo se incluye el tiempo perdido en lograr

la preñez y los 9 meses gestando el ternero. La eventual recuperación de ese vientre fallido constituye otra incógnita económica, con resultado incierto.

### ❖ **Neoporosis de bovinos**

Enfermedad parasitaria causada por el protozooario *Neospora caninum.*, reconocida entre las causas importantes de aborto en bovinos.

En Argentina causaría pérdidas por \$80 millones al año (Congreso Mundial WAAVP 2011).

Los abortos se producen entre el tercer mes y el final de la gestación, generalmente entre el 5º y 6º mes, pudiendo producirse en pocos animales o llegar hasta el 30% del rodeo. También produce muerte perinatal o neonatal. Su presentación en la preñez temprana no se conoce. No obstante, las vacas seropositivas precisan dosis de semen más elevadas que las seronegativas.

La muerte fetal suele producir la reabsorción, momificación o expulsión del feto. Pero habitualmente se llega a la parición y el ternero aparenta ser clínicamente normal, pero congénitamente infectado o nace con diferentes grados de debilidad y signos neurológicos (incoordinación y/o ataxis).

La principal vía de contagio en bovinos es trasplacentaria, de madre a hijo. Un bajo porcentaje puede sufrir seroconversión por exposición postnatal ingiriendo los ooquistes excretados en las heces de los perros que contaminan alimentos y agua. La placenta excretada postparto ingerida por otra vaca es altamente contaminante. No se ha comprobado la transmisión horizontal mediante el toro.

Existe mayor prevalencia en rodeos de leche que de carne, por diferente tipo de manejo.

- ✓ Seroprevalencia en Santa Fe y Córdoba (cuenca lechera) 15 y 27%.
- ✓ Cuenca Mar y Sierras 16,1% en 416 vacas lecheras en 22 tambos.
- ✓ En bovinos de carne, se hallaron seropositivos en 51% de los rodeos.
- ✓ Las Pérdidas Económicas (Odeón y Campero, INTA, Balcarce) suman u\$s 18 M / año (2000).
- ✓ Incremento del intervalo parto concepción debido a la muerte fetal temprana (repetición de celo).
- ✓ Aumento del intervalo entre partos debido al aborto.
- ✓ Muerte perinatal o neonatal.
- ✓ Incremento en el descarte de vacas lecheras por fallas reproductivas.
- ✓ Reducción de la producción de leche en los tambos debido a la reducción del número de lactancias.

## **Protozoarios de Terneros en Producción Animal**

Entre los protozoarios intestinales, los coccidios patógenos *Eimeria zuernii* y *Eimeria bovis*, constituyen factores importantes en la patología parasitaria de los terneros en su primera etapa de vida. La alta contaminación de los espacios para la cría artificial de terneros de tambo, las conocidas *guacheras*, cobran su cuota de pérdidas, medida en diarreas rebeldes, disminución del estado general, mano de obra recargada, costo de tratamiento e infec-

ciones bacteriales secundarias. La terminación de estos terneros desmejorados es tardía y la primera etapa de la recría complicada. En los establecimientos lecheros que aún conservan el ternero al pié, la incidencia es sumamente alta.

No existen datos oficiales de pérdidas.

### ❖ **Garrapata común de los vacunos (*Rhipicephalus (Boophilus) microplus*)**

La garrapata común del vacuno *Rhipicephalus microplus* era reconocida desde principios del siglo pasado como el ectoparásito principal de la ganadería vacuna argentina, hallándose desde el norte en las fronteras con Paraguay, Bolivia y Brasil, hasta la mitad de la Provincia de Buenos Aires como límite sur. En 1906 se sancionó la Ley de Policía Sanitaria Animal y la exitosa campaña oficial de su erradicación comenzó en 1930. Los baños sistemáticos y el control minucioso de movimientos logró librar del parásito a una enorme zona productiva del país, aún cuando productos eficaces fueron superados sucesivamente por la creación de resistencia.

En 1999/2000 la garrapata había sido reducido a ser un ectoparásito endémico en casi 80 millones de hectáreas, en 11 provincias del noroeste, nordeste y litoral argentino, donde parasitaba a no menos de 12 millones de cabezas bovinas. No debe olvidarse que *Rhipicephalus microplus* afecta también pero en menor escala a equinos. Con la suspensión de la campaña oficial en 1999/2000 al poco tiempo se debieron reincorporar importantes áreas reinfestadas en el sur de Corrientes, Entre Ríos, Santa Fe, Córdoba, y áreas de invernada en la Provincia de Buenos Aires y noreste de La Pampa, situación sanitaria que aún impera o ha recrudecido (2011/2012).

Se debe tener presente que el hábitat favorable para su multiplicación depende de la temperatura media y alta HRA, con lo cual buena parte de las dos últimas provincias poseen un clima favorable para su subsistencia y multiplicación. Podría afirmarse que desde el punto de vista parasitario, se había sufrido un retroceso a la situación imperante de comienzos del siglo XX(G.M.Bulman, Manual Técnico de la Garrapata, AAPAVET, octubre 2000, Monografía 16 pp)

Para la campaña oficial de casi 70 años se contó sucesivamente con productos eficaces, adecuados equipos de técnicos y paratécnicos (los denominados *garrapateros*) y el productor en general estuvo alentado por buenos precios e incentivos económicos. Sin embargo, a partir de la decisión política de Carlos Ménem a comienzos del 2000, que interrumpió la campaña activa y dejó el control tanto en zona sucia como del despacho de animales a zona limpia e indemne en manos del productor con una mínima supervisión oficial, demostró su escasa eficacia. La situación actual y el escenario todo, ha sufrido sustanciales cambios y retrocesos.

La decisión política a principios del 2000 justificada por la magnitud del costo operativo del Programa Oficial vio drásticamente reducido hasta la insignificancia su personal paratécnico y técnico, tanto operativo como de apoyo, dejando el actual plantel con escasos recursos y mínimas posibilidades de atender adecuadamente las exigencias sanitarias, carente de movilidad adecuada y disponibilidad de fondos para su desplazamiento. Las provincias afectadas con planteles provinciales de sanidad animal también inadecuados en número y no siempre instruidos técnicamente, no pudieron suplir a los equipos nacionales desplazados. Como ejemplo de la magnitud del personal afectado a la campaña, la Jefatura Regional de la campaña con asiento en Curuzú Cuatiá (Corrien-

tes), en las dos últimas décadas del Siglo XX, tenía un plantel cercano a 600 paratécnicos afectados casi exclusivamente al control del ectoparásito en los mismos establecimientos.

El calificado *retroceso de la campaña y desastre sanitario* del 2000, merece algunas otras consideraciones. En la última década del siglo XX, la campaña nacional sufría de un largo estancamiento en la lucha en sí. Participaron ciertos factores básicos, entre los cuales sobresalen la falta de controles en las zonas reinfestadas, la carencia de un conocimiento real del ciclo del parásito y algo tan simple como es la búsqueda eficiente sobre el animal de los primeros estadios (en especial por personal de zonas indemnes en ganado infestado recién arribado de zonas sucias), y el tema acuciante y real, como es la *Resistencia del ácaro* a los químicos por contacto en los baños de inmersión, como también a los endectocidas inyectables. Desde hace casi un lustro, la resistencia se ha manifestado frente al amitraz y hoy (2012), constituyendo un serio problema y hasta crítico, ya que esta monodroga por contacto había pasado a constituir el principal y a veces el único arma de control y limpieza.

La *resistencia* es definida por la FAO (NN.UU.) como el desarrollo de una condición en una población de insectos que permite tolerar dosis tóxicas que serían letales para la mayoría de los individuos de una población normal de la misma especie. En la lucha contra la garrapata, el repetido uso de monodrogas en la Argentina generó resistencia en forma sucesiva a los arsenicales (1940), a los clorados (1956) y a los organofosforados (1968-1979). Entre 1992 y 1996 se diagnosticó la resistencia a los piretroides sintéticos por contacto y brindó una muy corta vida a la alfacipermetrina. Posteriormente y a partir del 2001, la creciente resistencia a las ivermectinas por vía

parenteral. Finalmente, la más reciente, la resistencia al amitraz, una amidina, al igual que en Brasil, país donde ya en el 2000 se conocían más de 12 cepas distintas. Es correcto afirmar que el productor careció de información, especialmente oficial. La resistencia al amitraz fue identificada y denunciada en un establecimiento al oeste de Mercedes, Corrientes (Bulman, 2003), pero ignorado desde el claustro oficial hasta el 2007. En marzo 2012, la creciente falta de acción de la citada amidina y la oposición de sectores ganaderos a seguir en la lucha sistemática con escasas armas, hizo que SENASA finalmente llamara a expertos del sector privado y representantes de laboratorios elaboradores de garrapaticidas a una reunión en el denominado Lazareto de Cambá Punta (Corrientes), buscando un consenso en la forma de seguir controlando el parásito con cierta eficacia y disminuir el flujo de ácaros vivos con ganado transportado a las provincias que hacen internación.

Las pérdidas por la garrapata solamente en potencial productivo (Spath *et al*, 1994) se calculó en más de u\$s 120 M / año. En este rubro se incluyó el debilitamiento del sistema inmunológico, el retraso del tiempo para llegar al peso de entore en vaquillonas de primer servicio, o al peso de faena en hacienda en engorde. En Australia, se ha llegado a determinar que un ejemplar de *Rhipicephalus microplus* durante su ciclo completo de 23 a 24 días, puede succionar de su huésped hasta 3 ml de sangre. Recordemos que la carga parasitaria suele alcanzar varios miles de ejemplares de distinta evolución. Los grandes rubros por las lesiones de *Rhipicephalus microplus* (antes *Boophilus microplus*) incluye el daño en los cueros como la pérdida en carne y tiempos de terminación y extracción. Hoy debe incluirse la reinfestación en zonas consideradas limpias o mal calificadas como Indemnes Na-

turales hasta hace menos de una década, factor que ha complicado el panorama, agravado por la presentación de verdaderas olas de enfermedades como la Babesiosis (Piroplasmosis), por *Babesia bovis* o *argentina* y *Babesia bigemina*, y el *Anaplasma marginale* en ganado virgen de la zona, con significativo atraso, muerte de los más débiles y tratamiento costoso.

Existe un hecho epidemiológico irrefutable, la zona del país considerada Indemne Natural, en realidad ofrece las condiciones esenciales necesarias para que el ácaro sobreviva y se reproduzca, alta HRA y temperatura superior a 22°C. En el INTA (Castelar), Pérez Arrieta *et al* (1978) había demostrado que gran porcentaje de larvas de *Rhipicephalus microplus* en el pasto y con alguna cobertura, en inviernos crudos con semanas de heladas y temperaturas bajas, lograban sobrevivir y retomar su ciclo en la primavera siguiente.

Un cálculo estimativo actualizado (2012) de las pérdidas para el productor por el efecto directo e indirecto de *Rhipicephalus microplus* rondaría los u\$s 250/300 M /año.

### ❖ **Babesiosis y Anaplasmosis**

Las pérdidas por hemoparásitos en Argentina no han sido evaluadas, al menos en la situación nueva existente desde el 2000, con la virtual finalización de la campaña oficial de control. No obstante, han aparecido como una pérdida importante medido en costo de tratamiento, en animales en zona indemne o reinfestada de garrapata, y que reciben el contagio de garrapatas en animales trasladados desde las áreas de cría en el norte, con la consecuente infección primaria. Las cifras existentes corresponden al excelente trabajo de Spath, Guglielmone, Signorini y Mangold (Therios,

vol.23, 117-119, 1994).

En el mismo los autores separaron las pérdidas causadas por Babesiosis y Anaplasmosis.

El costo total de las pérdidas por la Babesiosis, entre mortalidad y morbilidad, fue calculado en u\$s 26.143.390 (actualizado al 2011, u\$s 33.986.407)

El costo total de las pérdidas por la Anaplasmosis en el mismo trabajo (1994) fue de u\$s 7.066.043. Al mismo tiempo, calcularon en u\$s 267.000 la pérdida en cuencas lecheras (actualizado al 2011, u\$s 9.532.955)

En Uruguay, en cambio, en lo que vendría a ser una situación epidemiológica comparable, hay trabajos interesantes de los años 1992 (M.A.Solari et al, 1992; DILAVE) de incidencia de babesiosis, y de pérdidas totales por acción de la garrapata y los hemoparásitos transmitidos (Recopilación, Diego Avila N., 1997), que se analizan en el capítulo correspondiente.

### ❖ **Triquinellosis**

Enfermedad parasitaria de importancia primaria como zoonosis, cuyo agente es *Trichinella spiralis*, un nematodo principalmente del intestino canino, pero que también afecta a los felinos (gatos), caninos salvajes, ratas, castores, osos, zarigüeyas, liebres, morsas y ballenas. La triquinellosis se ha comunicado en más de 150 especies animales. La permanencia en el canal intestinal es de pocas semanas, pasando luego en estadio larval a los músculos estriados donde puede permanecer enquistada durante años. El tejido muscular infestado consumido por el hombre u otro mamífero reinicia el ciclo.

La Triquinellosis es esencialmente una infección de *predadores y presas*, que en la vida silvestre animal circula entre los carnívoros (cánidos y félidos, por ejemplo), los que comen carroña, (las ratas, y en la vida silvestre africana, los hienas), y en los omnívoros/carnívoros (cerdos, osos hasta algunos roedores). Se forma así una *cadena alimenticia* donde una misma especie actúa en vida como predador o se alimenta de carroña, para servir luego como presa o terminar como carroña cuando muere.

El riesgo como zoonosis se relaciona principalmente con la ingestión de carne de cerdo (o de oso en Alaska y en las estepas rusas) sin inspección sanitaria veterinaria, o de los embutidos de las faenas domiciliarias e ilegales. Los famosos *chiqueros* de los basureros municipales - créase o no, aún existen en la Argentina - o en el interior argentino del cerdo criado y engordado en el fondo de las casas alimentado con sobras de comida, constituyen verdaderas *bombas de tiempo*. La estadística oficial señala que cada cerdo infectado faenado clandestinamente - o lo que gusta llamarse de crianza y engorde casero - origina un promedio de 18 enfermos humanos, pero la costumbre en muchos de estos casos de regalar los embutidos entre los amigos, parientes y entenados, empleados de banco, comerciantes del pueblo, personal de la intendencia y la comisaría, dispersa mucho más la diseminación e incrementa el recuento final de enfermos.

Para muchos argentinos, el atractivo de estos embutidos clandestinos infectados pero caseros supuestamente originados de localidades pintorescas como Colonia La Caroya o La Falda en Córdoba, ofrecidas por unos personajes de novela en la calle, las terminales de tren y ómnibus, o en estaciones de servicio desde una canastos mugrientos con la cuestionada mercadería tapada

con repasadores grasientos, es tan inexplicable como lo es la ignorancia del comprador y la notoria y patética falta de control de bromatología. El consumo de chacinados y embutidos caseros en Argentina constituye un mercado grande, silencioso e ilegal. Los focos de la enfermedad en el hombre se suceden todos los años en el invierno, desde el 1º de mayo al 31 de agosto, que son los meses fríos apropiados para las clásicas faenas domiciliarias de cerdos engordados en forma casera.

En el hombre los primeros síntomas son digestivos (dolor abdominal, náuseas, vómitos, diarrea), que aparecen al 5º día de ingestión de carne con larvas enquistadas pero solamente en un 15% de los pacientes. Las manifestaciones sistémicas aparecen 1 a 2 semanas después de la infección. Comienzan con una fiebre leve que luego aumenta, dolor muscular, edemas (particularmente de los párpados) y eosinofilia en el análisis de sangre. Casi todos los pacientes se recuperan en unos 2 a 4 semanas. El tratamiento se efectúa con ácido acetilsalicílico (aspirina) y bencimidazoles orales.

La triquinellosis mantiene en Argentina su condición de endémica, en 2009 hubo 136 casos denunciados pero en 2010 alcanzó 631 casos, creciendo la tasa de notificación del 0,26 al 2.26. En 8,5 meses del 2011, se denunciaron 294 casos. Los principales brotes y focos se dieron en el 90% de los casos en las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe, el resto en provincias como Entre Ríos, La Pampa, Chubut, Río Negro, Catamarca, Mendoza, sumándose el Chaco en 2010 y en 2011 a Corrientes.

Las pérdidas económicas cubren los gastos de análisis, y en Salud Pública los provenientes del tratamiento médico, con la pérdida en días laborales. No existen cifras oficiales.

AAPAVET estudia publicar próximamente una obra actualizando la enfermedad.

**Tabla 2.** Casos notificados y tasas de notificación por 100.000 habitantes de triquinelosis, según Provincia y región, años 2009/2011, hasta semana epidemiológica 35. Fuente: Sistema Nacional de Vigilancia de la Salud (SNVS)

Provincia/Región	2009		2010		2011	
	Casos	Tasas	Casos	Tasas	Casos	Tasas
CABA	2	0,07	--	--	2	0,07
Buenos Aires	88	0,58	64	0,42	65	0,42
Córdoba	23	0,68	7	0,21	--	--
Entre Ríos	3	0,24	54	4,21	3	0,23
Santa Fe	12	0,37	37	1,13	111	3,38
CENTRO	128	0,49	162	0,62	181	0,69
Mendoza	1	0,06	404	22,88	67	3,79
San Luis	1	0,22	12	2,63	28	6,13
CUYO	2	0,06	416	12,63	95	2,89
Corrientes	--	--	--	--	1	0,10
NORDESTE	--	--	--	--	1	0,03
Santiago del Estero	--	--	--	--	10	0,13
NOROESTE	--	--	--	--	10	0,21
Chubut	1	0,21	--	--	--	--
La Pampa	1	0,30	52	15,23	1	0,29
Neuquén	1	0,18	1	0,18	3	0,53
Río Negro	--	--	--	--	1	0,17
Tierra del Fuego	3	2,31	--	--	2	1,50
SUR	6	0,26	53	2,26	7	0,30
TOTAL ARGENTINA	136	0,34	631	1,56	294	0,73

### ❖ Hidatidosis-Echinococcosis

La Hidatidosis constituye la zoonosis con más casos en humanos en Argentina, denunciándose aproximadamente 450 nuevos enfermos / año (385 en 2010), y entre 10 y 15 muertes / año. Presenta un grave riesgo para 5 millones de personas y en particular, para 500.000 menores de 5 años, y causa en el país pérdidas anuales por 183 millones de pesos (u\$s 44.096.385 / año), según las autoridades de Salud Pública de las provincias afectadas

y la Asociación Internacional de Hidatología, sucursal Argentina.

Por su parte, el MSPN (2011) asigna a la hidatidosis el primer lugar en el ranking de las zoonosis en el país.

El género *Echinococcus granulosus* posee 4 especies reconocidos, con características taxonómicas definidas que las identifica. Las 4 pueden producir echinococcosis en el hombre, pero *E. granulosus*, *E. oligarthrus* y *E. vogeli*, son las especies causantes en América Central y del Sur, originando la echinococcosis quística la primera y la poliquistica las otras dos. Se introdujo desde Europa en el Siglo XVI con perros domésticos que acompañaron a los conquistadores españoles.

Las echinococcosis son zoonosis adaptadas a una relación obligatoria entre el animal infectado y un nuevo hospedero. Los hospederos definitivos son carnívoros y los quistes en mamíferos la fuente de infección. La echinococcosis quística producida por *Eg* es la más frecuente e importante, tanto médica como económicamente en la población humana de distintas regiones del mundo. Hay contacto directo del hombre (especialmente niños) con los perros y en poblaciones estables, los domicilios están altamente contaminados con heces. Es más frecuente en poblaciones rurales y peri-urbanas.

El ciclo de la *Eg* incluye el perro y los ungulados domésticos (ovinos, vacunos, caprinos, porcinos, camélidos sudamericanos y el equino). Se ha estimado que en los países del cono sur americano se notifican cada año más de 2000 nuevos casos humanos de echinococcosis quística. Los países son Uruguay (en todo el país), Argentina (en todo el país, pero hay mayor número de casos en la Patagonia, las áreas precordilleranas de las provincias andinas de Cuyo y en las provincias de Buenos Aires y Corrientes); Chile (especialmente la zona sur del país, Regiones XI y XII, con mayor

concentración ovina); Perú (la porción cordillerana especialmente de la Sierra Central) y Brasil (estado de Rio Grande do Sul, en la región más sureña del país, lindante con Argentina y Uruguay).

Desde setiembre 2011 se produce en Argentina la vacuna recombinante EG95 (Tecnovax), creada originalmente en Australia y Nueva Zelanda, pero los ensayos de eficacia de uso en ovinos se realizaron en Argentina, conlleva un nuevo concepto en materia de prevención impidiendo la transmisión de la enfermedad al hombre. Al respecto, la mayor dificultad para su uso generalizado reside en la aplicación en el ganado ovino y caprino de aproximadamente 50.000 pequeños productores de ganado menor, en general con explotaciones de subsistencia, propietarios en total de aproximadamente 4 M de cabezas. Estas personas carecen de un manejo empresarial de sus animales, por lo que sus inversiones en la búsqueda de mayor producción y sanitarias son mínimas, dependiendo desde décadas del Estado. La poca rentabilidad de la lana constituye un impedimento a la hora de la inversión en sanidad, pero existen otros factores de desastres repetidos como la ceniza de volcanes en territorio chileno, las grandes nevadas, la sobrepoblación y la desertificación por sobre-pastoreo. Además, pequeños núcleos de productores viven aislados (caso ejemplo, en la precordillera) sin medios de comunicación, algunos no tienen caminos de acceso y los vecinos están a uno o más días de distancia, que en ocasiones se deben hacer en mula o a pie. Este aislamiento hace que tanto niños como adultos no reciben educación ni atención sanitaria y existen altos niveles de escasa educación y analfabetismo. Por todo ello, la participación sustancial de los Gobiernos Provinciales y Nacional es imprescindible. No obstante, a casi 6 meses de su lanzamiento oficial por el laboratorio, las provincias

afectadas aún discuten su participación y absorber los gastos del uso masivo en las pequeñas explotaciones y minifundios.

Una anterior gestión de importar desde Australia la vacuna EG95 del Dr. Lightowler por Biogénesis Bagó a fines de los años 90, además de las exigencias de repetidos ensayos prolongados y costosos, por parte de las autoridades sanitarias con diferencias de opinión en la interpretación de los resultados para su registro y comercialización, tuvo como mayor inconveniente la falta de interés y compromiso con participación activa, de las autoridades en las provincias afectadas en la Patagonia, con la consecuente escasa rentabilidad prevista por el laboratorio importador en la comercialización. En noviembre 2011, el laboratorio Tecnovax S.A. (Buenos Aires) logró su aprobación por la autoridad sanitaria nacional, y la vacuna se encuentra disponible para aplicar en las majadas patagónicas y los pequeños hatos dispersados a lo largo de la precordillera andina.

Los avances en materia de prevención con medidas en el manejo sanitario adecuado de los perros ovejeros en la Patagonia, y la educación sanitaria especialmente a los pequeños productores, ha reducido considerablemente la tasa de prevalencia en la población. Los programas basan sus estrategias en atención veterinaria, diagnóstico en los perros (antes con bromhidrato de arecolina, ahora faltante en el mercado, empleándose en cambio un coprocultivo de heces caninos), información, ingeniería sanitaria, legislación, atención médica y educación para la salud e investigación. Dependen del sector Salud Pública de las provincias, que organizan desparasitaciones periódicas en concentraciones caninas y buscan permanente control de faena. No obstante, en este último rubro, salvo en determinadas ciudades y centros turísticos, las faenas son en gran parte domiciliarias y no denunciadas para la inspección sanitaria. En general

se observa la necesidad de mayor participación del médico veterinario y de los organismos provinciales y municipales.

En las primeras campañas en la población canina se utilizó el tenífugo bromhidrato de arecolina para el diagnóstico y como tratamiento. Desde 1975 se dispone del tenicida no ovicida praziquan-  
tel para reducir la biomasa parasitaria, administrada en comprimidos orales, a intervalos de entre 45 y 360 días, según la prevalencia de cada región y la estrategia de la campaña.

Las pérdidas económicas son difíciles de estimar ya que incluyen el componente animal, el humano, los gastos de análisis, la intervención quirúrgica (cada año se reducen éstos, empleándose el tratamiento), los programas de control, etc. No existen cifras oficiales de nivel provincial ni nacional.

Las pérdidas calculadas en la menor producción de carne, leche y lana también son de difícil determinación, pero se estiman pérdidas de hasta un 25%. No se conocen investigaciones al respecto, posiblemente no realizadas por la larga duración y alto costo de los ensayos requeridos. En los estudios para medir la efectividad de la vacuna EG95 en Chubut entre 1996 y 1999, se estableció que 15 ovinos sin hidatidosis produjeron un 8,6% más de carne que 5 (cinco) ovinos con 22 meses de enfermedad (Lightowers *et al*, 1999). La producción de lana, medida al momento de la esquila, resultó 9,1% mayor en los ovinos sanos que en los enfermos, luego de 12 meses de enfermedad (Jensen *et al*, inédito). Las pérdidas producidas por los decomisos de vísceras con hidatidosis deben valorarse y agregarse a las demás que impactan sobre el sector. La estimación citada previamente de u\$s 40 M / anuales, no alcanza a valorar las pérdidas en toda su dimensión, cubriendo únicamente las pérdidas por hidatidosis en la Patagonia.

**Tabla 3.** Casos notificados de hidatidosis y tasas de notificación por 1.000.000 habitantes, Argentina. Años 2009/2011 (hasta semana 35), discriminada por Provincia y Región (Fuente: Sistema Nacional de Vigilancia de la Salud, SNVS, 11 de octubre, 2011).

Provincia/Región	2009		2010		2011	
	Casos	Tasas	Casos	Tasas	Casos	Tasas
C.A.B.A.	7	2,29	11	3,60	14	4,58
Buenos Aires	31	2,04	33	2,15	39	2,55
Córdoba	1	0,30	10	2,94	1	0,29
Entre Ríos	9	7,09	21	16,38	21	16,38
Santa Fe	1	0,31	5	1,52	2	0,61
Centro	49	1,87	80	3,04	77	2,92
Cuyo	48	14,78	30	9,11	37	11,24
NEA	7	1,88	9	2,38	6	1,59
NOA	47	10,00	48	10,07	64	13,43
SUR	74	31,89	98	41,72	104	44,27
Total Argentino	225	5,61	265	6,54	288	7,11

En el 2012 (enero y febrero) el SNVS (Servicio Nacional de Vigilancia, Ministerio de Salud de la Nación) denunció 18 casos nuevos: siendo 4 sospechosos, 2 probables, 11 confirmados y otro 1 en estudio.

En el 2002, AAPAVET y Biogénesis SA (hoy Biogénesis Bagó) solventaron la publicación del libro "Situación de la Hidatidosis – Echinococcosis en la República Argentina", de Guillermo Denegri, M<sup>a</sup>.C.Elisondo y M.C.Dopchiz. (Universidad de Mar del Plata), Editorial Martín, ISBN 987-543-024-2, 243 hojas.

### *Consideraciones epidemiológicas*

- **Patagonia Argentina**

La Patagonia Argentina está integrada por las provincias de Tierra del Fuego, Santa Cruz, Chubut, Río Negro y Neuquén. Tiene una superficie de 787.054 km<sup>2</sup> y en ella viven 1.838.000 habitantes.

Existen aproximadamente (2001) 15.000.000 de Huéspedes Intermediarios (ovinos, caprino, bovino, porcino, equino, y el guanaco y liebre) de contraer Hidatidosis y 150.000 Huéspedes Definitivos (cánidos domésticos y silvestres).

**Tabla 4.** Prevalencia de echinococcosis canina en las Provincias Patagónicas pre y post campañas oficiales de control de la Hidatidosis.

Neuquén	1972 (28%)	1999 y siguientes (1%)
Río Negro	1980 (41%)	2001 (1.8%)
Chubut	1974 (70%)	2001 (< 3%, algunas zonas 6%)
T. del Fuego	1979 (90% de propietarios con algún perro infectado)	2001 (1,8 – 2,5%)

#### • Norte Argentino

Comprende 13 provincias del centro y norte de Argentina: Jujuy, Salta, Tucumán, Santa Fe, Santiago del Estero, Catamarca, La Rioja y San Juan, cubren una superficie cercana a 1.000.000 km<sup>2</sup> y tienen una población estimada de 12.522.786 habitantes (Censo Nacional 2001). Existe un 25% de explotaciones rurales de subsistencia, que viven climas muy variados, desde zonas de alta montaña con poblaciones que habitan por encima de los 3.500 m y con regímenes pluviométricos desde 80 mm por año, hasta lugares donde las precipitaciones anuales superan los 1.500 mm. En los valles de las altas montañas se crían los hatos de camélidos sudamericanos, cuyo pelo y lana se procesa en telares artesanales, mientras en las laderas la cría de caprinos es más frecuente que la ovina.

#### • Mesopotamia

La gran diferencia socio-económica de las provincias de la Mesopotamia (Corrientes, Entre Ríos, Misiones, Chaco y Formosa) con las demás que componen el Norte Argentino, hace que de-

ben considerarse separadamente. En 1965 se criaba en la Mesopotamia aproximadamente 16 millones de ovinos, de un total nacional de 47 millones. En 2001, el Instituto Nacional de Estadística y Censos contabilizó en todo el país solo 13.562.000 ovinos, una drástica reducción del 71.2%, de los cuales 8.720.000 (64,4%) se encontraban en las 6 provincias patagónicas, mientras la Mesopotamia registraba ya solamente contabilizada 1.4 M (10,4% del total nacional). En el 2011, la reducción de las majadas en Corrientes fue aún mayor.

Argentina había dejado de ser un país con existencia ovina importante, partícipe relevante en el nivel mundial del mercado de lanas. Los bajos precios, la sobreproducción de Australia, el progresivo uso de telas sintéticas en la industria de vestimentas en todo el mundo, el persistente y hasta vertiginoso avance de la agricultura sobre las áreas ganaderas, en La Pampa y sur de la Provincia de Buenos Aires, mientras en las provincias mesopotámicas, especialmente Corrientes, el arroz y últimamente la soja, alcanzaron mayor importancia. En estas áreas el avance de la cría bovina sobre las tierras marginales tradicionalmente destinadas a ovinos, más la falta de una política nacional ágil para impulsar el consumo de carne ovina en los grandes centros de consumo en la Argentina, habían producido un cambio en la distribución de las dos especies de rumiantes domésticos en el país (Bulman et al, en "Situación de la hidatidosis-echinococcosis en la República Argentina", de Denegri et al, 2002, pp 59-63).

En Corrientes, al menos, se incrementó paralelamente la población canina en las estancias, a la par de la disminución del personal de campo, transformándose en una constante salvo en contados casos de establecimientos con sistemas de manejo más

desarrollados y con mayor subdivisión de potreros. Los casos de hidatidosis en humanos fueron de difícil recopilación. No obstante, en Mercedes (Corrientes) se operaron quirúrgicamente 118 casos en 12 años, y cifras similares se lograron por información sesgada en Corrientes (Capital). En Entre Ríos, en la ciudad de Concordia, en los últimos 10 años se mantuvo un promedio de 10 intervenciones/año. Factores que dificultaron la recopilación de información sobre prevalencia, fueron la elección del tratamiento reemplazando la intervención quirúrgica, y la opción de fácil traslado del enfermo a los grandes centros en Buenos Aires y La Plata.

Es interesante que la disminución del personal estable de las estancias, para transformarse en desocupados o trabajo a destajo o por día, hizo que recalaran en las áreas periurbanas de las ciudades y pueblos, llevándose consigo sus caninos parasitados con el cestode. En este medio conurbano y en el rural los esfuerzos de organismos oficiales, municipales y hasta vecinales para inculcar medidas preventivas de la grave zoonosis, fueron en gran parte vanos. La estadística disponible, mayormente de bovinos, esconde el verdadero nexo del ovino/perro/hombre ya que los ovinos se carnean para consumo a campo o en pequeños colgaderos por matarifes periurbanos y en locales sin vigilancia veterinaria sanitaria de ninguna índole.

Los datos de prevalencia en animales domésticos de quistes en hígado, pulmón y riñón se lograron en siete frigoríficos de vacunos y coinciden por ser altos y alarmantes. En la zona al norte del Río Corriente en la Provincia de Corrientes, en el año 2000 hubo 1840 decomisos en un total de 26.166 vacunos (7,03%), mientras en el sur, zona de cría de ovinos, 4684 en 28.801 (16,26%). Paralelamente, en Entre Ríos se obtuvo el

20.33%, Chaco 5.78% y Formosa el 7.73%. En Corrientes, datos no oficiales de veterinarios residentes o con atención sanitaria en estancias organizadas donde se faenan ovinos para consumo interno, los decomisos de hígado, pulmones y riñones rondan el 20% de los animales.

- **Sudeste de la Provincia de Buenos Aires**

La región sudeste de la Provincia de Buenos Aires, hace pocos años gran productora de ovinos, comprende hoy básicamente la zona agrícola por excelencia, pero también es una importante zona de producción pecuaria. Incluye también centros turísticos de importancia como el partido de General Pueyrredón (Cabeceira: Mar del Plata), y los partidos de Villa Gesell y Pinamar.

En el 2002, Gral. Pueyrredón totalizaba únicamente 1.800 ovinos. Paralelamente se incrementó la población canina y se calcula que en Mar del Plata los perros callejeros y semi-callejeros estarían cerca de 12.000 cabezas, muchos cruelmente abandonados por los turistas al regresar de sus vacaciones, mientras el total con domiciliarios alcanzaría entre 110 y 120.000 (1 perro cada 5-6 personas). De los 242 casos de quistes en humanos y operados quirúrgicamente (1996-2001) en la región sudeste de Buenos Aires, 146 (60.3%) fueron provenientes de la zona urbana y rural de General Pueyrredón (Dopchiz, Elissondo y Denegri, UNMDP, 2002). En los frigoríficos locales, se inspeccionaron vísceras porcinas de animales provenientes del partido de General Madariaga y faenados en el Frigorífico Austral, encontrándose 12% con quistes. Entre el 0-12% de los porcinos y entre el 0-22% de los bovinos se hallaron afectados con hidatidosis. De los 52 partidos de la provincia, Mar Chiquita presentó la tasa más alta

(12.5%) en bovinos faenados. La cadena epidemiológica sería perro-ovino, perro-porcino y perro-bovino.

Evidentemente la hidatidosis-echinococcosis es una zoonosis de mucha importancia en el sudeste de la Provincia de Buenos Aires, y tiene una importante connotación de salud pública en referencia al turismo. En plazas y paseos públicos del centro de Mar del Plata, se detectaron huevos de *E.granulosus* en muestras de suelo.

### ❖ **Nematodes gastrointestinales**

Las parasitosis gastrointestinal constituye uno de las limitantes sanitarias más severas para la ganadería vacuna y ovina y su control debe ser interpretado como una herramienta válida y prioritaria para mejorar los niveles productivos (CAPROVE, Plan Sanitario Productivo, 2009).

En los objetivos de un programa de control de los GI's sobresalen:

- ✓ Eliminar la presentación clínica de la enfermedad
- ✓ Controlar las pérdidas subclínicas, fundamentalmente en las categorías en crecimiento
- ✓ Evitar la Resistencia, tratando a las categorías jóvenes sólo cuando es necesario, y evitando la dosificación de animales adultos

Tradicionalmente, productores y profesionales del sector han tenido claro estos objetivos y se han preocupado por alcanzarlos, pero el uso irracional de antiparasitarios ha provocado la aparición del fenómeno de resistencia a los compuestos químicos. A diferencia de la resistencia en los ectoparásitos, en los GI's el productor no tiene

como valorar a simple vista la menor eficacia que pasa desapercibida, situación que es todo lo contrario en los parásitos externos.

Con la instalación en el nuevo escenario de la resistencia, varios parasitólogos (en Argentina, Bulman *et al* en los 90, Nari y Eddi en 2002, en Gran Bretaña, Coles, 2002) comenzaron a predicar la necesidad de lograr un equilibrio entre los parásitos y los sistemas productivos. Este concepto, denominado *Convivencia con una Población Parasitaria Mínima* por Bulman *et al*, *Población en Refugio* por Coles y *Control Integrado de Parásitos* por Nari y Eddi, 2002, implicaban básicamente lo mismo, *convivir con la población parasitaria en niveles controlados y lograr niveles aceptables de productividad para así prolongar la vida útil de los principios activos*. Los tres trabajos se referían en especial a los endoparásitos.

### *Pérdidas económicas*

Abundan estudios diversos que demuestran la importancia de la parasitosis gastrointestinal, tanto en vacunos como ovinos. La presentación subclínica abunda, produciendo pérdidas insidiosas y escasamente observables clínicamente.

- *En bovinos*

Los estudios se han concentrado en el animal en crecimiento, ya que el vacuno adulto adquiere una sólida inmunidad parasitaria. Han demostrado diferencias frente a lotes no tratados, y entre tratados dos y tres veces al año, con la importancia del tratamiento de primavera para el control de la ostertagiasis inhibida en la Pampa Húmeda (C.Fiel *et al*, INTA Balcarce) Los valores varían, entre el 5 y 30% promedio del incremento total de peso, según el grado de contaminación del campo, la oferta forrajera y el desarrollo del animal.

Otras categorías estudiadas:

- ✓ terneros al pie de la madre
- ✓ terneros al destete
- ✓ vaquillonas de 2 años
- ✓ novillos con seguimiento desde el destete hasta la venta para faena (3 años)
- ✓ lecheras (por ser vacas, con resultados dispares medido en volumen de producción)
- ✓ lecheras 48 hs parto
- ✓ vaquillonas de primera parición y vacas de segunda parición.
- ✓ novillos de 2.5-3 años en pastoreo, prolongación del período de engorde para alcanzar su peso de terminación

También se realizaron varios estudios determinando en la faena el peso de los distintos cortes, su terneza y caracteres organolépticos, en el Departamento de Carnes, INTA Castelar, como resultado de tres tratamientos antiparasitarios durante el crecimiento, comparativamente con ganado no tratado. El enfoque fue novedoso y demostró el significativo impacto del control de los parásitos durante esta etapa (Gastrointestinal Parasitism: its effects on muscle, fat and bone composition of the carcass and organoleptic characteristics of meat. C.A.Garriz et al, Proceedings of the MSD Agvet Symposium, XXIII World Veterinary Congress, Montreal, Quebec, Canada, 1987).

Un singular estudio que marcó un enfoque nuevo fue el impacto del tratamiento de hembras desde terneras hasta el primer parto, en el desarrollo del canal pélvico, determinándose diferencias - principalmente por desarrollo y peso - en los índices de preñez y distocias (B.Beckwith y G.M.Bulman) en vaquillonas 3/8 Brahman sobre Hereford, en Mercedes, Corrientes. Los estudios fueron con-

firmados con otros de los mismos autores que le sucedieron en Tapalqué, Buenos Aires, en vaquillonas Aberdeen Angus, estudios que marcaron el camino a otros grupos de investigadores.

Finalmente un conjunto de estudios midió el impacto del control parasitario en toros midiendo el desarrollo testicular y del epidídimo.

- *En ovinos*

Los estudios se realizaron casi todos en la Patagonia, donde se demostró en un medio de reducida contaminación el impacto del control sobre producción de lana y largo de mecha, como también peso y conformación del cordero a la faena (Servant y Bulman, 1985; Bulman & Lamberti, La cría ovina en la Patagonia, 2003). Las pérdidas totales en producción variaron entre el 15 y 20%, según el establecimiento, el grado de infección y la contaminación de las pasturas.

C.Entrocasso (INTA. Balcarce, 2011, MOTIVAR, año IX, nº 104), señaló que en ovinos, refiriéndose a las pocas majadas aún existentes en la zona ovina del sudeste de la Provincia de Buenos Aires, donde la contaminación de las pasturas es más alta que en la Patagonia, las pérdidas por GI's superaban estos valores.

A su vez, los parámetros epizootiológicos, hematológicos y productivos en la región semiárida pampeana fueron estudiados por V.H.Suárez *et al* (INTA, Anguil), Therios (Bs.Aires),15 (73, 1990.

Las tenias o cestodiosis, forma parte del panorama parasitario de los corderos, siendo partícipes las especies *Thysanosoma actinioides*, y *Moniezia expansa* y *M.benedeni*, que según la región, alarman por su abundancia. *M.expansa* precisa de un ácaro oribátido como huésped intermediario. G. Denegri, 2001, identificó 73 especies para *M.expansa* y otras 43 para *M.benedeni*. En el caso de

*T.actinioides*, no se conoce con exactitud él o los huéspedes intermediarios. La presencia de las tenias en primavera y comienzos del verano reduce el desarrollo de los corderos, pero el impacto exacto medido en pérdida de ganancia de peso y terminación es discutible, y para varios investigadores relativamente insignificante. *Thysanosoma actinioides* fue hallado en el 100% de 100 corderos faenados en S.C.de Bariloche (J. Led *et a.l*, 1979)

En Uruguay, varios estudios demostraron la importancia del control del parásito *Haemonchus contortus* en ovejas al parir, que frecuentemente sufren en el posparto y primera lactancia un cuadro denominado *relajación periparturienta de inmunidad*, en el cual los efectos de este parásito del abomaso o estómago glandular, se exacerban. El cuadro fue diagnosticado también en La Pampa (Argentina) por V. Suárez *et al* del INTA (Anguil). Se manifiesta en ovejas pastoreando sobre pasturas con una mediana a alta contaminación de Larvas3 infestantes, con un pico de enfermedad con diarrea, presentación súbita, gran cantidad de animales afectados y hasta muertes. Se atribuye esa presentación a una repentina disminución de la inmunidad por el estrés del parto y la lactancia.

### *Resistencia*

La resistencia antihelmíntica ha sido definida como la capacidad heredable de la población parasitaria de reducir su susceptibilidad a la acción de una o más drogas. Esta reducción se expresará en un incremento significativo de individuos dentro de una misma población de parásitos, capaces de tolerar dosis de droga que han probado ser letales para la mayoría de los individuos de la misma especie.

La resistencia no debe ser confundida con tolerancia, que en parasitología se refiere a la falta de respuesta innata de la población parasitaria para cada droga independientemente de la exposición previa, y que en términos prácticos corresponde al valor que queda por fuera de la eficacia declarada para cada género y especie parasitaria.

**Tabla 5.** Niveles de resistencia antihelmíntica (%) en Argentina y el MERCOSUR (Nari et al; Eddi et al; Maciel et al; Nari et al, 1996)

Nº de Establecimiento	BZ	LEV	COMB	IVM	CLOS	
ARGENTINA	65	40	22	11	6	--
BRASIL	182	90	84	73	13	20
PARAGUAY	37	73	68	--	73	--
URUGUAY	252	80	71	--	1.2	--

Todo parece indicar de acuerdo a resultados en Uruguay (Mederos, 2001, inédito) que en la actualidad los niveles de resistencia antihelmíntica serían superiores a los descritos anteriormente (Fiel, Saumell y Steffan, en La Cría Ovina en la Patagonia, G.M.Bulman & J.C.Lamberti, 2003).

Los conceptos anteriores en ovinos son válidos también en bovinos.

### ❖ **Fasciola hepatica**

La fasciolosis es una enfermedad parasitaria que afecta a gran cantidad de animales herbívoros y omnívoros, siendo una grave zoonosis al afectar al hombre. Es causada por el trematodo *Fasciola hepatica* conocida en Argentina y Uruguay por el vocablo

guaraní *Saguaype*, que describe a un gusano chato o plano.

Para completar su ciclo biológico, precisa de dos huéspedes, uno intermediario (en la Argentina y Uruguay, el pequeño caracol *Lymnaea viatrix*) y un mamífero. En Uruguay se ha demostrado la presencia de *Fasciola hepatica* en un roedor semi-acuático invasor sudamericano, *Myocastor coypus*.

En la actualidad la fasciolosis se considera una zoonosis re-emergente, por su mayor distribución (áreas geográficas con temperaturas mayores a 10°C), y la creciente resistencia del parásito frente al tratamiento específico con triclabendazol.

Existe una resistencia de algunos huéspedes, conforme al siguiente cuadro:

**Tabla 6.** Resistencia de algunos huéspedes a *Fasciola hepática*(según Boray et al, Nansen et al)

Resistencia	ALTA	MODERADA	BAJA
Huésped	equino porcino	bovino hombre conejo liebre ciervo	ovino caprino laucha rata hamster

Las lesiones hepáticas son más graves en el ovino, especialmente los jóvenes, y repetible año tras año. En las infestaciones masivas, coexisten manifestaciones clínicas, muertes, anemia, debilidad y emaciación. En cambio en bovinos tiende a transformarse en una enfermedad crónica, con lesiones de fibrosis que en buena medida son hallazgos en la faena.

Las pérdidas son productivas, expresándose especialmente en los ovinos en las fases agudas o crónicas de la enfermedad, en

especial en animales hasta los 2 años de edad. Se registran pérdidas por mortandades, reducción en cantidad y calidad de lana, menores porcentajes de parición, menor desarrollo de los cordeiros y mayores costos por el necesario uso de antiparasitarios. Datos de menor ganancia de peso en ovinos alcanzan entre el 10 y 25%. El decomiso de hígados es muy alto. En áreas endémicas de Neuquén ha obligado a cambiar la cría ovina por la bovina.

El hombre se infecta con el trematodo alimentándose con verduras con riego natural, como fueron los brotes en El Bolsón en las comunidades hippies, hace aproximadamente 30 años cuando estaba en su auge esta manera de aislarse de un sector de la juventud adolescente, quienes cultivaban berro para alimentarse en tierra anegada y contaminada con metacercarias.

La dispersión de la enfermedad depende del hábitat del huésped intermediario, el caracol, que prefiere áreas húmedas con corriente de agua lenta y no profunda. Los valles y laderas con humedad permanente son especiales. Es más abundante en Neuquén, Corrientes (Goya, Esquina, Santa Lucía), Entre Ríos, y algunas zonas de la provincia de Buenos Aires, como Sierra de la Ventana, Tornquist, Saavedra, Azul y Olavarria.

La dispersión en el mundo es alta. En una encuesta en 126 hígados bovinos examinados entre agosto y diciembre 2010 en Gran Bretaña (MacGillivray et al, WAAVP 2011), 99% de los hígados de ganado proveniente de Irlanda (48), Gales (37) y NE de Inglaterra (23) contenían adultos y lesiones diversas de distomatosis. Hace muchos años, esta información estaba disponible en Argentina, proveniente de los frigoríficos y mataderos, pero datos recopilados de la última década no pudieron ordenarse, y en varios informes mezclaban los causales del decomiso del órgano.

En el mundo, FAO (1994) estimó las pérdidas por menor producción en u\$s 30.000 M / año. El número de casos en humanos (G.Mulcahy, Universidad de Dublín, WAAVP 2011) es de 2.4 M / año, con 17 M en riesgo, fijando un incremento de la prevalencia en Europa con un costo / año en el 2011 de u\$s 42.000 M.

### ❖ **Falsa garrapata del ovino (Melófago)**

*Melophagus ovinus* es un díptero permanente y obligado de los ovinos, por atrofia de las alas, limitado principalmente a las áreas de la Argentina con clima más frío, con especial difusión y altas cargas en las majadas de la Patagonia, tanto en la costa atlántica, la meseta y los valles andinos. Se ha descrito solamente un caso, con seguimiento durante dos años, en el sudeste de la Provincia de Buenos Aires (Ambrústolo, Fiel y Bulman, 1987, Therios, 9, 41:42-44). Se encuentra además en los pequeñas hatos tanto de ovinos, caprinos como camélidos sudamericanos, a los largo de toda la precordillera.

Fue descrito hace más de 60 años, pero recién en los últimos 5 años el melófago ha generado una campaña de control oficial e incluido en los programas sanitarios de los establecimientos, posiblemente porque las lesiones causadas y los daños económicos fueron subestimados. Además, por el control logrado sobre la sarna, pasó a un primer plano. Recién en el 2001, Bulman y Lambertti publicaron en una extensa monografía el primer Manual Técnico sobre *Melophagus ovinus* (AAPAVET, 2001, 90 pp y 45 fotos color, con el auspicio de Biogénesis SA, Intervet Argentina SA y la Asociación Argentina Criadores de Merino).

Parasita en primer lugar al ovino y en menor cuantía al caprino

y a los camélidos sudamericanos. Se desarrolla sobre la piel y en el vellón de sus hospedadores, donde se completa íntegramente su ciclo, que comprende los estadios de huevo, larva, pupa, ninfa y adulto.

El impacto económico en ovinos parasitados se hace notar en los siguientes aspectos:

- ✓ 8-12% del peso del vellón, por hebras frágiles causadas por el mordisqueo y el desarreglo del vellón por patadas.
- ✓ Hasta 8% menor largo del vellón, por disminución de la alimentación.
- ✓ En lana lavada, comparativamente hasta el 20% en el peso del vellón y lana lavada.
- ✓ Menor cotización de los vellones, por el castigo impuesto ante el manchado de las deyecciones del díptero, con descuentos que alcanzan el 10%.
- ✓ Entre el 10 y 25% en la producción de carne, en especial medido en calidad al considerar la res limpia.
- ✓ Hasta 10% de reducción en el precio de venta del cordero faenado, por la mala presentación de la res limpia.
- ✓ Hasta 10% en el menor desarrollo del animal joven.
- ✓ Hasta 15 y 20% en el valor de los cueros, adquiridos en estancia.
- ✓ Entre el 8 y 47% del valor de los cueros industrializados, por *arrugas* ("cockle" en inglés) y falta de elasticidad, según el estudio y grado de parasitación, en especial en los cueros curtidos para la elaboración de prendas de gamuza o cuero fino. [en Argentina en el 2000, se industrializaron o exportaron 1.5 M cueros].

- ✓ Muertes de animales pesados caídos en la época invernal. Al patearse y morderse, caen y quedan con su vellón congelado contra el suelo y el animal imposibilitado de levantarse.
- ✓ El valor económico de los tratamientos, tanto con el costo de los productos, como del personal extra contratado para la recolección y encierre.

Los items detallados anteriormente, extraídos del Manual Técnico citado (2001), y valorando los parámetros más importantes, como ser el atraso en el crecimiento, rinde de carne, calidad y peso del vellón (incluye la tinción de las hebras) y la lesión en piel traducida en la calidad de los cueros destinados a la industrialización, llevaron a estimar la pérdida anual en la existencia total de 8,5 millones de cabezas en la Patagonia, en u\$s 8.000.000. En la actualidad (2011), con diferencias en el valor de la lana, se estima que la pérdida anual supera los u\$s 14.500.000.

#### ❖ **Mosca de los cuernos (*Haematobia irritans*)**

El díptero *Haematobia irritans*, mal denominado Mosca de los Cuernos por la traducción del término Horn Fly empleado en los EE.UU., ingresó a la Argentina por la Provincia de Misiones a fines de 1991 desde Brasil y Paraguay, y rápidamente se dispersó a las principales zonas ganaderas del país. (Mancebo, Monzón y Bulman, 2000: *Haematobia irritans*: una actualización a diez años de su introducción en Argentina. Mención Especial, Monografía, Premio Anual AAPAVET 2000).

El díptero ectoparásito hematófago de los vacunos y en menor escala de otros rumiantes y de los equinos, es el más pequeño de

los mscidos picadores del bovino. Originario de Europa Central y luego descrita en el sur de Francia en 1830, ingresó al Estado de Nueva Jersey en los EE.UU., en 1889, en un cargamento de bovinos proveniente de Francia. De allí se dispersó en una migración implacable hacia Canadá, el resto de los EE.UU., Méjico y atraves América Central para llegar, luego de saltar el Canal de Panamá a Venezuela y en forma pausada extendiéndose hacia Brasil, con el desplazamiento de vacunos a pie. Al llegar al sur de Brasil la migración fue más rápida con el transporte automotor, siendo su paso a Argentina solo cuestión de tiempo. En este país su área de dispersión llega al norte y centro patagónico (Esquel, San Carlos de Bariloche y Perito Moreno), alcanzando la meseta central de las provincias del Chubut y Santa Cruz, donde pasó a ser parte de la fauna parasitaria bovina, pero con un ciclo comparativamente corto y una larga diapausa invernal.

Las pérdidas económicas causadas por la Mosca de los Cuernos dependen en gran parte del grado de infestación. La extracción de sangre en la alimentación produce una ligera anemia compensada fisiológicamente, siendo de escasa importancia. En cambio la irritación es la acción patogénica principal. En todo rodeo hay un 20% de animales atrayentes para el díptero. Cuando el nivel de infestación en éstos sobrepasa el denominado límite de tolerancia, calculada en un promedio de 200-300 moscas / animal, los vacunos pierden gran cantidad de tiempo espantando las moscas, gastando energía por los intensos movimientos y no se alimentan correctamente, padeciendo irritación, manifiesta intranquilidad y diversos estados de estrés.

Drummond et al. (1981) en los EE.UU. cuantificó las pérdidas globales en las diferentes categorías en u\$s 730 M / año, cifra

quizás magnificada para justificar ante la USDA la realización de campañas oficiales. Haufe en Canadá (1986) publicó los resultados compilados de 12 años de estudio del efecto de la M. de los Cuernos sobre novillitos de engorde no tratados frente a controles tratados. Evidenció así que con cargas ínfimas (hasta 10) las pérdidas alcanzaban hasta el 12%, simplemente por la irritación. Con cargas entre 11 y 230 moscas se incrementaba tan solo al 20%. Entre 230 y 1000 moscas, las pérdidas de ganancia de peso se incrementaba proporcionalmente, y después de las 1000 moscas, el animal perdía peso.

Existe una relación lineal entre infestación y productividad, pero recién después de sobrepasar el nivel citado de 200-300 moscas, el animal comienza a dejar de ganar peso. Bulman, Lamberti *et al*: *Haematobia irritans irritans* y su control en Argentina: pasado, presente y futuro. *Therios*, 28 (149):190-198,1999, expresaron este concepto como el *nivel de infestación compatible con la productividad*, grado por debajo del cual debía mantenerse la parasitación para lograr una ganancia aceptable de peso o de producción de leche. Preconizaron este concepto en la búsqueda de disminuir el riesgo de la resistencia, evitando el tratamiento indiscriminado de todo el rodeo y buscando retrasar la creación de cepas resistentes y su hegemonía sobre aquellas susceptibles a los antiparasitarios.

En la categoría de terneros destetados de vacas con control de la Mosca, Campbell (2000) señaló una diferencia de 10-15 libras de ganancia frente a controles. Steelman *et al* (1991), estimaron que el peso de los terneros al destete disminuía un 8% por cada 100 moscas promedio año presentes en las vacas madres, y que esta menor ganancia se debía a la menor producción

de leche, mientras Guimaraes en Brasil, en la misma época, comunicó que la menor producción lechera en tambos alcanzaba entre el 30 y 40%. Guglielmone *et al* del INTA, Rafaela (2000) en cambio, en vacas lecheras de alta producción en la cuenca lechera de Santa Fe / Córdoba, determinaron hasta 12% menor producción sólo en el ordeño de la tarde, debido a la irritación sufrida por la carga de moscas durante toda la mañana. Se deduce también por el trabajo que el díptero se alimenta únicamente de día, no influyendo así en el ordeño matutino.

En Formosa, Mancebo, Monzón y Bulman (1997), en el CEDI-VEF (Formosa), con tres bovinos alojados en boxes individuales cerrados con tela mosquitera, e infectados con 300 moscas cada 96 horas durante 34 días, un animal tratado al inicio del ensayo con ivermectina no modificó su peso, otro aumentó 12 kg mientras que el control sin tratar sufrió una pérdida de 36 kg.

Lamberti (1999, inédito) describió en Formosa la disminución de la libido y eficiencia reproductiva en toros con alta carga de *H. irritans*. Guglielmone lo ratificó en estudios en Santa Fe (Jornadas Regionales de Actualización Parasitaria, AAPAVET / UNRC, Río IV, Córdoba, octubre 2000).

Todo lo anterior recomienda la concentración de los tratamientos en las categorías más expuestas a la parasitación, y así en los rodeos seleccionar y tratar solamente el 20% con cargas altas, los toros en servicio y los novillos en los últimos dos a tres meses del engorde. En terneros las pérdidas son rápidamente recuperables y el tratamiento innecesario. Esto es de particular importancia para evitar el exceso de tratamientos y la creación de mayor resistencia a las drogas antiparasitarias. No obstante, a partir del 2000 y en forma creciente, la eficacia de los piretroides aplicados en formu-

laciones pour-on se había tornado prácticamente nula. En 1991, cuando ingresó al país la M. de los Cuernos y se dispersó prácticamente por todo el país en aproximadamente 10 años, el control original logrado con una aplicación durante 35 a 42 días, se había reducido a menos de una semana. (Bulman, Lamberti *et al.*, Therios 28, 149, 1999).

Los daños en los cueros provocados por la alimentación de *Haematobia irritans* tienen un fuerte impacto en el proceso industrial de curtido y terminación, alcanzando en Uruguay en 1997, u\$s 3.5 M cada millón de cueros industrializados (Vanzini *et al.*, Therios, 26 (134), 1997). Esta misma evaluación se repitió en un estudio del INTA de Rafaela, informándose de un 39% menor valor de venta por desflecamiento, cicatrices y pérdida de elasticidad, producto de las lesiones causadas por el agresiva aparato bucal del díptero.

A estos perjuicios económicos directos, debe agregarse los indirectos por costos de tratamiento, movimientos y personal.

#### ❖ **URA (*Dermatobia hominis*)**

La mosca *Dermatobia hominis*, productora de la myiasis forunculosa o *dermatobiasis*, es de carácter regional en la Argentina y se la encuentra principalmente en las provincias del noreste con clima tropical y subtropical, especialmente en las provincias de Misiones y en los establecimientos lindantes a los ríos Alto Paraná, Paraguay y Uruguay, en las provincias de Formosa, Chaco, Corrientes y en algunos años algunas áreas siguiendo los grandes ríos en Santa Fe y Entre Ríos. Las extensas forestaciones han favorecido su migración, al otorgar a la mosca nuevos hábitat favorable. El área potencialmente endémica está situada al norte

del paralelo 33 y al este del meridiano 60 y cubre 60.000 km<sup>2</sup> donde aproximadamente 1.5 M de vacunos están expuestos.

Para el productor del norte mesopotámico argentino son conocidos los daños en su ganado vacuno ocasionados por las larvas de la *ura*. Muertes de terneros por abscesos o por dejar de mamar, myiasis secundarias, atraso y menor precio del ternero al destete, serios atrasos en el engorde, menor producción de leche y elevada desvalorización de los cueros en la industria. Es también causante de un problema socio-económico por imposibilidad de colocar el yugo a los bueyes con alta infestación en las pequeñas miniexplotaciones de Misiones, por las características de arar el colono su parcela con los dos únicos bueyes de su propiedad.

Desde el aspecto parasitológico la *ura* constituye un caso único en veterinaria de forensis, descrita como la especial situación cuando un parásito externo utiliza a otro - el forético - como transportador involuntario de sus huevos sin que esto implica un peligro para su vida o cumplir con sus funciones esenciales. La hembra adulta de *Dermatobia hominis*, que precisa para sobrevivir la alta humedad propia del monte, es una mosca grande, pesada y torpe para el vuelo. Carece de piezas bucales y no se alimenta, teniendo como única meta en su corta vida de 1-4 días capturar un forético, otro díptero o un mosquito, en general cuando éstos descansan. Se han descrito algo más de 50 foréticos potenciales, lista que no incluye a *Haematobia irritans*, salvo un único caso en el Chaco (Luciani *et al*, Vet. Arg. XVI, 160, 1999). (*Haematobia irritans*: evaluación de su potencial como vector forético para *Dermatobia hominis* en la Argentina. Mancebo, Bulman, Quiroz *et al*, Vet. Argentina, XVIII, 177, setiembre 2001). En este segundo trabajo, fueron capturados y revisados 7.396 ejem-

plares de *H. irritans* en 5 establecimientos en Formosa, Misiones y norte de Corrientes, con 20 y 30% de vacunos afectados, todos con resultado negativo.

Sosteniendo al forético con sus miembros, la hembra *D. hominis* deposita en su abdomen debajo de sus alas entre 10 y 75 huevos, número que guarda relación con el tamaño del forético, para que su nuevo peso total no le impida volar. En la Argentina, los foréticos capturados transportaban menos de 20 huevos. El caso sería distinto en los valles de Colombia y algunas áreas geográficas de Brasil, donde cada forético llevamayores cargas. Liberado el forético zoófilo, siempre una hembra por sus hábitos alimenticios, buscará alimentarse en un animal doméstico o el hombre (leñadores, agricultores, turistas), muchas veces en otro hábitat alejado del monte.

Las larvas eclosionan de su huevo estando el forético sobre el hospedador, emergiendo una larva 1 que rápidamente penetra en la piel. En este tejido y en la subdermis se forma el nódulo forunculoso, un tejido de reacción huésped / parásito, con un orificio al exterior por donde respira. Los tres estadios de larva (I, II y III) se alimentan y terminan su ciclo en 39 a 50 días, cuando emergen y caen al suelo, donde empupan. La nueva mosca emerge al cabo de 45 días. Todo el ciclo se cumple en 79-115 días, siendo algo más corto en la primavera y el otoño (Lombardero *et al*, 1980), estaciones cuando la mosca es más abundante. En gran parte de Brasil, Paraguay y Colombia, en cambio, *D. hominis* se encuentra activa todo el año.

En Argentina en 1997 el total de pérdidas directas se estimó entre u\$s 0.8 – 1.2 M. Una actualización por cambio de valores del ganado en 2010, llevaría éstas a superar u\$s 2.5 M / año.

## ❖ **Pediculosis o Phthyrasis en bovinos y ovinos (Piojos)**

La infestación en bovinos y ovinos se debe a diversas especies de piojos mordedores (orden Mallophaga) en mamíferos y aves, y de piojos chupadores (orden Anoplura), que se sepa sólo existentes en mamíferos. Los piojos son más abundantes durante la época invernal.

- *Vacunos*

Los vacunos están infestados con máxima frecuencia por el piojo mordedor o piojo cabezón *Bovicola (Damalinia) bovis*, ya que las 3 especies de Anoplura o chupadores, el *Haematopinus eurysternus* o piojo de trompa corta, *Linognathus vituli*, o piojo bovino de trompa larga y el pequeño piojo bovino azul *Solenopotes capillatus*, desde la incorporación de las lactonas macrocíclicas, hace más de dos décadas que son de menor frecuencia. Este grupo antiparasitario tiene solamente una acción parcial frente al piojo mordedor, eliminando sí a los chupadores, permitiendo una exacerbación de la infestación de *Bovicola bovis*.

- *Ovinos*

Los ovinos se encuentran mayormente infestados por una sola especie de Mallophaga, el piojo mordedor *Bovicola ovis*. En Argentina suele hallarse parasitación con 3 especies de Anoplura, el piojo de las patas *Linognathus pedalis*, el del cuerpo *Linognathus ovillus* y el piojo denominado de la cabra *L. stenopsis*.

Los piojos son fundamentalmente parásitos del otoño e invierno, pero en ovinos en la Patagonia, se extiende el período de infestación hasta fines de la primavera.

Las pérdidas en los bovinos se deben a la intensa irritación, el continuo lamido y el consecuente menor tiempo de alimentación. En los ovinos, en la calidad del vellón - los peores ataques suceden con vellón entero antes de la esquila en primavera / verano - por mordeduras y patadas.

En el 2000, la pediculosis en bovinos y ovinos producía una pérdida total directa de u\$s 30 M. No existen estimaciones más recientes.

### ❖ **Sarna psoróptica de ovinos y bovinos**

En Argentina la sarna en la especie ovina y bovina es producida por *Psoroptes ovis* y *Psoroptes bovis*, respectivamente.

Se percibe una franca tendencia a que ambas enfermedades desaparezcan. En efecto, la sarna ovina en las majadas patagónicas ha sido controlada mediante campañas y el uso de las lactonas macrocíclicas en una única dosis, que permitió superar el tratamiento incompleto de los baños de inmersión por el grave problema del encierre para el segundo baño, que generalmente no se realizaba, factor que prolongaba la existencia de focos a fines del siglo XX.

La sarna ovina fue tradicionalmente endémica a lo largo de los valles precordilleranos andinos con focos puntuales en la meseta y establecimientos de la costa atlántica. Al controlarse en las décadas de los 70 y 80 el desconocimiento de la presentación clínica de la enfermedad por traslado de lanares enfermos desde otras zonas, las nuevas generaciones de productores de ovinos se transformaron en general en un enorme riesgo sanitario, pudiendo adquirir cualquier pequeño rebrote características alarmantes y de difusión explosiva. Faltó educación sanitaria por par-

te de organismos sanitarios oficiales, y se produjo lo esperado. A mediados de los años 80, apareció un foco de sarna ovina en la costa atlántica de la provincia de Santa Cruz, aproximadamente a 100 km al norte del Río Gallegos, que se extendió como una reguera de pólvora abarcando 5 establecimientos grandes con un total de 21.057 ovinos, hasta que se armasen las barreras de contención, tratamiento y erradicación.

El foco citado merece algunas reflexiones agravantes, sumadas al diagnóstico tardío y reacción oficial. La explotación ovina pasaba por una grave crisis de precio internacional de la lana, retirándose compradores tradicionales que sustituyeron la lana en la confección de prendas por otros tejidos, la zafra de corderos y borregos había caído y junto a factores climáticos y de oferta forrajera, muchos productores cerraron sus tranqueras, dejando las majadas sin atención. En su búsqueda de alimentación, éstas entraron a caminar, aparecieron los primeros sarnosos y la difusión fue la consecuencia de la suma y secuencia de estos hechos.

En Tierra del Fuego, geográficamente una isla compartida por Argentina y Chile, el último foco se habría registrado en 1932. A fines de 1997, la reinfestación se detectó en la XIIª Región de Chile, atribuida al traslado marítimo en febrero 1997 (Informe SAG, Chile, enero 1998) desde la VIª Región de 190 reproductores de raza Suffolk con sarna latente. Ante ello SENASA mediante la Resolución nº 50 (Noticias) declaró el estado de Alerta Sanitario en Tierra del Fuego y Santa Cruz. Las condiciones climáticas favorables junto al riesgo sanitario descrito anteriormente, contribuyeron a la difusión de la enfermedad, ingresando a la Argentina por la frontera seca con Chile a principios de 1998. En febrero / marzo se había detectado 1010 enfermos en 3 establecimientos

rurales con una población de 115.800 ovinos, sobre un total de 404.751 examinados en 22 establecimientos. Con una única dosis parenteral de ivermectina 1% p/v 300 mcg/kg con aplicación supervisada por el Dr. Otto M. Hinsch en 130.861 cabezas en 4 establecimientos linderos, el territorio argentino de la isla fue declarado nuevamente libre de sarna ovina en agosto. En cambio en Chile, por el minifundio e infraestructura, la sarna tardó mucho en ser controlada. (L.C.Elordi, G.M.Bulman y J.C.Lamberti, Sarna Ovina en Tierra del Fuego (Argentina), Veterinaria Argentina, XV, 150, diciembre 1998)

En bovinos, la sarna ha sido en gran parte controlado a tal punto que únicamente en ganado con pésimo manejo y falta de atención sanitaria en la Pampa Húmeda pueden todavía detectarse algunos pocos focos en franca desaparición. Su presencia es considerada un signo de desidia y es repudiada por productores vecinos. Un factor de peso en el control ha sido el tratamiento de la Mosca de los Cuernos y de piojos. En el 2007 ya hubo una seria dificultad en obtener animales con alta infestación activa y no crónica para ensayos oficiales de aprobación de productos por parte del SENASA, recurriéndose a bovinos con infestación inducida, en establecimientos en la zona de Indio Rico (Bs. Aires), en los que la manutención de este status se transformó en un floreciente negocio. De diversos sectores se ha recomendado a las autoridades sanitarias nacionales a seriamente rever la reglamentación vigente e incorporar la infestación inducida pero en un número reducido de vacunos jóvenes a corral.

Las pérdidas económicas directas en ambas especies se estimaban en 1984, en u\$s 32 M. En 2010, este monto permanecería en un nivel similar o un 35% inferior (aproximadamente u\$s 20

M), dada la situación epidemiológica actual por el número reducido de establecimientos afectados, pero en general hubo un incremento en el valor de los gastos directos en medicamentos y los indirectos en el movimiento de ganado y personal para conservar los rodeos libres.

En sarna bovina en ensayos comparativos, entre lotes sanos y enfermos sobre pastura natural degradada, en 14 semanas hubo un promedio de incremento de 14.6 kg en bovinos sanos, solamente 1.1 kg en enfermos no-tratados, mientras en 7 semanas un tercer lote de enfermos tratados, recuperó 6.7 kg. El tratamiento *casero* con aceites usados y mezclas de productos agrícolas en ganado de pequeños propietarios produce asimismo serias lesiones de piel.

En ovinos, conforme al grado de lesiones, las pérdidas varían entre 20 y 50% del valor total del vellón. Epidemiológicamente la sarna ovina no se circunscribe a ovinos de la fría zona patagónica y el sudeste de la provincia de Buenos aires, sino que en las extensas majadas de antaño en Corrientes, en plena zona subtropical, la sarna constituía un problema sanitario latente pero siempre importante y su presencia motivo de sanciones. En cambio la sarna bovina siempre fue un problema sanitario de ganado de la Pampa Húmeda.

### ❖ **Mosca brava y Tabánidos**

Entre las moscas picadoras hematófagos no pueden desestimarse las pérdidas causadas por *Stomoxys calcitrans*, comúnmente conocida como Mosca Brava, o Mosca de los Establos. Las formas inmaduras desarrollan en materia orgánica en descomposición, y con condiciones climáticas favorables, llegan a constituir

una seria molestia al ganado vacuno (y equino) especialmente en los establecimientos lecheros y corrales de engorde, aún cuando los adultos se alimentan solamente dos veces por día. Curiosamente estas condiciones se dan también en las playas y piscinas de los country, donde hallan abundante materia en descomposición, como la acumulación de la poda de pasto y ramas, siendo frecuentes y dolorosos los ataques a los bañistas desprevenidos.

En los EE.UU., en 1986, se estimaba la pérdida anual especialmente en los feed-lot de u\$s 400 M, pero es muy posible que esta cifra constituya una manifiesta exageración para justificar gastos de una campaña sanitaria. Campbell en EE.UU (1993) define que los problemas con Mosca Brava tienen un costo anual de u\$s 100 millones / año. En el mismo país Bruce y Decker (1958) estudiaron la relación entre la cantidad de moscas y la reducción en la producción láctea, verificando que cada mosca ocasiona una pérdida media mensual de 0.65-0.70% en la producción de leche por vaca, en los meses de verano. En Brasil, Guimaraes (1984) citó que en áreas con elevada incidencia de mosca brava, puede alcanzar el descenso de producción láctea de entre el 20 y 60%, mientras Campbell (EE.UU., 1993) observó que con 35 moscas promedio por pierna del bovino, ocurría una reducción de 20% en ganancia de peso y otro 10% en conversión alimenticia. Sin embargo los datos económicos sobre este aspecto son inconsistentes y en particular, en Argentina, no hay precisión sobre estos valores.

En Argentina, la creciente terminación de ganado en corrales de engorde, con la abundancia de materia en descomposición (materia fecal, orina, restos de alimento) que suministra el necesario medio para el desarrollo de las larvas, durante los meses más cálidos, las pérdidas directas por irritación, dolor y menor

alimentación producirían una disminución de la ganancia de peso de aproximadamente 3 a 5 kg / mes, equivalente a 20 kg promedio en 4 meses del proceso de engorde, convirtiéndose en la necesidad de mayor consumo total por extensión del tiempo necesario para alcanzar el peso de venta.

Entre los Tabánidos, el *Tabanus spp*, Mosca de los equinos (*horse-fly* en los EE.UU.) más conocido como *tábano* es un significativo integrante de la flora díptera parasitaria, especialmente en áreas húmedas y cálidas de la Argentina. Sin alcanzar la importancia de la Mosca brava, constituye no obstante un ectoparásito de cierta importancia por el dolor e irritación que causa su picadura al alimentarse de animales domésticos (y del hombre).

No existen en Argentina cifras globales provenientes de estudios específicos, pero las pérdidas por intranquilidad animal y lesiones en los cueros estarían en las zonas más afectadas, de aproximadamente u\$s 7.- / animal, cifra nada despreciable, que alcanzaría en años de muchos tábanos y moscas bravas en los aproximadamente 15 M de cabezas más expuestas, a u\$s 105 M / año. Combatir con éxito a estos dípteros es difícil, ya que su tiempo de permanencia sobre el animal es corta. Ambos son transmisores de una variedad de enfermedades.

En el INTA (Castelar) se está trabajando en el Laboratorio de Hongos Entomopatógenos en el estudio de hongos que afectan a los dípteros (Proyecto MIP, Manejo Integrado de Plagas) que colocan sus huevos y pululan en el estiércol y material en descomposición. En el mundo ya hay productos comerciales con hongos entomopatógenos, con resultados interesantes pero todavía preliminares, supeditados a condiciones atmosféricas y cantidad de unidades infectivas (conidios). Más adelantada pero dirigido al

control de la M. de los Cuernos, es la producción masiva desde hace 15 años de dos especies parasitoides *Muscidifurax raptor* y *Spalangia endius*, pero cuyo uso también precisa de definiciones en bioensayos a campo a gran escala.

#### ❖ **Myiasis cutánea o ulcerosa (*Bichera*)**

La tan conocida *bichera* es causada por las larvas de la mosca *Cochliomyia hominivorax*, un díptero exclusivo del continente americano, aunque a fines del Siglo XX fueron descritos brotes aislados en camellos, en el norte de Africa. La hembra del díptero es atraída por las heridas frescas y el olor a sangre, posándose en el borde de las lesiones donde realiza la oviposición en tandas de 200 / 400 huevos, hasta un total en 24 / 48 hs de 3.000 huevos, formación bien estructurada que en el medio rural argentino tiene el nombre de *queresa*. En 12 / 21 hs nace la larva 1, que reptará hasta penetrar en la herida donde completa su ciclo en 5 a 7 días. Las larvas se alimentan de tejido vivo y agrandan el tamaño de la herida original, que supura un líquido de desecho marrón de fuerte olor fétido. Completado su estadio larval, salen y caen al suelo donde empupan y completan su ciclo en un período variable entre 7 días y 2 meses, dependiendo de la temperatura. En épocas estivales el ciclo se completa en 21 días.

El tratamiento tradicional con drogas en polvos y pomadas ha evolucionado hasta alcanzar el empleo de las lactonas macrocíclicas por vía parenteral, que limpian las heridas de larvas en 3 días y las mantienen libres de reinfestaciones por un período de aproximadamente 2 semanas.

Las pérdidas económicas en vacunos y ovinos son mayores en

las zonas tropicales y subtropicales del país, pero en años de *mucha mosca* se diagnostican casos en la Provincia de Buenos Aires.

En Formosa, Corrientes, Chaco, Salta, norte de Santiago del Estero, Santa Fe y Entre Ríos, la myiasis o *bichera* en bovinos dicta la época de servicio y parición para disminuir la incidencia de la infestación umbilical en los terneros recién nacidos, en los cuales la carencia de un tratamiento preventivo alcanza hasta el 60%. Sin tratamiento, las muertes son elevadas. Operaciones como la castración y el descorne están supeditadas a los mismos parámetros. En ovinos, la infestación por la mosca en las heridas de tijera durante la esquila en primavera / comienzos de verano en la Mesopotamia, era sumamente seria, requería constantes encierres y recorridas y las pérdidas eran considerables.

Anteriormente a la introducción en el mercado de las lactonas macrocíclicas, las pérdidas directas e indirectas superarían los u\$s 10 M / año, monto que en la actualidad se ha reducido a aproximadamente u\$s 2,5 M / año, cifra variable según el año, principalmente por factores climáticos y la reducción de las majadas ovinas en la Mesopotamia. Es válido el axioma que en veranos de mayor humedad y calor, mayor abundancia del díptero.

### ❖ **Cyathostomiasis de los equinos**

Los pequeños estróngilos o cyathostomas de los equinos merecen un capítulo separado. En efecto, habiéndose controlado y superado los imponentes cuadros de antaño de los denominados grandes estróngilos con prevalencia de *Strongylus vulgaris* en 80% de los casos, con sus lesiones de trombo-arteritis, o aneurisma verminosa en la aorta mesentérica, consecuencia de los avances en far-

macología y epidemiología a partir de los años 70, quedaron como los más abundantes (95%) los pequeños estróngilos. En ambos grandes grupos, las larvas de las especies son las más patógenas.

En Argentina, aunque presentes en equinos en todo el país, los pequeños estróngilos causan en la Patagonia una enfermedad de potros de dos a tres años de edad, en especial cuando entran en la etapa de doma, o cuando retoman el trabajo después de un período de descanso, que se conoce como Mal Seco de los equinos. Descrito por veterinarios incorporados al ejército y gendarmería asignados a los destacamentos militares ubicados a lo largo de la Cordillera hace muchos años, para atender las tropillas de caballos y mulas de silla y carga, se atribuyó como causa el menor aporte de minerales, mala alimentación y efectos negativos de la doma. Investigadores del INTA describieron una enfermedad denominada Grass Sickness, con similitudes a una noxa de equinos en las campiñas de Escocia. Recién en 1986, Bulman et al (Therios 7 (31)), después de más de dos años de estudio en la E<sup>a</sup> Moy Aike Grande en Río Gallegos, en la época de mayor presentación del cuadro, con necropsias y evaluaciones clínicas, describieron la muy especial participación de los pequeños estróngilos o cyathostomas, cuyas larvas producen nódulos inflamatorios de escasos milímetros de diámetro en la pared intestinal, que pronto se caseifican. Las larvas emergen casi al unísono, obedeciendo a un cambio en la oferta forrajera, junto al stress de la doma y encierre, reactivando la inflamación local y provocando una pequeña úlcera. Cuando el número es elevado - registrándose cargas parasitarias de varios cientos de miles de larvas - causan una enteritis catarral o hemorrágica, seguido de cólicos repetidos, menor motilidad y finalmente parálisis intestinal. El animal

reduce su ingesta y el acumulo y eventual impactación de alimento en el intestino, forma una masa seca, dura e irrompible, provocando eventualmente la ruptura de la pared del colon por acumulación gaseosa y sobreviene la muerte.

El singular nombre vernáculo de Mal Seco proviene del hecho que no existe diarrea durante el proceso clínico, y en ambas presentaciones, aguda y crónica, el caballo disminuye el número de evacuaciones intestinales, llegando a la supresión total. En la forma aguda los síntomas son escasos, con predominancia de cólicos repetidos de poca a mediana intensidad. El cuadro incluye disminución del apetito y el consumo de agua. El afectado acusa dolor abdominal y hay una alteración de la motilidad intestinal que alcanza la atonía. En los casos muy recientes, el personal de campo señala una marcha vacilante y mirada alterada, de difícil detección, luego los enfermos tienden a permanecer apartados de la tropilla e indiferentes a su entorno, con gradual pérdida de estado. La temperatura rectal, pulso y movimientos respiratorios son normales o los que se puede esperar por nerviosismo de un animal redomón. Este cuadro agudo frecuentemente termina en un cólico de mayor intensidad, en elevado número con desenlace fatal, aun mediando tratamiento. En caso contrario, el cuadro se torna crónico, con falta de apetito y progresiva desnutrición, abdomen levantado, cabeza gacha, dorso encorvado y pelo hirsuto. Los cólicos repetidos y la eventual ruptura de la pared intestinal son las principales causas del desenlace final.

En establecimientos de la Patagonia donde el control de los pequeños estróngilos era deficiente o inexistente, las pérdidas por muerte fueron elevadas, hasta 1986 con índices de morbilidad según el establecimiento superior al 50%, con mortandades

del 30 hasta el 90 por ciento de éstos, pero a partir de esa fecha con el tratamiento recomendado se redujeron las pérdidas considerablemente (6-8%). El mecanismo patogénico de la infección por pequeños estróngilos ofrece cierta similitud al de la ostertagiasis de tipo II de los bovinos, cuando emergen las larvas de *Ostertagia ostertagi* después de un período de hipobiosis.

El tratamiento consiste en el tratamiento de los potros con una lactona macrocíclica (en general hay resistencia de los adultos a los bencimidazoles) al menos cada primavera, y repetir éste aproximadamente 20 días previos a la doma, por el desarrollo comienzan recién a los 3 años de edad), suplementándolos con heno y grano triturado para superar la crisis provocada por la subalimentación previa y el cambio de alimentación pastoril. Para reducir la carga parasitaria en los valles empastados y terrenos ondulados bajos donde habitualmente se alojan los potros durante el amanse y la doma, se dará también un tratamiento antihelmíntico bianual a las yeguas de cría y caballos de silla.

### ❖ **Gasterophilus spp de los equinos**

Conocidos comúnmente como *gusanos del cuajo*, o gusanos barrilito, las larvas de aproximadamente 2 cm de largo halladas en la mucosa estomacal de los equinos, constituyen la forma intermedia de las moscas. Existen tres especies principales de esta mosca dispersadas mundialmente, y Argentina no es una excepción.

El estadio adulto carece de aparato bucal y no puede alimentarse, su misión es aparearse y permitir que la hembra adhiera los huevos en los pelos. *Gasterophilus intestinalis*, la especie más común, las coloca en cualquier parte del cuerpo, pero principal-

mente en los hombros y miembros anteriores. Eclosionan las larvas en aproximadamente 2 a 7 días, precisando una estimulación externa, logrado generalmente por el hospedador con su lengua y labios y con éstas son transportadas mecánicamente a la boca. *Gasterophilus haemorrhoidalis*, la menos frecuente en Argentina, coloca sus huevos en los labios y alrededor de las fosas nasales, de donde en 2-3 días eclosionan sin estimulación y reptan a la boca. La tercera especie, *G. nasalis* preferentemente adhiere sus huevos en los largos pelos submandibulares, eclosionando en 6-8 días sin necesidad de ser estimulados, desprendiéndose al beber el equino y ser succionados junto al agua.

El segundo estadio de larva de las tres especies se introduce en la lengua o en la mucosa bucal donde permanecen un mes, siendo luego deglutidos para pasar al estómago, adhiriéndose profundamente mediante ganchos orales a la mucosa de las regiones pilórica y cardíaca (*G. haemorrhoidalis* y *G. intestinalis*), mientras *G. nasalis* hace lo propio en la última porción del estómago y primera parte del intestino. Permanecen en estos sitios durante 8 a 10 meses, para luego desprenderse y ser eliminados junto a las heces, empupando en el suelo durante 3 a 5 semanas para luego emerger la nueva generación de adultos. Ubicando el ciclo en las estaciones del año, los huevos se observan adheridos en los pelos a fines del verano y principios del otoño, mientras las larvas estomacales se encuentran desde fines de otoño hasta fines de la primavera y comienzos del verano. El clima puede influir en pequeñas variaciones del ciclo.

En equinos sin tratamiento, las lesiones estomacales son importantes, y el hospedador ve disminuido su capacidad digestiva, sufre de gastritis y carece de energía en el trabajo, mientras el pelo se muestra hirsuto y sin brillo. La molestia causada por las moscas

hembras adultas cuando colocan sus huevos es conocida y los equinos se muestran inquietos y nerviosos.

Las pérdidas medidas en capacidad de trabajo son considerables, aunque sin valorar. No obstante con la reducción del número de montados en las estancias, mantener a éstos en condiciones para el trabajo diario de campo es elemental. El tratamiento indicado es el empleo de una lactona macrocíclica, la primera dosis aproximadamente un mes después de observar los huevos en los pelos, la segunda 4 a 6 meses después para eliminar las larvas en su localización estomacal y reducir considerablemente el número de ejemplares en el siguiente ciclo. (G.M.Bulman. Principales parásitos de los equinos: recientes progresos en su investigación y control. Parte I y II, Veterinaria Argentina, XIV (134), mayo y junio 1997).

### ❖ **Oestrus ovis y Otobius megnini en los ovinos**

Ninguna recopilación de parásitos importantes de las especies domésticas en la Argentina estaría completa si faltase enumerar a estos dos parásitos propios de los ovinos.

*Oestrus ovis* es un díptero cosmopolita que en sus estadios larvales habita los pasajes respiratorios y senos nasales de ovinos y caprinos. La hembra adulta es ovovivípara, depositando en noviembre y hasta enero cada Larva 1 sin asentarse en las cercanías de las fosas nasales. Estas reptan para entrar en los pasajes nasales y senos frontales, fijándose a las mucosas, desarrollándose hasta Larva 3 en 8 a 10 meses, para ser expulsadas en la primavera mediante estornudos, empupando en el suelo durante 3 a 6 semanas. La eclosión de la mosca nueva comienza un nuevo ciclo.

Los signos clínicos son el exudado nasal variable pero normalmente abundante y espeso, los frecuentes estornudos y la pérdida de condición corporal al no alimentarse con normalidad. En la época de abundancia de moscas colocando sus larvas, los ovinos toman medidas en el intento de minimizar los ataques, agrupándose con las cabezas gachas.

La ivermectina 1%, 200 mcg/kg SCI es efectiva para combatir las larvas. Las pérdidas son difíciles de evaluar, pero en años de *mucha mosca* éstas se suman, entre las cuales sobresalen la condición corporal y el mal estado de los corderos por disminución del amantamiento.

*Otobius megnini*, la garrapata espinosa de la oreja, de la familia Argasidae o de garrapatas "blandas", afecta el canal auricular de los ovinos, caprinos, bovinos, y ocasionalmente a perros y el hombre. Es más abundante en las regiones semiáridas de La Pampa, Mendoza, San Luis y Chaco, entre otras. En bovinos ha sido descrita también en localizaciones atípicas, como los pliegues peri-anales y debajo de la cola (G.M.Bulman & J.B.Walker, 1979, 50 (2):107-109, Jnal. of the South African Veterinary Association), en observaciones en ganado lechero estabulado en el valle central de Cochabamba, Bolivia.

La hembra adulta no se alimenta, y puede permanecer en el suelo a la espera de un hospedador durante 2 años y más. Poseen alta oviposición, hasta 2000 huevos en períodos cortos de 1 a 3 semanas, en nichos de las paredes de los corrales de encierre y ordeño. Las larvas y dos estadios ninfales suben a su hospedador y permanecen ocultos profundamente en el meato auricular durante 2 a 4 meses, alimentándose continuamente. Las mayores infestaciones ocurren en el invierno y primavera. Las pérdidas

en estado corporal por la constante irritación suelen ser elevadas, pero no han sido evaluadas económicamente.

A pesar de su localización, la ivermectina 1%, 200 mcg/kg SC es efectiva para el control.

❖ ***Ornithodoros rostratus*, garrapata “blanda” de caprinos en Formosa, y *Psoroptes cuniculli*, o sarna del oído externo caprino**

Entre los parásitos menos conocidos y de importancia regional, el avance de la explotación caprina comercial al este y centro de Formosa y Chaco hace resurgir la importancia de *Ornithodoros rostratus*, una garrapata de la familia de los Argásidos, o garrapatas blandas. Originalmente descrito en 1974 en el oeste formoseño (O.A.Mancebo *et al*, 1974), en el 2001 fue nuevamente hallado en caprinos a 400 km al oeste de la ciudad de Formosa (O.A.Mancebo, G.M.Bulman *et al*, 2002, Veterinaria Argentina (Bs. Aires) XIX (188): 591-598, y XXI<sup>o</sup> World Buiatrics Congress, Hannover, Germany, 18-23 August, 2002). Cambios en la explotación tradicional y sumamente primitiva de los nómades del pueblo originario wichi, los caprinos han pasado a ganar importancia en condiciones organizadas y sobre pasturas mejoradas del centro y este de Formosa y Chaco y como tal este ectoparásito debe ser conocido. Los estadios adultos y larvarios pueden permanecer en los corrales apenas bajo una capa de tierra superficial, sin alimentarse por períodos muy extensos, que alcanzan varios años, a la espera de un nuevo hospedador. No son parásitos permanentes, se alimentan en numerosas comidas cortas sobre su hospedador circunstancial, para caer al suelo y tras un período de ayuno, en

otro hospedador. En la última caída, muda de estadio en el suelo. Todos los estadios móviles toleran el ayuno por largos meses, las hembras adultas hasta 2,5 años y más. Durante su vida, de 3 años o más, cada hembra coloca hasta 2000 huevos. El ciclo completo es prolongado, hay entre 3 y 7 estadios ninfales, extendiéndose durante más de un año y frecuentemente, según las oportunidades de alimentación, hasta dos. Atacan al hombre, causando picaduras sumamente pruriginosas y dolorosas.

El tratamiento es dificultoso, ya que a diferencia de *Rhipicephalus microplus* – la garrapata común del vacuno – no es un parásito permanente. La mejor forma de combatirla es construyendo nuevos corrales de encierro nocturno alejados de las anteriores con presencia de la garrapata, previa eliminación de las cargas animales mediante el uso de lactonas macrocíclicas. Los corrales infestados aún desocupados permanecen en esa categoría durante años, y no deben volver a ser usados.

*Psoroptes cuniculi*, el ácaro de la sarna de las orejas de los caprinos y ovinos, es frecuente en animales del nordeste argentino (Formosa, Chaco y este de Salta). En algunos casos de explotaciones primitivas, es posible hallar formaciones costrosas en forma de cono que sobresalen del meato. En general, la infestación se manifiesta por el sacudido de la cabeza, y es preciso hurgar en el meato profundo del pabellón auricular para hallar ejemplares del ácaro. Con el avance de la explotación ya comercial de caprinos hacia el este de Formosa y Chaco, su importancia ha adquirido mayor importancia.

Las pérdidas en condición corporal y producción de leche por irritación son considerables, aún en infestaciones mínimas. El tratamiento es simple y efectivo mediante el uso de las lactonas macrocíclicas 1%, 200 mcg/kg SC.

## ❖ **Onchocerca cervicalis de los equinos**

*Onchocerca cervicalis* es un filárido de localización en el ligamento nucal de equinos en todo el nordeste argentino y provincias mesopotámicas. Ha sido descrito en Formosa, Chaco, y también Santiago del Estero y norte de Santa Fe. Los adultos carecen de importancia clínica, pero las microfilarias se concentran en grandes cantidades en *bolsillos* de la piel y dermis especialmente de la línea ventral media, siendo causa de áreas localizadas de inflamación, despigmentación y formaciones costrosas.

Es transmitido por *Culicoides* spp, un pequeño díptero mordedor de la familia Ceratopogonidae, asociado a medios acuáticos y semiacuáticos.

Se le atribuye a las microfilarias la formación de despigmentaciones extendidas en las áreas donde la cincha del recado o montura, o de los arneses, ejercen cierta presión y roce. Al inflamarse suele asociarse a lesiones sangrantes de piel y dermatitis que impiden el uso del animal hasta su curación. Las pérdidas medidas en días sin trabajar son cuantiosas y de cierto valor en las explotaciones ganaderas extensas, donde el equino es de suma necesidad y de uso diario.

No existe tratamiento para los adultos. En cambio las microfilarias (MF) se eliminan sin dificultad con ivermectina 1%, 200 mcg/kg SC, pero algunos animales reaccionan con un edema extendido en la línea ventral durante 1 a 3 días, posiblemente de origen alérgico ante la presencia de las MF muertas, que se supera en pocos días sin tratamiento. (O.A.Mancebo et al, Veterinaria Argentina XVII (161): 12-19, 2000).

## PERDIDAS PARASITARIAS EN ANIMALES DE COMPAÑÍA

### ❖ Leishmaniasis

La Leishmaniasis Visceral Canina o LVC es considerada hoy en la Argentina, como una de las principales zoonosis sistémicas emergentes, motivo de seria preocupación entre las autoridades sanitarias, y un justificado temor entre los propietarios de perros domésticos, en gran parte por desconocimiento de los signos clínicos, manejo y tratamiento.

Es causada en los países del llamado Nuevo Mundo por un protozooario intracelular *Leishmania chagasi*, siendo en el medio urbano el perro, tanto domiciliario como callejero, el principal reservorio. El parásito transmisor es un pequeño jején hematófago de hábito nocturno, *Lutzomyia longipalpis*, conocido en el norte argentino limitando con Paraguay con el vocablo guaraní *caracha-í*. Este insecto vector se ha adaptado al medio peri-doméstico y se encuentra distribuido en toda América Latina y Central y algunas regiones endémicas dentro de los EE.UU., con clima tropical y subtropical.

En Europa, Africa, países del medio oriente y China, el agente causal es *Leishmania infantum*, y el agente transmisor otro jején hematófago común en el área, *Phlebotomus* spp. Otras variedades de Leishmaniosis pero no visceral, son propias de *L. braziliensis* en Brasil, que produce un cuadro mucocutáneo, y *L. mexicana*, asintomático en el canino, con un ligero cuadro cutáneo, aparentemente propia de las ratas.

Los cambios demográficos y ecológicos han sido fundamentales para esta enfermedad emergente, pero no es ajeno el accionar del hombre en la migración de la enfermedad mediante el

traslado irrestricto de sus caninos de compañía. El diagnóstico del primer caso autóctono de LVC se debe al veterinario Octavio Estévez, en Posadas (Misiones) en 2006. Promediando 2011, se ha transformado en endémico en gran parte de las provincias de Misiones y Corrientes, extendiéndose con casos puntuales a Formosa, Chaco y Entre Ríos. Hoy constituye una zoonosis grave e importante, y que puede llevar a la muerte del hombre afectado. En Corrientes, la estadística de casos de Leishmaniasis canina en febrero 2012, triplica la de febrero 2011.

Tratándose de una zoonosis, la LVC escapa a un análisis de pérdidas habituales de enfermedades parasitarias.

La eutanasia indiscriminada, si bien preconizada en ciertos círculos médicos, no ha demostrado gran valor. Es necesaria la participación del médico veterinario, la vigilancia mancomunada de propietario / profesional, conducente a la tenencia responsable de enfermos y su tratamiento. El Gobierno Nacional ha dictado la Ley de Tenencia Responsable y Sanidad de Perros y Gatos, Decreto 1088/11, BO 20/07/2011, pero existe aún dudas de su alcance y aplicación, esperándose un Decreto Reglamentario, que debería tener en su redacción participación del médico veterinario.

El uso habitual de insecticidas tópicos (pipetas) por parte del propietario y la inclusión de la vacuna LeishVet, aún no habilitada por las autoridades sanitarias; la multiplicación de centros de diagnóstico con el suministro rápido del resultado; la eliminación de perros callejeros, la castración dirigida y la adopción de medidas preventivas como la fumigación municipal o domiciliaria son todos pilares esenciales en esta lucha.

En el hombre algunos de los signos descritos son un cuadro

febril, hepatoesplenomegalia, adelgazamiento marcado y pancitopenia. El no-tratamiento de la LVC puede ser fatal.

### ❖ ***Dirofilaria immitis*, gusano del corazón de los caninos y felinos**

Conocido más por su nombre en inglés, *Heartworm*, el gusano del corazón *Dirofilaria immitis* es la principal filaria de los caninos y felinos. Es un nematode largo y delgado (el adulto llega a medir 15 a 30 cm de largo por 0,8 a 1,0 mm de grosor), que parece un fideo cabello de ángel pero enrollado. Vive principalmente en la arteria pulmonar, pero cuando el número excede alrededor de 25 en un perro de tamaño mediano, invade el ventrículo derecho del corazón. Con el aumento del número total (aproximadamente 50), algunos ejemplares se alojan en la aurícula derecha y en las venas cavas.

El mayor mecanismo patogénico de la *Dirofilaria immitis* son los cambios morfológicos y fisiológicos que produce en las arterias pulmonares. En la pared de éstas induce una proliferación vellosa de la íntima que puede aparecer a los 3 meses de la infección y agravarse en los próximos 2 meses. La pérdida de la lisura de la íntima promueve la formación de trombos que ocluyen el lumen del vaso. La lesión primaria incluye además una inflamación de la pared media que provoca una arteritis con fibrosis secundaria. Los trozos de parásitos muertos causan la formación de émbolos que obstruyen el vaso que generan reacciones granulomatosas de la pared de la arteria y del parénquima pulmonar que lo rodea. Finalmente, todo lleva a una neumonía intersticial.

Si se eliminan los parásitos, estas lesiones son reversibles, de la íntima en unos 30 días y todos los cambios dentro de una año.

En cambio la continuación del parasitismo hace que las lesiones crezcan y se hagan más severas. La oclusión y pérdida de elasticidad de los vasos eleva la presión sanguínea de las arterias pulmonares con la recarga resultante del trabajo cardíaco. El ventrículo derecho afectado sufre una dilatación e hipertrofia, que puede llevar a la insuficiencia. El ejercicio del can con estos impedimentos al flujo de la sangre y disminución de la presión sanguínea arterial, lleva a una menor oxigenación de los músculos y su deterioro, mostrando el enfermo una intolerancia al ejercicio. El cuadro se va complicando siendo detectable clínicamente edemas pulmonares, cirrosis hepática, ascitis abdominal, disnea, tos y hasta glomerulonefritis. Para el dueño, el signo más frecuente es el envejecimiento prematuro, el animal parasitado lo pasa acostado o durmiendo. La parasitosis se sospecha en perros de más de 2 años con tos crónica, disnea de esfuerzo o intolerancia al ejercicio, en zonas del país donde se sabe que existe la infección.

Las hembras y los machos de *D. immitis* se aparean y la hembra pone Larvas 1, denominados microfilarias, que circulan por la sangre. La transmisión de la *Dirofilaria* esta condicionada por la presencia de mosquitos vectores, que ingieren las microfilarias con la sangre al alimentarse. Existen cerca de 50 especies de mosquitos vectores que por sus hábitos también ingieren las microfilarias, donde atraviesan la pared intestinal del insecto, llegan a los tubos de Malpighi donde se desarrollan hasta L3 infectantes para el hospedero definitivo en 8 a 17 días, dependiendo de la temperatura imperante. Necesitan más de 15°C para desarrollar. Del tubo de Malpighi migran a la cabeza del vector y transmitidas al perro o gato en su próxima alimentación sanguínea. Curiosamente, no son inyectados en la piel sino depositados sobre la

misma, donde estas MF de 1mm de largo deben buscar una solución de continuidad para penetrar en la piel, que puede ser la misma herida causada por el vector. Existe un período de aproximadamente 70 días de migración por el cuerpo animal para recién entonces penetrar en los vasos sanguíneos, llegando a encontrarse las hembras preñadas en 6 meses. La nueva producción de MF comienza entre los 7 y 9 meses. *Dirofilaria immitis* vive aproximadamente 5 años y las MF en circulación por cerca de un año.

El rol de los mosquitos intermediarios y vectores es tan importante en la cadena epidemiológica del gusano del corazón, que en zonas endémicas adquiere relevancia en la prevención la aplicación periódica de repelentes líquidos en pipetas sobre la piel de los animales de compañía, que además poseen la ventaja de poseer acción pulguicida y garrapaticida (N.Scherling *et al*; C.A.Francia *et al*:Proceedings, pp 248. Congreso Mundial WAAVP2011, Buenos Aires). En otros países se emplea también un collar impregnado con deltametrina, y en argentina hay en uso collares de elaboración casera que no siempre ofrecen resultados consistentes. La fumigación de las viviendas y patios de las casas disminuye la población de vectores, al igual que la eliminación de los criaderos de mosquitos peridomicilarios, como el agua de planteros y en cubiertas usadas, y la sistemática eliminación de cualquier receptáculo que acumula agua. Donde sea factible, la colocación de marcos con malla metálica en las ventanas y puertas es una ayuda más.

Los gatos se infectan con *Dirofilaria immitis* pero con menor incidencia, y sólo en la mitad de los casos desarrollan patencia. Esta es escasa y pasajera, pero en cambio sólo un par de parásitos puede ser mortal.

La presencia del *Heartworm* en Argentina es relativamente reciente, menos de 25 años. La primera descripción fue en 1988 (G.M.Bulman *et al* , Veterinaria Argentina VI (62): 144-151), mediante el test de Knott modificado en sangre de 1043 perros domésticos tomadas al azar en aproximadamente 900 clínicas veterinarias de la Mesopotamia, gran Buenos Aires y Capital Federal, siempre de localidades situados a lo largo de los grandes ríos, variando los casos positivos entre el 2 y 12%. En 1989, G.M.Bulman *et al* confirmaron el anterior hallazgo en una segunda encuesta en las mismas áreas, pero en 914 perros, usando la misma prueba de Knott pero agregando un inmunoensayo enzimático semi-automático. En 1992, O.A.Mancebo *et al* publicaron sus hallazgos en la población canina en áreas urbanas, suburbanas y rurales en Formosa, con la primera descripción de la enfermedad en el coa-tí común *Nasua solitaria* (Pets, Ciencia Veterinaria Editora SRL, Bs. Aires, (8), 41, 95-117).

Las pérdidas económicas para los dueños de caninos y felinos son elevadas, básicamente por las necesarias pruebas costosas y frecuentes de los animales de compañía en toda la mesopotamia, el litoral, Capital Federal y gran Buenos Aires en áreas cercanas al río (Vicente López, San Isidro, San Fernando y Tigre, en la zona norte, y en la zona sud, Quilmes, Berisso, La Plata, Ensenada), visitas a la clínica veterinaria, tratamientos con ivermectina (3 a 12 ug / kg vía oral / mes) y aplicación metódica de repelentes aprobados para los vectores. En los casos sin tratamiento, ante la eventual muerte de la mascota debe valorarse el impacto sentimental que causa en la familia.

## **PULGAS Y GARRAPATAS EN PERROS Y GATOS. LA IMPORTANCIA DE LAS ZONOSIS PARASITARIAS EN LOS ANIMALES DE COMPAÑÍA**

Los perros y gatos ocupan cada vez más un espacio privilegiado en la vida de los argentinos, y constituyen un segmento importante de los animales domésticos. CAPROVE estima que no menos de 8 M de perros y 3.5 M de gatos reciben tratamiento, alguna forma de atención y son consumidores de elementos de belleza, collares, baños sanitarios y otros.

La estadística señala que de los 18.524 veterinarios matriculados en Argentina (sin incluir gran parte de los docentes, y en los cuadros del INTA y el CONICET), 8.239 manifiestan dedicarse casi con exclusividad a este segmento, muchos con una enorme especialización, mientras en el interior los catalogados como veterinarios de grandes animales, no son ajenos a prestar asistencia profesional a perros y gatos.

En los caninos y felinos de todo el país, las pulgas *Ctenocephalides felis* y *Ctenocephalides canis* y la garrapata más frecuente *Rhipicephalus sanguineus* encabezan la lista de parásitos que reciben mayor atención para su control. Un dato importante, ha crecido vertiginosamente la venta a nivel veterinarias de las denominadas pipetas de aplicación "spot-on" (5 M de unidades en 2011), por su eficacia y facilidad de aplicación.

Sin embargo, hay que recapitular que la atención de estos animales de compañía no se limita a eliminar las pulgas y la garrapata. *Dirofilaria immitis* (el Heartworm o gusano del corazón), *Echinococcus granulosus* (Tenia productora de los quistes hídricos en el hombre y los animales domésticos), el protozoario

cosmopolita *Hepatozoon canis* (transmitida por la garrapata al ser desprendida e ingerida por el can), las Babesias *Babesia canis* y *Babesia gibsoni*, y la temible *Toxoplasma gondii*, productora de la toxoplasmosis, una zoonosis muy grave en el hombre (aunque el gato no es el único transmisor), son todos parásitos de los animales de compañía.

Las pérdidas no son de producción, sino por gastos por atención médica (hidatidosis y toxoplasmosis), y el costo de los productos aplicados y la pérdida de días de trabajo del enfermo en los casos de declararse un enfermo humano.

## **ENFERMEDADES PARASITARIAS EMERGENTES Y RE-EMERGENTES**

Los parásitos animales poseen, entre otras cualidades, dos que son sobresalientes: se adaptan fácilmente a la migración y aprovechan los cambios climáticos. El hombre es su aliado irremplazable, sea por controles sanitarios insuficientes, veterinarios que aceptan los cambios y cuadros migratorios como inevitables, y los ganaderos que quizás por ignorancia o en su búsqueda de ventas a corto plazo, ignoran daños y pérdidas inmediatas y futuras. Las pérdidas y el costo de medidas correctivas son altos.

Ningún trabajo sobre las pérdidas económicas podría considerarse completo sin la inclusión de una referencia a las enfermedades parasitarias emergentes y re-emergentes. Las emergentes son aquellas descubiertas en los últimos 30 años e incluyen enfermedades conocidas pero cuyo agente causante se revelara recientemente. Las re-emergentes poseen una historia de hallazgo previo pero con baja incidencia y han reaparecido en las últimas dos décadas,

con incidencia más alta o brotes nuevos, causando un impacto en la sanidad animal o la producción en una región geográfica.

Los cambios climáticos por el calentamiento global existen y no son discutibles, y comúnmente se les asigna ser la causa de la migración de especies y una seria amenaza para nuevos avances y diseminación de las enfermedades. En medicina humana buena parte de los trabajos prevén cambios en el modo de transmisión y en zoonosis. En las ciencias veterinarias sin embargo, el estudio de los casos revela un sistema dominante de migración irrestricta y traslado de ganado y el hombre con sus mascotas.

Existen casos puntuales donde el hombre jugó un rol importante. *Onchocerca cervicalis* en equinos; *Dermatobia hominis* o ura; *Haematobia hominis* o Mosca de los Cuernos; la garrapata blanda *Ornithodoros rostratus* en Formosa; *Amblyomma neumanni*, otra garrapata de los vacunos, que desde su hábitat normal en Formosa fue descrita en Córdoba, cerca de 600 km al sur. El caso más llamativo, la garrapata común del vacuno *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus*, que ha reaparecido en las Provincias de Buenos Aires, Entre Ríos, sur de Santa Fe y La Pampa. Otros dos casos, *Melophagus ovinus*, la falsa garrapata del ovino, que desde la costa atlántica fue trasladado a los valles andinos y hasta un establecimiento ovino en el sudeste de Buenos Aires, y *Psoroptes ovis*, agente de la sarna ovina, que reapareció en Tierra del Fuego trasladado sobre ovinos procedentes de Chile en 1997, y en Río Gallegos (Santa Cruz) en 1980. (G.M.Bulman, Proceedings, XXIII Congreso Mundial de Parasitología Veterinaria, 140, Buenos Aires, agosto 2011).

En el hombre intervienen muchos factores, donde la migración, las guerras, el desplazamiento de refugiados, extensas sequías y fenómenos climáticos, entre otros, nos suministran una

larga lista de enfermedades emergentes y re-emergentes.

Existe una fuerte sensación que el hallazgo de nuevos hábitat tanto para parásitos conocidos como relativamente desconocidos es mucho más frecuente que lo descrito, con una tendencia a ser aceptado como un fenómeno natural, a veces previsible pero en general inevitable. No obstante la causa fundamental de la migración de muchas de las especies es el traslado por el hombre, tanto voluntaria como involuntariamente. Las enfermedades emergentes como la re-emergentes continuarán apareciendo, reapareciendo y a veces (las menos) aparentemente desaparecer. El hombre es un jugador importante, los errores pueden a veces corregirse, los causales evitarse pero los daños, perjuicios a terceros y económicos son imprevisibles.

## ANEXO I

### CENSO DE MEDICOS VETERINARIOS

(Patricio Jiménez y Luciano Aba, Periódico MOTIVAR, 2010, actualizado 2011)

#### Total de Veterinarios matriculados en el país

Provincia	Cantidad
Buenos Aires	7.200
Córdoba	2.237
Santa Fe	2.200
CABA	2.100
Entre Ríos	763
La Pampa	596
Corrientes	500
Neuquén	350
Chaco	320
Río Negro	300
Chubut	260
San Luis	222
Salta	215
Misiones	200
Mendoza	170
S. Del Estero	168
Formosa	159
Tucumán	136
Santa Cruz	120
Jujuy	116
La Rioja	74
San Juan	45
Catamarca	38
Tierra del Fuego	35
<b>TOTAL</b>	<b>18.524</b>

El censo no discrimina ni incluye los veterinarios pertenecientes al CONICET, o aquellos exclusivamente en la docencia, ni tampoco los que actúan en el INTA full-time, ya que al no considerarse "ejerciendo libre profesión", no tienen obligación de matricularse.

En el INTA, sin contar los becarios, se registran 220 veterinarios, con mayor concentración en las EEA de Castelar (CNIA), Balcarce y Rafaela (Información de F.Olaechea, 4-01-2012).

En el CONICET, en febrero 2012 sumaban 32 becarios posdoctorales y 116 investigadores (Información de RR.HH., CONICET, enero 2012). En esta categoría, son 52 hombres y 64 mujeres. Estas cifras no incluyen los médicos veterinarios en la Carrera de Apoyo a la Investigación.

**Tabla.** Investigadores y Becarios posdoctorales de la Disciplina de Veterinaria CONICET Febrero 2012.

PROVINCIA	LOCALIDAD	BECARIOS	INVESTIGADORES
C. A. B. A.	(Capital Federal)	3	9
Buenos Aires	- Balcarce		1
	- Chascomús	1	
	- La Plata	7	21
	- Mar del Plata	2	6
	- Tandil	4	20
<i>Total Buenos Aires</i>		14	48
Gran Buenos Aires	- Bernal	2	
	- Castelar		22
	- Morón		1
	- San Martín	1	2
	- Villa Udaondo		7
<i>Total Gran Buenos Aires</i>		3	32
Córdoba	- Córdoba	2	3
	- Río Cuarto	1	
	- Villa María		1
<i>Total Córdoba</i>		3	4
Santa Fe	- Esperanza	5	5
	- Rafaela		4
	- Rosario		1
	- Santa Fe		5
<i>Total Santa Fe</i>		5	15
Corrientes		2	3
Formosa			1
Mendoza			1
Tucumán		2	3
<b>TOTAL GENERAL</b>		<b>32</b>	<b>116</b>

Nota: Debe incluirse 13 Médicos Veterinarios (2012) registrados en la Carrera de Apoyo a la Investigación: 1 en Mar del Plata, 4 en Corrientes, 7 en Formosa y 1 en Bariloche.

**Tabla.** Veterinarios Matriculados dedicados a Animales de Compañía por Provincia

Provincia	Matriculados
Buenos Aires	3.024
CABA	1.900
Santa Fe	801
Córdoba	387
Entre Ríos	360
Corrientes	200
Neuquén	183
Misiones	160
La Pampa	150
Salta	150
Chubut	150
Río Negro	130
Chaco	120
Mendoza	105
Tucumán	68
Santa Cruz	60
Jujuy	60
San Luis	50
S. del Estero	37
La Rioja	37
San Juan	37
Formosa	30
Tierra del Fuego	20
Catamarca	20
<b>TOTAL</b>	<b>8.239</b>

**1.** El 44,5 % se dedica casi con exclusividad a Animales de Compañía

**2.** En la Provincia de Buenos Aires, son el 53%

**3.** En Santa Fe, Córdoba y Entre Ríos, se concentra un 20% de ellos.

**4.** El 50% de los profesionales se desempeñan en la Provincia de Buenos Aires (7.200) y CABA (2.100)

**5.** En segundo lugar, Córdoba (12%), Santa Fe (11,8%). En las tres Provincias se concentra el 75% de los médicos veterinarios argentinos.

**6.** El promedio de edad de todo el sector es de 41,5 años.

**7.** La tendencia actual indicaría que el mayor promedio de edad correspondería a los profesionales veterinarios dedicados al segmento de los animales de producción, por encima al de animales de compañía. Los promedios de edad más jóvenes corresponden a Tucumán (34) y Catamarca (31).

**8.** Las mujeres veterinarias evidencian en las últimas dos décadas un fuerte avance en el número de matriculados y en el ejercicio de la actividad profesional. De los 18.524, el 67% son varones (12.496) y el 32,6% restante (6.028) mujeres. En la Ciudad de Buenos Aires (CABA), el 46% son mujeres, presentes tanto en los laboratorios de la industria como en pequeños consultorios de atención de animales de compañía, situación que solo se repite en Neuquén. En Buenos Aires, el número de mujeres se aproxima al 40%

### **9. Veterinarios dedicados a la ganadería**

Total (aprox.) 6.058, un 32,7% del total.

Buenos Aires 36,8%; Córdoba 18,1%; Santa Fe 17,9%, equivalente al 73%. En un segundo escalón, La Pampa, Entre Ríos, Corrientes y Chaco reúnen el 14,7% del total.

**Tabla.** Relación Matriculados dedicados a ganado mayor y cantidad de animales.

<b>Provincia</b>	<b>Matriculados</b>	<b>Cant. animales</b>	<b>% de cabezas</b>
Buenos Aires	2.232	18.201.241	8.154
Córdoba	1.100	5.386.851	4.897
Santa Fe	1.087	6.640.401	6.108
La Pampa	300	2.897.886	9.659
Entre Ríos	230	4.586.851	19.942
Corrientes	200	5.244.217	26.221
Chaco	160	2.524.164	15.776
Sgo del Estero	112	1.337.325	11.940
Formosa	111	1.775.472	15.995
San Luis	105	1.691.315	16.107
Río Negro	80	171.127	2.139
Neuquén	65	7.096	109
C.A.B.A.	60	SIN DATOS	
Salta	43	814.813	18.949
Misiones	40	369.741	9.243
Chubut	40	SIN DATOS	
Mendoza	30	30.834	1.027
Tucumán	17	122.588	7.211
Jujuy	15	20.649	1.376
La Rioja	10	21.715	217
San Juan	8	465	58
Santa Cruz	6	SIN DATOS	
Tierra del Fuego	4	SIN DATOS	
Catamarca	3	8.217	26.072
	6.058	51.922.968 (datos de 2008)	

### **Relación profesional / comercio veterinario**

2,18: 1(cada 2,18 veterinarios hay un comercio). En CABA, existen 1.800 locales, con un total de 2.100 profesionales (relación 1.16 profesionales / local veterinario).

## **ANEXO II**

### **REPUBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY**

#### **Pérdidas económicas producto de las parasitosis**

El DILAVE, Laboratorio Central del Instituto "Miguel C. Rubino", reconoció carecer de información actualizada (setiembre 2011, Armando Nari; Jefe Departamento de Parasitología). No obstante, estos son algunos de los datos que manejan con respecto a pérdidas económicas:

- **Garrapata**

U\$s 33 M/año, estimación DILAVE, 1997; estimación MGAP, 2008, u\$s 45 M). Ambos estudios incluyen las pérdidas por hemoparásitos.

- **Babesiosis**

Se estudió la productividad en un lote de 20 vaquillonas frente a un desafío artificial de *Babesia* sp patógena. En el grupo control al final del ensayo de 76 días la ganancia de peso fue 201kg + 28 y 350kg + 46, peso inicial y final respectivamente, aumentando el 74%. En el grupo inoculado con *Babesia* sp, fue de 204kg + 22 y 332kg +34, peso inicial y final respectivamente, aumentado el 63%. Los resultados indicaron que la merma del peso corporal fue debida a la etapa crónica de la babesiosis. El impacto económico no solamente estaría producido por las muertes de los animales sino que también por el atraso corporal de las vaquillonas que se recuperaban clínicamente (M.A.Solari, A.Nari y H.Cardozo, Memorias Inst. Oswaldo Cruz, Brasil, vol 87, 1992).

- **Gastrointestinales en ovinos**

En un escenario carente de control o eficacia antihelmíntica, por resistencia: u\$s 41,8 M, calculado en las pérdidas de producción de lana, año 1990, datos del Grupo Veterinario del SUL (Secretariado Uruguayo de Lana). Con el incremento del precio de la lana y el avance de la resistencia de los GI's a los antiparasitarios, esta cifra podría estar incrementada en el 25% o sea u\$s 52,250 M en 2011).

- **Fasciola hepatica**

La distomatosis tanto en bovinos como ovinos es muy difundida, siendo una de las enfermedades más frecuentes en el medio geográfico y climático favorable para el huésped intermediario, el pequeño caracol anfibio *Lymnea viatrix*. No obstante, el Dr. Nari admite que la estadística de pérdidas data de la década del '80, y por lo tanto es desactualizada.

## **ANEXO III**

### **SECTOR GANADERO ARGENTINO: PREFACIO Y METAS**

Al estudiar los parásitos de los grandes animales, se debe formular una pregunta. ¿Porque son importantes? ¿Cuál es la finalidad ulterior de combatirlos? La respuesta es inmediata, el propósito es incrementar la producción, lograr que Argentina nuevamente esté en condiciones de suministrar alimento proteico a sus propios habitantes en constante crecimiento, y exportar a un mundo necesitado de carne y leche. Entonces comencemos intentando captar la realidad actual de la disponibilidad de carne tanto en el país como en el mundo, y comprender el mayor desafío que enfrenta la Parasitología Veterinaria Argentina. Entender y aceptar el proble-

ma en toda su dimensión es la mitad de la batalla ganada.

Si en el estudio se incluye el relevamiento de los principales parásitos de los animales de compañía y los actuantes en la cadena alimenticia del hombre, cubriremos el rubro de las zoonosis y la seguridad en la cadena alimenticia.

En cumplimiento del primer propósito se debe captar la realidad actual de la disponibilidad de carne tanto en el mercado doméstico como en el mundial, y comprender el enorme reto que se enfrenta. En segundo lugar, reconocer que combatiendo los parásitos se habrá controlado gran parte de los elementos causantes de las zoonosis y en el tercero, contribuido a asegurar la calidad de los alimentos.

## **El Mercado Mundial de Carnes**

El Mercado Mundial de Carnes es cambiante pero previsible. En las últimas décadas aumentó fuertemente la demanda y el consumo, especialmente en los países en desarrollo y en particular en el este y sudeste asiático. Las perspectivas de crecimiento de estos mercados en los países con las denominadas economías emergentes, junto con la brecha todavía existente y significativa en valores totales entre países desarrollados y en desarrollo, permiten esperar, a pesar de los vaivenes principalmente económicos pero también políticos, cambios climáticos en los escenarios regionales y diversas crisis en los mercados, que esta tendencia continúe y se profundice.

En este complejo panorama global de las carnes, Argentina perdió su gran presencia y liderazgo que logró y conservó desde hace más de 100 años, por no decir de siempre y actualmente no es un

jugador principal en el mercado internacional, aunque sí lo es en los mercados agrícolas como ocurre con los del maíz y la soja. Las principales potencias mundiales en producción de carne vacuna son también potencias maiceras, pero también surgen otros y los países compradores de carne ya no son necesariamente *Argentina dependientes*, liderando en cambio esta lista de exportadores los EEUU y China, seguido por la Unión Europea y Brasil.

La OMS y FAO, de las NN.UU., estimaron recientemente que para el año 2050 se necesitaría un incremento del 50% en la producción de alimentos para los 9.000 M de habitantes que habitarán el mundo (E.A.Innes *et al*, Vet. Parasitology 180 (2011), 155-163).

Para comenzar a remendar esta realidad acuciante, en Argentina deben combinarse reales incentivos al sector, y en lugar de exportar maíz y soja en grano y los aceites como materia prima favoreciendo las significativas y cuestionadas retenciones estatales, reinvertir una gran parte en la alimentación de vacunos, cerdos y aves, liberando de esta manera vastas áreas para la producción de terneros, incrementando sí con la recuperación el suministro local pero principalmente la exportación del saldo del producto terminado. Para ello, hace falta mayor inversión, pero los números finales proyectados son definitivamente positivos. No obstante, el panorama inmediato y hasta mediato indicaría que las exportaciones de carne argentina serán exiguas: durante el próximo lustro al menos, el país no está en condiciones de comprometerse con volúmenes importantes y menos en forma sostenida. Por otra parte, se deberá superar un enorme escollo, cual es haber perdido la confiabilidad y todo lo que ello significa para los países compradores por reiterado incumplimiento de compromisos, y valorar el sig-

nificativo que adquiere ser considerado el país nuevamente un mercado cumplidor en calidad, cantidad y tiempo.

Veamos el panorama actual argentino. El área de producción ganadera ha perdido 14 M de hectáreas en 15 años, especialmente en la última década, a favor de la actividad agrícola. El desaliento de la producción ganadera presente en el 2008/2010, cuando se liquidaron rodeos enteros y especialmente vientres, se ha revertido en parte por los nuevos y buenos precios, pero la carne se aleja cada vez más de las posibilidades del asalariado y jubilado (a pesar de las cuestionadas cifras del INDEC) llevando a un menor consumo interno (en el 2007 era de 67 kg/habitante/año, a fines del 2011 rondaría entre los 48 y 52 kg). La contracción ronda el 5,8% anual y representa una caída del 20,8% con respecto a los máximos alcanzados en el 2007 y 2009 (Cámara de la Industria y Comercio de Carnes, CICCRA, 2011), desde ya muy lejos de la histórica cifra más alta que rondaba entre los 72 y 80 kg/habitante/año.

Recapitulando en la triste historia, la debacle comenzó en el 2006 cuando el Gobierno Nacional puso trabas a la exportación de carnes. Desde entonces y junto con la sequía del 2008, no menos de 19 M de cabezas fueron liquidados en detrimento del stock nacional, que cayó aproximadamente el 17% entre 2008 y 2011. Se esfumaron 58 mercados internacionales compradores de carne que tanto esfuerzo costó abrir, y no se pudo siquiera cumplir totalmente con la Cuota Hilton, que hace tres años no se completa. En tres campañas se perdieron de exportar 17.000 toneladas de esta Cuota a los valores más altos de venta al exterior (Marcelo Rossi, ex titular del ONCAA, Noticias 4/02/12). La situación permitió que solamente en el área del MERCOSUR, Uruguay, Brasil y hasta Paraguay pasaran al frente y exportan anualmente más carne vacuna que la Argentina.

El mercado potencial interno argentino de consumidores de carne crece aproximadamente 35.500 habitantes / mes, alcanzando en noviembre 2011 una población total de 40,5 millones. Del punto de vista del consumo interno, la meta de una política nacional de crecimiento y desarrollo no debería ser volver a consumir 72 kg/hombre/año de carne, mediante control de precios y limitando la exportación. Un consumo por habitante de entre 45 y 50 kg de carne vacuna, 38 kg de ave (en setiembre 2011, el MAGN anunció que Argentina superó por primera vez 40,3 kg/hombre/año) y 20 kg de cerdo es una dieta más que razonable de proteína animal, que seguramente lograría satisfacer hasta los exigentes Drs. Cormillot, padre e hijo, gurú de las dietas difundidas y repetidas por televisión hasta el cansancio y presentes en los productos exhibidos en las góndolas de los supermercados. No obstante la producción de carne porcina fresca y para embutidos no alcanza las necesidades, siendo Brasil el proveedor más importante, pero actualmente, restricciones oficiales limitan esta importación.

Un dato más para agregar al descalabro nacional. Un reciente Informe de Hacienda de AACREA (Clarín Rural, 14 de enero 2012, pg.2) detalla la caída de la faena junto a la de exportación (F.Donovan, La Nación, Economía y Negocios, 29 enero, 2011). La industria frigorífica es uno de los principales damnificados, varias empresas importantes fueron adquiridas por capitales brasileras y otras directamente cerraron (caso Swift, de Venado Tuerto, del grupo brasileño JBS Friboi), luego de eliminar líneas de producción en otras 5 plantas y concentrar la operación en Santa Fe. Fue incrementado el desempleo, fiel reflejo de una realidad acuciante nacional, en total 13.200 puestos sobre un total de 32.000. De hecho en dos años cerraron sus puertas 120 de 550 plantas en el país (Miguel Schiaretti, presi-

dente de la Cámara de la Industria y el Comercio de Carnes (Cicra)). De un pico en el 2009 (carne barata por liquidación de stock) que alcanzó aproximadamente 3200 ton. res c/hueso, en 2010 y 2011 (tomados juntos), la faena cayó el 17%, donde las exportaciones alcanzaban apenas el 11% en cada año, la cifra más baja desde el 2005. Entre 2010 y 2011, descendieron las exportaciones el 16,7%, tanto enfriada, congelada y procesada (IPCVA). Por medidas de la Secretaría de Comercio Interior, el control de las exportaciones y la pérdida de los mercados, más jugadores fueron obligados a volcar-se al mercado interno. La ecuación establecida fue que por cada 3.5 ton. de carne exportada, el frigorífico debía garantizar una tonelada en la plaza local a precios bajos o considerados accesibles. Pero al limitarse la exportación, el deseo oficial de la "carne barata" encalló lejos de las expectativas oficiales. Mientras tanto, para hacer frente a la crisis, hubo cambio de estrategias en algunas plantas, pasando a elaborar salchichas y hamburguesas, fiel reflejo del disminuido poder adquisitivo de los consumidores.

El Secretario General del Sindicato de Trabajadores de la Industria de la Carne del GBA y sur de Buenos Aires, Silvio Etchehun, expresó su opinión del problema (Informador Público, febrero 18, 2012). En el 2009 se faenaron alrededor de 14 M de animales, en el 2010 fueron 12.3 M, en el 2011 se registró una caída importante a 8.8 M de vacunos. Para el 2012, estimó la faena total en plantas habilitadas de solo 7.7 M, indicando así una merma cercana al 20%. Calculó que en 4 años se perdieron como fuente de trabajo por cierre a 125 plantas de faena, y parte de las que aún operan, trabajan solamente tres días en la semana.

El anuncio presidencial por la red nacional de la baja de retenciones a las *carnes termoprocesadas* (12 de abril, 2012), no tiene

injerencia en la actividad exportadora. Los dirigentes del sector criticaron la medida que beneficiaría una sola empresa de capital brasileña y coincidieron que en cambio es necesaria la reapertura de las ventas al exterior - para lo cual se necesitará reingresar en los mercados compradores - y políticas sustentables que ayuden a recuperar el stock sobre todo de terneros, y de bajar retenciones, fuesen éstas de los rubros de carnes frías y congeladas.

El análisis de información de la Cámara Argentina de Feedlot (com. pers., Ing<sup>o</sup> Rodrigo Troncoso, enero 30, 2012), confirma la caída de la faena. En el nivel nacional, hay registrados aproximadamente 2500 establecimientos. El porcentaje de consumo (todas las categorías salvo Vaca y Toro) es actualmente del 45/50%, pero al sumar establecimientos no registrados llegaría al 65%. La cantidad de animales engordados fueron unos 5.5 M en el 2009, 4.4 M en el 2010 y en el 2011 entre 3.2 y 3.8 M, pero nuevamente los terminados no registrados podría llevarlas a cerca de 4 M de cabezas. La caída del 2009 al 2010 y la del 2011 es proporcional a la caída en la faena nacional. Es decir, pasaron por los corrales de engorde menor número de animales, pero se mantuvo la participación en porcentaje de la faena.

Paralelamente, debe aceptarse con cierta nostalgia que el tradicional y promocionado bife argentino, magro, sano y con bajo contenido de colesterol, de novillos alimentados sobre pasturas y sin complemento de granos, es hoy meramente un mito, que como tantos otros que se siguen repitiendo, debe archivarse para engrosar la historia de los grandes fracasos nacionales.

Quizás la mayor enseñanza de este Anexo del informe es que cayó estrepitosamente el consumo de carne en las góndolas, producto del precio de los cortes y el menor poder adquisitivo del con-

sumidor. Es significativo el número de pequeñas carnicerías de barrio que cerraron por falta de venta o agregaron la venta de verduras y frutas para subsistir, pero sin datos disponibles. Para ser rentables, deben procesar y vender un mínimo de media res/día, que no alcanzan especialmente con la difusión de los supermercados. Según Jorge Torelli (gerente del Frigorífico Mattievich), hay una capacidad instalada para faenar al año entre 18 y 19 M de animales, pero a fines del 2011 decayó a cifras entre 11 y 12 M. Para agregar al panorama poco alentador, la mayoría de los frigoríficos que aún siguen operando en la actualidad lo hacen a pérdida, trabajando por debajo del 50% de su capacidad (Datos de la Industria, La Nación, 2012). Ante estas verdades, el futuro es sombrío.

En otros países exportadores, incluyendo los nuevos operadores, a pesar de no adoptar y gozar del modelo argentino que nuestras autoridades preconizan en los foros internacionales y ocupan todos los espacios televisivos nacionales, aplicaron en cambio medidas positivas tendientes a estimular la producción nacional y abastecer su mercado interno con el consumo de otras carnes, lograron reducir el consumo doméstico de carne vacuna y crecieron o se iniciaron como exportadores para satisfacer las crecientes demandas internacionales. En Argentina la meta inmediata es intentar revertir la política populista que ha marcado el rumbo opuesto destruyendo la tradicional industria ganadera, relegándola a un puesto casi insignificante en el contexto internacional. Es tan profundo el destrozo logrado que de un stock nacional de 62 M de vacunos en el 2006, en el 2011, basándose directamente de las cifras oficiales de vacunación antiaftosa del SENASA, las más creíbles por su veracidad, sumaba solamente 42 M de cabezas. Esta es la meta, recuperar lo antes posible el stock

nacional, mediante la capacidad de producción de terneros y sin incrementar el número de vientres.

Merece un párrafo especial la influencia de la grave sequía que azotó al campo argentino desde agosto 2011 hasta mediados de febrero 2012 – por acción de la travesía Niña, nos cuentan los meteorólogos – que en 6 meses llevó a pérdidas calculadas en 20 M de toneladas solamente en la cosecha total de maíz. Las pérdidas en las cosechas de soja y sorgo, entre otros, también fueron cuantiosas, calculándose que no serán menores al 20% de la soja de primera. Datos oficiales de la menor cosecha de soja ahora superan los pronósticos originales. Los datos confiables de la USDA (febrero 2012) recién tienden a coincidir con las estimaciones locales. La falta de lluvias abarcó prácticamente todo el país, desde Corrientes y Misiones en el norte hasta el sur de Buenos Aires, y en partes no se han normalizado y continúan acumulándose las consecuencias. El fenómeno ha dejado también un saldo negativo en cabezas de vacunos muertos por la falta de pasturas naturales e implantadas y ante el agotamiento de las reservas de agua, un conjunto de factores que hicieron al escenario. El analista Víctor Tonelli estimó en 450 mil cabezas la reducción de la oferta por efecto de los últimos acontecimientos climáticos (Motivar, 10, 111, marzo 2012), y las pérdidas rondarían el 4% de los terneros previstos para 2013. Las lluvias recientes de febrero no llegaron a tiempo para revertir la situación, pero que a no dudarlo los productores lograrán superar nuevamente, aún con una insuficiente o faltante ayuda estatal, y aparentemente con una inminente carga nueva por la imposición estatal de un seguro multifuncional obligatorio.

En el rubro lechero, la producción en la Argentina es de gran relevancia, tanto en lo referente a la leche fluida como a los de-

rivados lácteos. Según la FAO (NN.UU.), en el 2007 la producción primaria fue de 9527 M de litros de leche. En el 2005, FAO ubicó al país en el onceavo lugar, con respecto a la producción mundial de leche cruda, con unos 10 M de toneladas, siendo el segundo productor en América del Sur detrás de Brasil, que produjo 23,1 M toneladas. En el nivel mundial nuestro país era el tercer exportador mundial de leche en polvo entera, el sexto de quesos y el séptimo de leche en polvo descremada. A partir del 2007 se registraron inquietantes sucesos, golpeó el intervencionismo estatal que no supo aprovechar los mejores precios internacionales de los productos lácteos, hubo marketing deficiente y paralelamente caída del consumo interno. A la consabida grave competencia del uso del suelo frente al cultivo de granos y lo peor, se sumó una marcada disminución del número de tambos o explotaciones lecheras en las principales cuencas, con un prolongado período de liquidación irrestricta de vacas lecheras y vaquillonas de reposición de ganado Holando Argentino de primerísima calidad, derivadas hacia los mercados cárnicos.

El consumo de pescado crece como una buena alternativa a la carne y en el último lustro pasó de 2,5 a 5 kg/hombre/año. Sin embargo recibe escasa promoción y de una captura total en aguas argentinas de 716.131 toneladas (valor u\$s 1.493 M) en 2011, sólo el 5% de la captura llega al mercado interno, el resto se exporta (D.Palavecino, Economía, La Nación, domingo 6 de febrero, 2012). Como corolario, la permanente depredación por flotas de barcos de bandera extranjera en toda nuestra plataforma marina recibe muy poca atención y escasa protección.

## **OTROS SEGMENTOS**

Siendo las zoonosis y la calidad agroalimentaria dos segmentos de suma importancia, también deben considerarse al destacar el rol importante de los parásitos, pero sin llegar a determinar los valores de pérdidas económicas.

Finalmente, el segmento especial de los animales de compañía, adquiere cada año mayor relieve. CAPROVE estima que anualmente aproximadamente 11.3 M de perros reciben tratamiento antiparasitario y de biológicos, y los veterinarios atienden 3.5 a 4 M de gatos, un segmento que crece a buen ritmo. Debe considerarse que el mercado total es superior, pero difícil de calcular con certeza, ya que animales sin tratar no ingresan en la estadística que se basa en producto utilizado. El mercado de productos para el control de pulgas, garrapatas y dípteros picadores está en franca expansión, y tan sólo en la presentación de pipetas se comercializan aproximadamente 5 M de unidades por año (2011).

## **EXISTENCIA NACIONAL DE VACUNOS**

Según el SENASA, en la primera campaña 2011 de vacunación antiaftosa la existencia bovina nacional fue de 42.686.107 cabezas. El logro del 40% de incremento en 10 años, devolvería las cifras de existencia previa a la crisis y liquidación de stock, siempre superior a los 59 M de cabezas. Pero la falta de espacio físico obliga a tomar otros caminos, que se explicarán debidamente, pero que básicamente se basan en incrementar la productividad con la existencia actual.

Siempre conforme a la estadística de SENASA, en la 2ª campaña nacional del 2003, la existencia era de 59.303.747 cabezas.

La cifra se repitió en el 2005 (59.880.300) y en el 2008 (59.261.268). En cambio en la 2ª campaña del 2010 la existencia total era tan solo de 37.434.323 cabezas, quizás la cifra más baja que refleja la liquidación de stock (en especial de vientres) en plena crisis ganadera del 2009.

Las cifras del SENASA no incluyen el relativamente escaso ganado vacuno existente en las provincias de la Patagonia, por estar esta vasta región exenta de vacunación antiaftosa.

## **SANIDAD EN GENERAL Y AUMENTO DE RENTABILIDAD**

Entre otras entidades, CAPROVE (Cámara Argentina de la Industria de Productos Veterinarios) reafirma el impacto que tiene la sanidad sobre la productividad animal y como, a través de un adecuado manejo sanitario, se pueden producir más terneros para cubrir la demanda interna y externa de carne, con el mismo stock vacuno. Debe aceptarse que la limitación de espacio no permite el crecimiento del número de vientres, y todo incremento se encuentra forzado de depender del *aumento de productividad*. La meta establecida, según los especialistas, es incrementar la producción en aproximadamente 4 M de terneros / año.

La contracara de este escenario ante la mejora de los precios del animal en pié tienta a los grandes productores a volver a retener animales con miras a la reactivación. Pero reconozcamos que es un negocio limitado a pocos. Los medianos y pequeños productores que fundidos, vendieron cada animal en el 2008 a \$700, precisan hoy recomponer sus rodeos comprando vientres a \$3.500, y el financiamiento es insuficiente y carente de valores incentivos de interés.

En el 2011, se produjeron 11,6 M de terneros, con un índice de

destete del 61% a nivel país, una tasa de extracción del 24% y con una reducción de más de 14 M de hectáreas destinadas a la ganadería. Se debe incrementar en al menos 4 M de terneros de producción anual para ir cumpliendo nuevamente con la demanda de carne en constante crecimiento, superando en 3 años en al menos 10 puntos el índice de destete y la extracción en 4 puntos.

## **Proyecciones de CAPROVE**

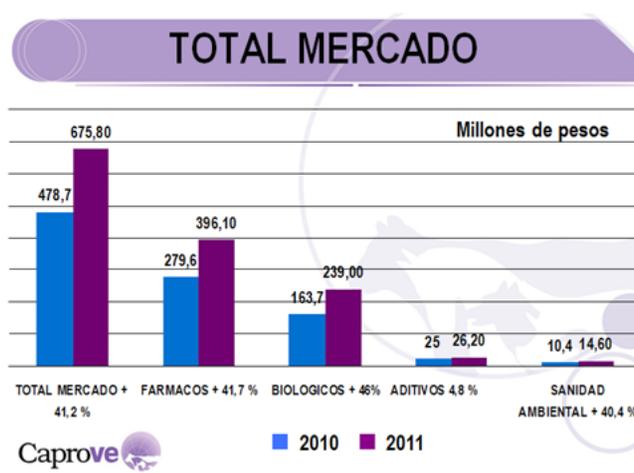
CAPROVE posiciona a los Planes Sanitarios Productivos como una posibilidad real y de bajo costo de implementación. Se estructuran sobre la base de mantener el stock histórico de vientres, incrementar el porcentaje de parición, reducir las muertes neonatales y lograr incrementar de la tasa de destete de 10 puntos y de la extracción de 4 puntos, que se comenzaría a comercializar en 3 años. En resumen, el aumento de la productividad del rodeo nacional existente, se conseguirá aumentando los índices de concepción, parición y destete y alcanzando un mejor índice de conversión por categoría.

La Cámara, que recibe información detallada de sus socios, aproximadamente el 63% del mercado, y datos del restante 37%, considera que mediante un pequeño aumento de la inversión en sanidad para reducir las pérdidas por enfermedades (2011, aproximadamente \$900M / año solamente por parásitos, equivalente aproximadamente a u\$s 206.- M) se puede lograr una mayor productividad en los rodeos de cría existentes, que es el principal objetivo que busca la Asociación Argentina de Parasitología Veterinaria – AAPAVET, en la actualidad y desde varias décadas, trabajando junto a los médicos veterinarios y los productores ganaderos.

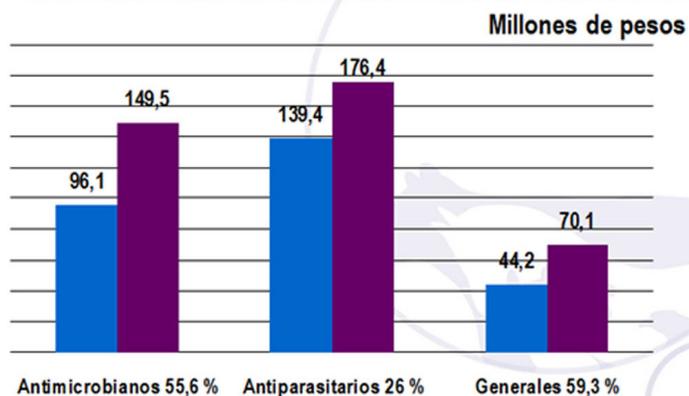
## Inversión actual en medicamentos veterinarios por año y animal

La inversión actual en medicamentos veterinarios es de \$ 16,20 por animal y por año, con un porcentaje muy bajo correspondientes a tratamientos preventivos. El escenario cercano al ideal de inversión en tratamientos preventivos para poder disminuir la pérdidas es de \$ 21.-/animal /año. En este nivel, la inversión adicional posee una rentabilidad de 19 veces, siendo además, con el actual costo del kilo de carne, que la inversión en sanidad ha disminuido sensiblemente en la estructura de costos, con un impacto alto. Si el productor ganadero volviera a utilizar la misma inversión porcentual que venía utilizando en el pasado, o sea casi duplicar la inversión actual (a \$ 32.- animal/año), los beneficios serán rápidos y sus ganancias extraordinarias.

En la discriminación de la inversión por rubro, Grandes Animales y Animales de Compañía, los datos de CAPROVE que comparan totales entre 2010 y 2011 son los siguientes:



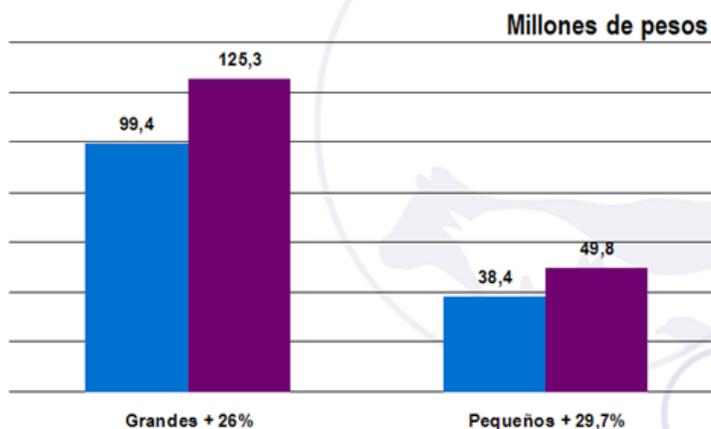
## FACTURACION FARMACOS



Caprove 

■ 2010 ■ 2011

## FACTURACION ANTIPARASITARIOS

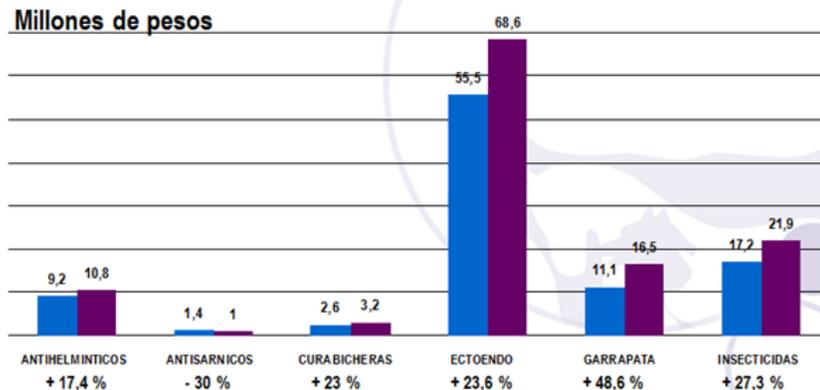


Caprove 

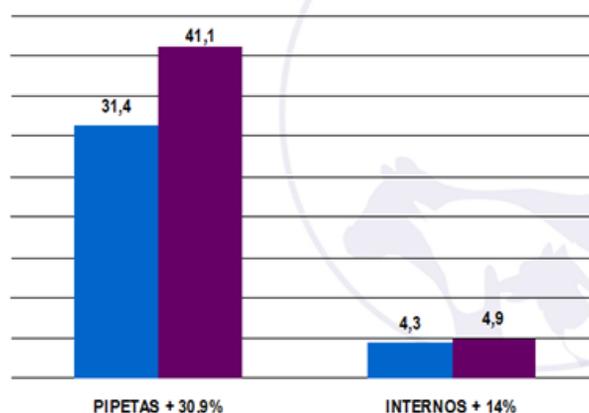
■ 2010 ■ 2011

## FACTURACION ANTIPARASITARIOS GRANDES ANIMALES

Millones de pesos



## FACTURACION ANTIPARASITARIOS ANIMALES DE COMPAÑIA

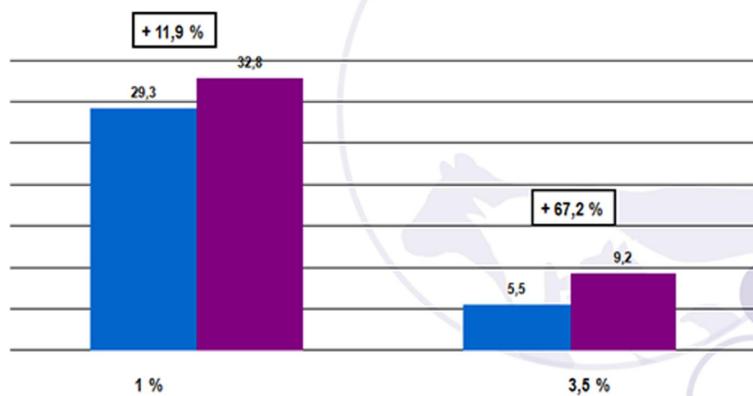


Caprove 

■ 2010 ■ 2011

Millones de pesos

## IVERMECTINAS

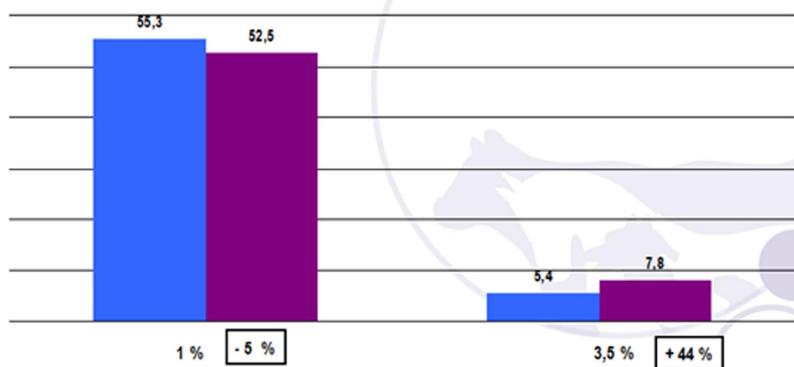


Caprove 

■ 2010 ■ 2011

Millones de pesos

## IVERMECTINAS



Caprove 

■ 2010 ■ 2011

Millones de dosis

Para hacer frente a los mayores costos de producción, alta competencia y reducida erogación en sanidad animal por animal, 60 empresas locales incrementaron el envío de productos terminados tanto biológicos como farmacológicos al exterior, superando las cada vez mayores imposiciones y controles a la hora de introducir sus productos a esos mercados, sumando en total, en 2010, un estimado de u\$s 84 M frente a la importación de u\$s 71 M (Motivar, Desayuno de Trabajo, 9º Aniversario, 2011).

## **CONTROL DE PARASITOS**

En este necesario intento que apunta al resurgimiento del sector, como el ave fénix de las cenizas, juega un rol muy importante la sanidad animal y en ella *el control de los parásitos tanto internos como externos*.

El control comprende un conjunto de medidas que incluye entre otras, el asesoramiento veterinario, el correcto diagnóstico (cada establecimiento y a veces cada potrero es un mundo distinto), el no-seguimiento de fórmulas fijas e inamovibles, el tratamiento preventivo y correctivo adecuado, el empleo de los antiparasitarios conforme a las instrucciones de su aprobación, evitar el empleo de antiparasitarios "caseros", lograr un mejor manejo de las pasturas, conocer los casos de convivencia necesaria con la o las especies parasitarias para mantener niveles aceptables de producción y evitar o postergar en lo posible la creación o el fortalecimiento de resistencia.

El trabajo anterior busca conocer mejor y valorar las pérdidas que ocasionan los parásitos y con ello indicar y valorar uno de los caminos para alcanzar el objetivo de recuperación, justificando la necesaria erogación y esfuerzo.

Buenos Aires, abril 2012.



Premios 2012

**Premio Ing. Agr. José M. BUSTILLO, versión 2012**

## **Apertura a cargo del Presidente de la ANAV**

**Dr. Carlos O. Scoppa**

31 de mayo de 2012

Señores. Académicos

Señor Recipiendario del Premio Ing. Agr. José M. Bustillo,  
versión 2012.

Señoras y Señores

La Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria se reúne en Sesión Pública Extraordinaria para hacer entrega del Premio Ing. Agr. José María Bustillo en su versión 2012, al Dr. Ernesto Liboreiro.

La figura a quien evoca este premio tiene la honda significación de un homenaje a un gran argentino que permanentemente tuvo su pensamiento y su voluntad puestos al servicio de su Patria como antes lo habían hecho sus antepasados. Es un laurel que jerarquiza y distingue a quienes lo logran, pero que los compromete mucho más, ya que a la figura que recuerda se unen también los nombres de quienes lo recibieran con anterioridad quienes hablan por sí solo de su significación.

La justificación de su justo otorgamiento en la figura del recipiendario de hoy esta expresada claramente en el dictamen del jurado,

que fuera aprobado en forma unánime por el Plenario Académico y será expuesto en detalle por el Académico Ing. Agr. Lucio Reca.

Galardón de profunda significación para nuestra Academia, y la sociedad toda, perpetúa a quien fuera Presidente de esta corporación por seis periodos. Es bianual, y fue instituido en 1975 por la Señora María Luisa Devoto de Bustillo en memoria de su esposo.

Por eso, tratare solo efectuar una breve relación sobre la figura del Ing. Bustillo, ya que esta tierra de homenajes fáciles tiene el contrasentido de que el musgo del olvido parece crecer demasiado rápido para la memoria de los grandes hombres.

Egresado de la recién creada Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UBA en 1909, su tesis verso sobre "Crédito Agrícola" lo que ya indicaba su vocación hacia la economía, la sociología y la pontica.

Ciudadano ejemplar su obra en la actividad económica agropecuaria fue concreta y lejana a todo el teoricismo actual, como lo fue también en la política, los estudios históricos y la cultura en general. Es que Bustillo, como lo definiera nuestro recordado cofrade, el Académico Diego Ibarbia, era un estadista en el sentido definido en el prologo del libro de Giscard D'Estaing "Imaginar el futuro", ya que siempre se manifestó "como un revelador e iniciador que esclareció la evolución previsible de la sociedad y le fijo un puerto". Alguien que "aquilatava la gravitación de sus actos y media la proyección de sus efectos, no en mañana sino en el pasado mañana y aun en los días por venir"

“Como es posible negar el voto a las mujeres, cuando es sabida la importancia que les concedemos en la educación de nuestros hijos!, que manifestó en la Cámara de Diputados para la cual había sido elegido en 1928, cuando en setiembre de 1929 propicia junto al diputado Dr. Manuel Alvarado, acordar el derecho de voto a la mujer. Y esto es historia verdadera, no pseudo revisionismo historiográfico para la venta en puestos de diarios y revistas. Estas son las versiones taquigráficas de los diarios de sesiones de la Cámara.

Como miembro de la Comisión de Presupuesto son celebres sus discursos parlamentarios sobre el Mercado Exterior de Carnes, la creación del Instituto de la Fiebre Aftosa, la Ley de arrendamientos, de Impuestos aduaneros, los Elevadores de Granos y Juntas Nacionales de la Carne y de la Yerba mate. Crea el Departamento Nacional de Ecología y Genética donde se prevé la creación de un Instituto Central, antecedente de lo que años después fuera el INTA.

Durante su gestión como Ministro de Obras Públicas de la provincia de Buenos Aires obtiene la aprobación de la ley de caminos, la de la patente única, la de profilaxis de la tuberculosis, la red de chacras experimentales, moderniza y crea hospitales, los campos de aviación y promueve la creación del Instituto Autárquico de Colonización entre la multitud de obras y proyectos emanados de su talento y fervor patrio.

Es que el Ing. Bustillo por su cuño y por su hogar pertenecía a esa pleyade de individuos probos e ilustres influidos directamente por la irreplicable generación del ochenta, al influjo de Roca, Pellegrini, Cane hijo, Goyena, Bartolito Mitre, Wilde, Zeballos y otros mayúsculos y valiosos hombres de la época.

“Señor de pampas y salones”, sencillo como todos los verdaderos grandes sabía muy bien de las limitaciones humanas. Su figura y su quehacer muestran crudamente la disonancia entre el refinamiento de entonces y la rusticidad actual.

Entiendo que lo expresado es, a pesar de su brevedad, una muestra del hombre que da nombre a esta presea y a la que tan mercedamente se ha hecho acreedor el Dr. Ernesto Liboreiro, al cual solo me corresponde felicitar y tener la distinción que se deriva de mi cargo de hacerle entrega de los atributos que lo atestiguan.

Premios 2012

**Premio Ing. Agr. José M. BUSTILLO, versión 2012**

**Palabras del Presidente del Jurado de la ANAV**

**Ing. Lucio G. Reca**

31 de mayo de 2012

Señor Presidente de la Academia Nacional de Agronomía y

Veterinaria

Señores Académicos

Dr. Ernesto Liboreiro,

Señoras, señores,

El Ing. José María Bustillo presidió esta Academia desde 1957 hasta 1973, con autoridad y distinción. Un acto póstumo que demuestra su profundo vínculo y afecto por esta casa, fue la donación que le hizo de su valiosísima biblioteca, que en la actualidad está abierta al público.

El Premio Bustillo fue instituido en 1975 por la señora María Luisa Devoto de Bustillo, en homenaje a su esposo en ocasión del primer aniversario de su fallecimiento. En setiembre de ese año, la Academia incorporó formalmente este premio a su agenda.

El premio se otorga cada dos años y consiste en un diploma y una medalla que según el artículo 1 del reglamento del premio "está destinado a estimular los estudios sobre política agropecuaria" y "será concedido a persona o personas que se hayan distinguido en trabajos, estudios o investigaciones relacionadas con la economía y la política agropecuaria" (art. 4).

Para la gestión del Premio Bustillo la Academia designa un jurado que en este caso está integrado por los académicos de las Carreras, Pascale, Miguens, Barrett y yo tengo el honor de presidirlo. El jurado estudia los antecedentes de los potenciales candidatos al premio, propone a quien considera el más calificado y hace llegar su propuesta a la Comisión de Premios de la

Academia, que su vez, si coincide con el procedimiento seguido por el Jurado, lo eleva al plenario, que es la instancia final del otorgamiento del premio.

La Medalla Bustillo fue conferida por primera vez en 1980 al Dr. Alberto Mercier, Ministro de Agricultura de la Nación en el periodo 1955-1958, durante cuya gestión se creó el INTA, al reconocer , muy tempranamente la creciente importancia del cambio tecnológico en la agricultura contemporánea, y en consecuencia la necesidad de disponer de una entidad pública con suficiente capacidad en esa área.

La segunda medalla fue otorgada en 1982 al Dr. Adolfo Coscia, uno de los pioneros en impulsar estudios y análisis en el campo de la economía agropecuaria, fundamentalmente desde la EE de Pergamino, donde desarrolló gran parte de su carrera. Coscia también tuvo activa participación en el diseño de la política agropecuaria, como Jefe de Asesores del Secretario de Agricultura y Ganadería, Ing. Walter Kugler, en el periodo 1963-66 trabajando intensamente en la promoción de un régimen impositivo agropecuario basado en la renta normal potencial de la tierra.

Estas dos primeras distinciones ilustran sobre la amplitud de criterio con que la Academia ha otorgado este premio.

!Encomiable pluralidad por cierto!

Este año, la Academia concede, por decisión unánime, la Medalla Premio Bustillo al distinguido profesional, Dr. Ernesto Libo-

reiro, CPN por la UN del Sur en 1962, y doctorado en 1970 en Economía Agraria en la Universidad Estatal de Michigan, una de las mejores de EE.UU en su género.

El Dr. Liboreiro ha ejercido la docencia universitaria y se ha desempeñado como consultor y funcionario de organizaciones nacionales e internacionales.

Ha publicado prolíficamente tanto en la Argentina como en el exterior. Sus trabajos, sobre temas coyunturales y estructurales siempre se han caracterizado por su relevancia y la calidad y claridad de sus análisis.

Es miembro del Grupo BIo, compuesto por instituciones del sector privado interesadas en promover el desarrollo de la biotecnología en el ámbito del agro argentino. También es miembro de la Comisión agropecuaria del Consejo Argentino de Relaciones Internacionales (CARI)

Desde hace 13 años Ernesto es Director Ejecutivo de la Fundación Instituto para las Negociaciones Agrícolas Internacionales, (INAI), entidad privada creada por las Bolsas de Cereales de Rosario, Bahía Blanca y Buenos Aires y que cuenta con la adhesión de un grupo significativo de instituciones vinculadas al comercio de granos y derivados, que incluyen a la Cámara de la Industria aceitera de la RA (CIARA), al Centro de exportadores de Cereales y a la Federación Argentina de la industria Molinera. EL INAI, bajo la dirección de Ernesto se ha transformado en una referencia im-

prescindible para todo aquel interesado en el estudio la inserción de Argentina en el comercio mundial, el análisis de políticas públicas que afectan dicha inserción y las negociaciones de la nueva y la vieja agenda sobre este tema, en el marco de la globalización. Los trabajos del IANAI se caracterizan por su oportunidad, la relevancia y claridad de sus objetivos, la prolijidad de su ejecución y la prudencia de sus recomendaciones. En otras palabras un modelo de generación de conocimiento y reflexión encuadrados en un objetivo mayor cual es la promoción de políticas que apunten, en ultima instancia, al bienestar de de la sociedad argentina. A continuación esta distinguida audiencia podrá apreciar directamente lo aquí comentado.

Dr. Liboreiro , tiene la palabra

Premios 2012

**Premio ing. Agr. José M. BUSTILLO, versión 2012**

## **Comunicación**

**Dr Ernesto S. Liboreiro**

31 de mayo de 2012

Hoy en día, gracias al BID, a las instituciones que conforman el INAI y a otras instituciones, logramos construir un modelo que

creemos que es suficientemente bueno como para que Argentina tenga una forma de evaluar cuantitativamente el efecto de diferentes políticas.

Me pareció interesante presentar algo de políticas dada su vinculación al premio y pensé que podía utilizar una tecnología en la cual hemos trabajado unos cinco años. En la simulación, que vamos a presentar aquí hemos trabajado unos siete meses tres personas que están aquí.

## **Contenidos de la presentación**

El Power Point que se mostrará contiene dos partes principales. Por un lado se presentará una reproducción simplificada de cómo se comporta el mundo económico, político, tecnológico para 40 productos básicos. Miraremos para 20 países y para una "zona" que es el Resto del mundo. Observaremos que es lo que puede pasar con la producción, consumo, exportaciones, importaciones, precios internacionales, precios locales para los países contemplados y para Argentina de aquí a 10 años, como es usual en los trabajos del USDA, OCDE, FAO. ABARE, Canadá, etc. y para un escenario de base, que pueda tomarse para hacer comparación con otros escenarios que se simulen. Para nosotros el escenario de base es un escenario "continuación" en el que no hay grandes cambios en materia tecnológica, de políticas, negociaciones

internacionales, meteorología, etc. Advertimos que no es un pronóstico de lo que ocurrirá 10 años en adelante, sino lo que podría ocurrir si se cumplieran los supuestos del escenario "continuación". En la segunda parte veremos como se comportaría el conjunto de países si en Argentina eliminamos las limitaciones a las exportaciones y la producción para algunos de los productos que nos interesan. Creo que la tecnología que presentaremos es un instrumento confiable para las instituciones que quieran analizar escenarios diferentes a partir del escenario "continuación".

## **Supuestos**

Los resultados están condicionados a que no haya cambios en diversas variables. También hay supuestos macros de población, PIB, rendimientos tendenciales de producción por ha y animal, precio barril de petróleo, consumo mínimo de biocarburantes, etc. No incluye cambios en la financiación de los mercados de *commodities*.

Los supuestos de crecimiento de PIB son los del FMI de setiembre de 2011. Casi todas las políticas se mantuvieron constantes menos los consumos de biocombustibles. Estamos suponiendo que las metas de consumo no se cumplen en un 100% para UE y USA.

El modelo toma inicialmente los rendimientos/ha. pero el modelo también contiene variables que modifican los rendimientos en función de los precios de los productos y de los insumos de

manera que los rendimientos finales que informa el modelo son rendimientos por hectárea cosechada.

## **Resultados**

En caso de cumplirse los supuestos del escenario “continuación” aumentaría el comercio mundial principalmente vinculado a biocombustibles, carnes, aceites y harinas. El aumento total sería bastante alto y promisorio para el agro argentino. Sería más promisorio para los biocombustibles, luego para los aceites que son arrastrados en una buena parte por los biocombustibles, las harinas que son un co-producto de la molienda de oleaginosos y luego las carnes que tienen una demanda propia. Asimismo las tasas de crecimiento serían importantes cuando las comparamos históricamente.

Habría tasas de crecimiento importantes también en otros productos del modelo. Todos los aceites crecerían por relación de sustitución a tasas parecidas. En cuanto a las harinas oleaginosas, como habría una gran tracción por crecimiento de la demanda de aceites, ésta impulsaría la oferta adicional de harinas presionando su precio hacia la baja.

Las exportaciones a 10 años de numerosas *commodities* aumentarían pero no las de soja porque el consumo mayor de biodiesel arrastraría un nivel importante del total de la soja y el porcentaje de la soja caería.

Sin embargo el uso de este modelo no es predecir. Nadie puede predecir, lo más probable es que los números que ocurran dentro de 10 años no serán los que estamos presentando.

Con el escenario continuación, las hectáreas cosechadas en Argentina, subirían, desde la base a 33,7 millones de has. La producción de cereales y oleaginosas subiría, dentro de 10 años en 26 millones de toneladas llegando a 126 millones de toneladas. Esta cifra es bastante distante de las 160 millones prevista por el Planeamiento Estratégico Agroindustrial y Alimentario del Gobierno Nacional para dentro de 9 años. ¿Qué pasaría si pensáramos que se eliminan las limitaciones a las exportaciones, no porque el gobierno nacional estuviese pensando en esto? En este escenario llegaríamos a 5 millones de hectáreas adicionales cosechadas. La producción en el lapso 2011/22 aumentaría a 147,6 millones de toneladas. En consecuencia, no alcanzaría con eliminar las limitaciones actuales gubernamentales a las exportaciones y la producción para llegar a los 160 millones de toneladas del PEA. Habría que adoptar otras políticas. Posiblemente una diferencia principal yace en los rendimientos por ha. El libro del PEA no ahonda en políticas.

Los que estamos trabajando en el INAI ahora es analizar qué políticas adicionales deberían adoptarse para llegar a los 160 millones de toneladas. Estamos buscando insertarle al modelo variables que contemplen el nivel de empleo. Hay que tomar en cuenta, por otro lado que la eliminación de todas las limitaciones

a las exportaciones y producción de algunos productos pueden provocar disminuciones en ambas variables para algunos productos y en consumo, de manera tal que deberá analizarse con cuidado la manera de introducir modificaciones en política para maximizar valor de producción, exportaciones, empleo y contemplar modificaciones en los consumos.

Pensamos que con este modelo y otros afines la forma de evaluar técnicamente los cambios en políticas va a poder progresar en Argentina; vamos a poder cuantificar de manera más eficiente los cambios en las medidas de política.

Presentación del libro

**Dr Bernardo J. Carrillo y F. Javier Blanco Viera. 2011.**

***Manual de Neuropatía Animal***

Apóstrofe ediciones, San Salvador de Jujuy, Argentina: 166 p

**Apertura por el Señor Presidente de la Academia**

**Carlos O. Scoppa**

Buenos Aires, 14 de junio de 2012

Señoras y Señores Académicos

Señoras y Señores

El mandato que la Ley, impone a las Academias Nacionales es “promover el progreso de sus diferentes disciplinas, estimular la plenitud de las vocaciones intelectuales, difundir el fruto de sus trabajos y enaltecer en el país y el extranjero el prestigio de la Cultura Nacional”.

En cumplimiento de tal mandato, y de los edictos sociales y de la ética que nos tutelan, la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, ha convocado a Sesión Pública Extraordinaria para presentar el libro “Manual de Neuropatología Animal”, cuyos autores son nuestro Académico el Dr. Bernardo Carrillo y el Dr. Javier Blanco Viera.

La presentación y comentarios de la obra estarán a cargo del Dr. Elías Álvarez quien con la profundidad, la solvencia, el rigor y la elocuencia que lo distinguen se referirá a los aspectos conceptuales, metodológicos, de manejo y funcionalidad de una obra que entusiasmo al mundo veterinario desde siempre.

Estamos cumpliendo con el compromiso y las responsabilidades que impone el ejercicio de una función elegida como es la observancia de la legislación, la moral, la ética, la Investigación científica y el ineludible pacto que con la sociedad y su cultura se le imponen a las Academias Nacionales.

Es con esa algarabía, que solo da el cumplimiento de los designios morales y estatuarios, que nuestra corporación nos convoca hoy con ese sentimiento grato y vivo producido por algo tan

simple, pero a la vez tan profundo como es haber encontrado a dos ciudadanos que han sabido cumplir con lo cual en su momento fue su elección de vida: ser universitarios lo que obliga a un desempeño brillante y sostenido para retribuir a la sociedad el acceso a la cultura que ella le ha brindado.

Para mi abrir este acto hace que mi aquiescencia se agigante, pues tengo el privilegio de conocer a sus autores y admirar sus talentos, su sumisión absoluta por la norma y la incuestionable humildad que característica a los grandes, lo que me permitió incluirlos entre aquellos dignos de admirar por su calidad moral y científica.

Un libro es un instrumento básico para el pensamiento, de la misma forma que la escritura lo es para expresarlo y garantizar la perdurabilidad de la cultura por lo que entendemos que este texto se convertirá en un necesario, útil y motivador elemento de consulta para especialistas e investigadores como para profesionales de las ciencias veterinarias en general.

Al brindar su tribuna centenaria para presentar esta obra, la Academia, como custodia de las células matrices de la nacionalidad cumple con el mandato de contribuir a aumentar el conocimiento, la erudición, la experiencia y hasta la pasión. Representa parte del discurso esperanzador necesario para alinearnos, de una vez por todas, con la contemporaneidad y escapar del criterio conceptual y doctrinario errático, empobrecido y contradictorio que vive la República desde hace ya bastante más de medio siglo, alejándola del re-

finamiento que le era característico para sumirse en la rusticidad.

La Academia les reitera a los autores y al Dr. Álvarez, su agradecimiento por la permanente vocación y predisposición para el mejor cumplimiento de los objetivos de la corporación, en la seguridad que honraran a esta corporación centenaria.

Presentación del libro

**Dr Bernardo J. Carrillo y F. Javier Blanco Viera. 2011.**

***Manual de Neuropatía Animal***

Apóstrofe ediciones, San Salvador de Jujuy, Argentina: 166 p

## **Presentación de los autores**

**Elías Álvarez**

Buenos Aires, 14 de junio de 2012

Permítaseme, para presentar la obra literaria que nos convoca, evocar a los denominados "círculos virtuosos". Círculo virtuoso refiere a un fenómeno social en el que a partir de estímulos de excelencia, espontáneos o inducidos, se convoca a actores de trabajo social a estimularse y participar en un proceso complejo de ideas y acciones, estimulados por el proyecto inicial mismo y con el objetivo de mejorar la calidad social. La circunstancia de estímulo inicial favorable da lugar a nuevas circunstancias y logros compatibles con la inicial.

Los modelos de círculos virtuosos tienen entonces como objetivo conciliar aspectos teóricos y prácticos para la formación de operadores sociales de excelencia.

Una sociedad formada por muchos círculos virtuosos crea un amplio capital social. El capital social es crítico para lograr la prosperidad y la competitividad siendo sus consecuencias notables en la vida social, política y económica.

Los círculos virtuosos se forman en todas las creencias, actitudes, tareas y resultados multiplicables. Veamos un ejemplo aplicado de la medicina veterinaria.

Bernardo Carrillo y Javier Blanco Viera son un claro ejemplo de formación y participación de un círculo virtuoso y su retroalimentación.

Cual ha sido la trayectoria:

- Raúl Prebisch plantea en el año 1956 el dilema del atraso tecnológico en el sector agropecuario Argentino.
- En diciembre del mismo año se crea el INTA para impulsar, vigorizar y coordinar el desarrollo de la investigación y extensión agropecuaria, presuponiendo con ello acelerar con sus beneficios la tecnificación y mejoramiento de la empresa agropecuaria y de su vida social. Una auténtica propuesta de motivación a un círculo virtuoso.
- De inmediato e impulsado por las primeras decisiones del Ingeniero Ubaldo García y el Dr. José María Quevedo hijo,

Bernardo Carrillo y otros 10 colegas ingresan a INTA como becarios y con la definida misión de recorrer el país y mapear patologías preexistentes guiados y acompañados por el Dr. Avery Pratt de la Universidad de Cornell, Estados Unidos de América, contratado a ese fin por INTA.

- De resultados de su trabajo es seleccionado y becado por FAO a capacitarse en Cornell.
- Estando en Cornell vislumbra que será necesario involucrarse institucionalmente en la formación de postgrado y así lo informa a sus superiores. Son nuevamente Ubaldo García y Quevedo quienes le indican quedarse en Cornell, inscribirse y realizar el que será uno de los primeros postgrados de la ciencia veterinaria argentina.
- Se origina así la estrategia INTA de crear y recrear la formación de excelencia, formando su basamento intelectual, parte de su capital social.
- (1961) De regreso a la EERA Balcarce aplica su formación al proyecto FAO/INTA para el estudio de las enfermedades nutricionales, ocupando la codirección del proyecto. Con la colaboración de científicos Neozelandeses y Australianos promueve, con el apoyo del Director de la EERA Ingeniero Pascuale, la creación en el predio Balcarce de las llamadas "reservas", auténticos y originales trasplantes experimentales transfronterizos de diseño y adaptación a la región pampeana.

- Marcha luego a realizar su postgrado en Davis, California, donde entre otros completa su tesis sobre la calcinosis enzootica bovina.
- (1973) Nuevamente en Balcarce y con nuevos proyectos FAO extiende los conocimientos y metodologías del grupo a otras regiones: ganadería de engorde en el Oeste pampeano, y al NOA en Cerrillos, Salta.
- Desórdenes nerviosos no atribuibles a trastornos metabólicos lo inquietan y conducen, junto a los Dres. Casaro y Villar a la descripción de poliencefalomalasias a Herpes virus.
- (1982) Estos nuevos hallazgos lo llevan, con 18 casos, al Instituto de Neuropatología de Munich, Alemania, donde confirma las encefalitis a Herpes.
- Este trabajo lo concluye, como profesor invitado, en el Instituto de Patología de Gainesville, Florida, EEUU. En esa época se graduaba y corría sus primeras experiencias en un regimiento de caballería en Esquel como veterinario general, el Dr. Blanco Viera. Sin saber y proponérselo se preparaba para ingresar al círculo virtuoso. Una necropsia de rutina le descubre su pasión por el diagnóstico de laboratorio.
- También en esos momentos ingresaba a esta ilustre Academia el Dr. José María Quevedo hijo, una pieza original del círculo.
- (1986) Estando ya Carrillo en Castelar como Jefe de Dpto. de Patología incorpora becarios, siendo allí el ingreso de Blanco

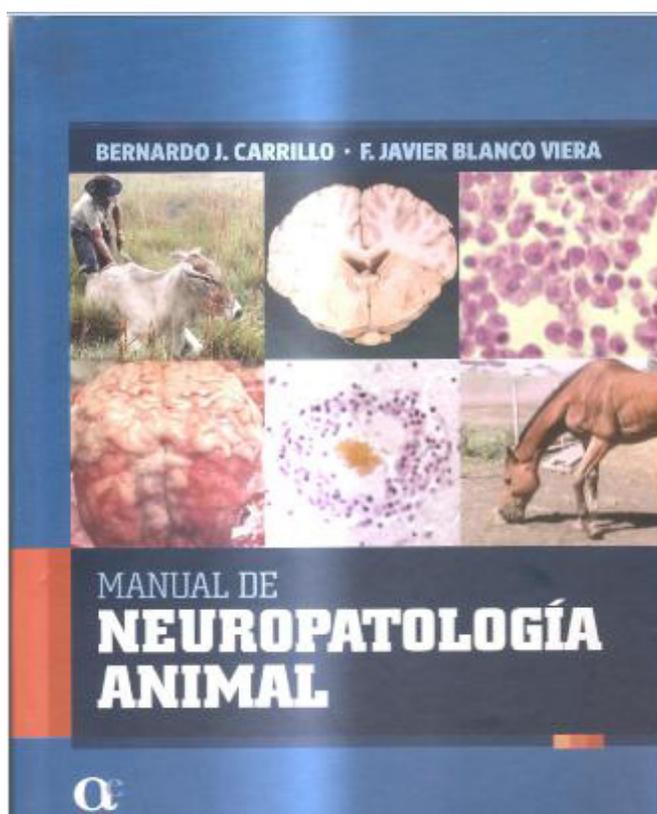
Viera su introducción formal al círculo virtuoso.

- Ya creado y funcionando el círculo virtuoso de INTA, dentro del grupo de patólogos en Castelar, Blanco Viera acentúa las investigaciones en las patologías nerviosas, va a México y recibe su Master.
- Consolidados, maestro y discípulo dan forma en Castelar a una unidad de trabajo novedosa.
- Durante toda su permanencia en INTA, Blanco Viera publica los frutos de más de 170 investigaciones en el ámbito nacional e internacional. Trasciende su conocimiento a la docencia universitaria y a la Maestría en Salud Animal de la UBA.
- Cuando estalla en el mundo la nueva Encefalopatía espongi-forme degenerativa y se confirma su transmisión al hombre, viaja el Dr. Carrillo a Inglaterra ( U. Weybridge) y Escocia donde abreva y participa de los más refinados métodos de diagnóstico y reconocimiento de casos clínicos.
- De regreso a Castelar, Carrillo, casi al borde de su jubilación transmite sus conocimientos al grupo y a Javier dando forma a un área de diagnóstico.
- Merced a la experiencia y reconocimiento internacional de este grupo son designados por SENASA la OIE como Laboratorio Regional de referencia y responsables del programa de vigilancia para Argentina y región.
- Por otro lado y ya con actuales discípulos, ahora de Blanco

Viera, se proponen los autores transferir sus conocimientos y metodologías de pesquisa al veterinario rural mediante el Manual de Neuropatología que hoy presentamos.

- Un círculo virtuoso de 56 años y con descendencia. Un pequeño gran ejemplo para una sociedad que debe imperiosamente crear círculos virtuosos. Valga este como ejemplo.

Gracias





Presentación del libro

Marcelo Regúnaga y Julio A. García Tobar (Coord.). 2011.

***Cadenas de base pecuaria. Una gran oportunidad***

Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Serie N° 36,

Buenos Aires, Argentina

**Apertura**

**Carlos O. Scoppa**

26 de junio de 2012

Señores Académicos,

Ing Agr Héctor Huergo,

Señoras y Señores

La Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria ha convocado a Sesión Pública Extraordinaria para presentar el libro "Cadenas de Base Pecuaria, una gran oportunidad", publicado por esta corporación. El libro forma parte de un conjunto de obras que la Academia decidió realizar a manera de homenaje y celebración del centenario de su creación y al bicentenario de la fundación de la Patria.

Y para esta en particular, su Plenario designó a seis de sus distinguidos miembros, los académicos, Doctores Bernardo Carrillo, Emilio Gimeno, Eduardo Palma y Alejandro Schudel junto a los Ingenieros Agrónomos Alberto de las Carreras y Lucio Reca, quienes establecieron los aspectos básicos de la obra y su diagramación.

A partir de esa instancia identificaron y lograron la colaboración de un conjunto de destacados especialistas en cada una de las temáticas a tratar, y dentro de ellos se eligió para actuar como coordinadores al Ing Agrón Marcelo Regúnaga y al Académico Dr Julio García Tobar.

La Academia expresa a todos ellos su más profundo reconocimiento y agradecimiento por el desinteresado ofrecimiento de sus aquilatados saberes sin los cuales no hubiese sido posible este aporte.

De igual forma, lo hace con el Ing Agrón Héctor Huergo quien tendrá a cargo su presentación, la cual comprenderá seguramente, como es habitual en él, un riguroso y profundo análisis y evaluación de su contenido y de su posible repercusión en el sector y en el país todo.

La Academia espera que este texto, que en su título lleva las palabras "gran oportunidad", pueda llegar a ayudar a quienes tienen responsabilidad de ejecución a adoptar las acciones que terminen con la ironía de nuestra siempre declamada proverbial riqueza, transformada en potencial desde las primeras décadas del siglo pasado. Que no sea una nostalgia más, y terminemos con tantos años de teorizaciones, dialécticas y retóricas expresadas en marchas y contramarchas, por quienes tuvieron y tienen la responsabilidad de hacer realidad, tantas cosas anunciadas y nunca concretadas, que agobian, confunden y alejan voluntades.

Y que dejemos de esforzarnos en fingir, o peor aun creer ser lo que quisiéramos ser, olvidando que la apariencia no anticipa ni prepara para la realidad. No es una Argentina diferente, sino un argentino nuevo el que se elabora en cada generación.

Y que tanto las actuales como las nuevas generaciones estén persuadidas de que en el mundo económico como en el físico nada es gratuito, por lo cual debemos dejar de ser espectadores o declamadores en el torneo de la inteligencia y el trabajo.

Para que esa Argentina deje de fosilizarse dentro de una esclerosis conceptual creciente que la estanca en debates, declaraciones y pensamientos superficiales, momentáneos, coyunturales cada vez más lejanos de los desafíos del presente.

Y que esa cultura senil, cuando no unida a una aridez intelectual, deje de ejercer su influencia y cese de obstaculizar aquellos pasos necesarios para conformar un escenario superador.

La sociedad espera de las Academias una alta contribución de ideas y de esfuerzos por lo que en cualquier campo en que nos toque actuar nuestros meritos y cultura gravitaran necesariamente en la obra colectiva.

Los grandes problemas de cuya resolución puede depender la riqueza y el crédito de la nación necesitan el mayor número de inteligencias preparadas.

La tarea no será fácil pues no es solo la economía la que esta en crisis como tampoco lo social o lo político. Es una dinámica estruc-

tural, una ondulación que conmueve al conjunto. Así el cambio solo puede llegar por el desarrollo integral del hombre en su totalidad.

Y ahora dejo al Ing Agrón Héctor Huergo esta tribuna para que proceda a la presentación de la obra.

Presentación del Libro

Marcelo Regúnaga y Julio A. Garcia Tobar (Coord.). 2011.

***Cadenas de base pecuaria. Una gran oportunidad***

Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Serie N° 36,

Buenos Aires, Argentina

## **Acerca del libro**

**Julio A. García Tobar**

A manera de homenaje y celebración al bicentenario de la fundación de la Patria y al centenario de su creación, la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria decidió auspiciar la publicación de un conjunto de libros. *Cadenas de base pecuaria. Una gran oportunidad* es uno de ellos.

El Comité Editorial de la Academia, integrado por los Señores Académicos Doctores Bernardo Carrillo, Emilio Gimeno, Eduardo Palma y Alejandro Schudel, y por los Ingenieros Agrónomos Alberto de las Carreras y Lucio Reza, encomendó al Ing Agrón Marcelo Regúnaga y al Dr Julio A. Garcia Tobar la coordinación de la obra.

La importancia socio-económica que para nuestro país han tenido y tienen las cadenas de valor de base agropecuaria es bien conocida, aunque no siempre debidamente reconocida. La visión de los coordinadores, sobre la que asentaron el desarrollo de su trabajo, fue: "Las cadenas de valor de base pecuaria son un componente estratégico de un programa sustentable de crecimiento económico nacional, de generación de empleo y de desarrollo armónico de todo el territorio argentino".

Sobre la base de una sólida información estadística, de diversos trabajos nacionales é internacionales acerca el tema y a través de entrevistas con referentes calificados, integrantes de las diferentes cadenas y representantes de todos sus nodos, se logra demostrar la importancia de la actividad pecuaria, se estima el potencial de las redes de valor de base pecuaria y se derivan recomendaciones sobre las políticas públicas y acciones privadas necesarias para maximizar la expresión de dicho potencial.

La obra está integrada por 8 capítulos que abordan temas tales como: Introducción; Importancia socio-económica de las cadenas de base pecuaria; Escenarios esperados para los mercados nacionales é internacionales de los productos pecuarios y sus implicancias para Argentina; Situación actual y listado FODA de las principales cadenas de base pecuaria; Potencial de crecimiento de las principales cadenas del sector pecuario; Políticas de Estado para promover el crecimiento del sector, lineamientos

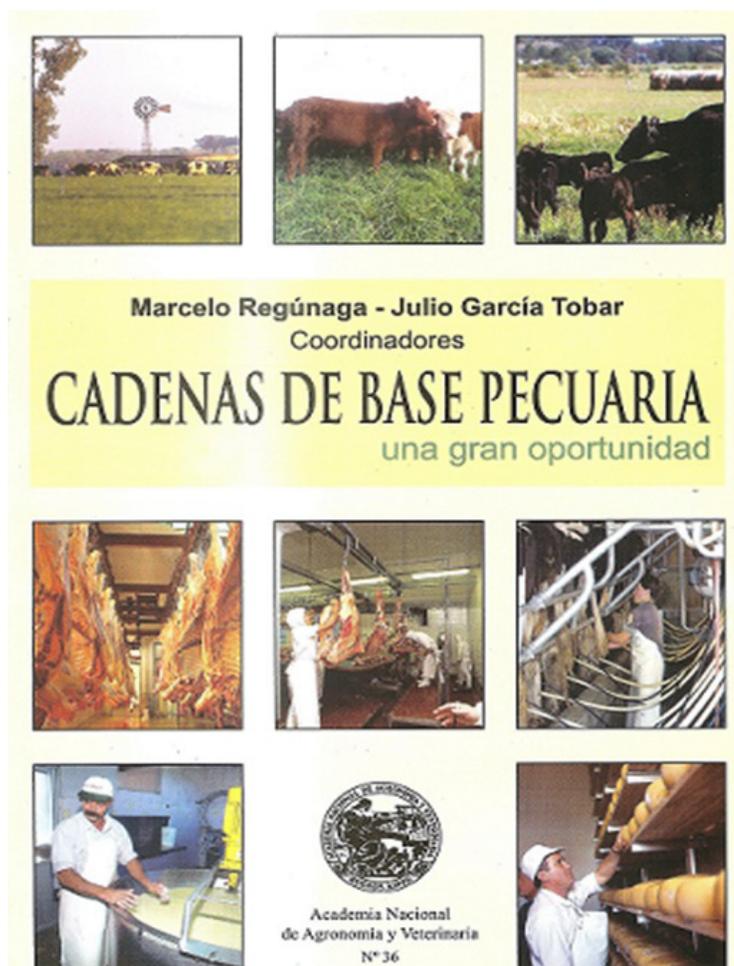
estratégicos; Consideraciones finales y Bibliografía.

Los autores concluyen que, más allá de especificidades y detalles, los problemas que enfrentan las cadenas de valor de base pecuaria y sus integrantes presentan rasgos en común con los diversos problemas que la sociedad argentina enfrenta. Se trata de problemas difíciles, "duros". Problemas que son dinámicamente complejos, porque causa y efecto están lejos en tiempo y espacio, generativamente complejos, pues se desarrollan en términos no corrientes e impredecibles y socialmente complejos ya que los participantes ven las mismas cosas de diferentes maneras. Son problemas que solo pueden ser resueltos con un enfoque sistémico, emergente y participativo. Sistémico, en tanto se debe atender a las aristas sociales, políticas y económicas. Emergente, pues las soluciones solo se alcanzan si se logra crear nuevas realidades. Participativo, pues cualquier intento de solución demanda la participación y el compromiso de actores con un liderazgo reconocido. Los autores postulan que lo que destrabará los problemas y generará soluciones que permitan la plena expresión del potencial, no sólo de las cadenas pecuarias, sino del país todo, son cambios profundos en su naturaleza y evolutivos en su desarrollo, en las estructuras operativas y de relación que se dan entre los participantes públicos y privados.

La tarea es particularmente ardua en un país como Argentina, donde el capital social es escaso. Pese a ello el principal argumento a favor de empeñar los muchos esfuerzos necesarios, es

pensar en la alternativa. Es justamente la alternativa la que ha conducido a la situación hoy vigente en el país.

Una frase de nueve palabras, atribuida al humorista escocés Sir Henry Lauder (1870-1950), cierra la obra: "El futuro no es un obsequio, es un logro".



**Figura.** Tapa del libro de referencia



## Comunicación

# Recordando a Ronald Aylmer Fisher

Ing. Agr. Rodolfo G. Frank



Ronald A. Fisher fue un destacado estadístico y genetista inglés, a quién se debe buena parte de las técnicas actuales de diseño experimental.

Fisher nació el 17 de febrero de 1890 en Londres, en el seno de una familia de buen pasar económico. Su padre, George Fisher, era dueño junto con un socio de una firma de remates de obras de arte; su madre, Katie Heath, hija de un procurador. Fisher fue el menor de ocho hermanos. Tuvo un hermano mellizo que falleció en la infancia y otro hermano emigró a la Argentina,

pero volvió para luchar en la Primer Guerra Mundial, falleciendo en 1915<sup>1</sup>. A los 14 años, en plena adolescencia, falleció su madre y dos años después, en 1906, su padre sufrió un serio revés económico que le impidió financiar los estudios de sus hijos. Pero Ronald ya había mostrado con anterioridad ser poseedor de una inteligencia destacada, por lo que no tuvo dificultades en lograr becas para poder proseguir sus estudios. Es así como en 1912 se graduó en la Universidad de Cambridge en matemáticas. Permanece, gracias a otra beca, un año más en la universidad estudiando física, astronomía y teoría de los errores, esta última muy relacionada con la astronomía y que en Fisher despertó su interés por la estadística. Traba asimismo amistad con William Gosset ("Student") (1876-1937) con quién discute temas relacionados con el concepto de grados de libertad y la distribución de t. Por otra parte, ya en sus años de estudiante se interesó en la biología, en especial en las teorías de la evolución y selección natural. Es así como fue uno de los miembros fundadores de la Sociedad de Eugenesia de Cambridge.

Después de dejar la universidad y ante la necesidad de ganarse la vida, trabajó durante algunos meses en una explotación agropecuaria en Canadá, pero regresó poco tiempo después a Londres para ingresar como estadístico en una empresa mercantil. Al esta-

---

**1** Yates, Frank and Kenneth Mather. Ronald Aylmer Fisher. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society of London 9:91-120. 1963.

llar la Primera Guerra Mundial se presenta como voluntario, pero es rechazado debido a su acentuada miopía. Durante los años de guerra se gana modestamente la vida enseñando matemáticas y física en colegios de Londres.

En 1919 se da un importante cambio en su vida: ingresa a la más importante y antigua estación experimental inglesa, Rothamsted, dirigida en ese entonces por Sir E. John Russell (1872-1965), en calidad de estadístico con la finalidad de ordenar y analizar los datos experimentales reunidos desde su fundación en 1843. Esto lo lleva a plantearse, desde el punto de vista estadístico, el problema del diseño experimental y el análisis de los datos, creando el análisis de la varianza (ANOVA) y posteriormente el concepto de máxima verosimilitud como metodología de cálculos. Destaca la importancia de la aleatorización en la distribución de las parcelas y propicia el uso del diseño en cuadrado latino. Desarrolla el estudio de las muestras pequeñas, casi inexistente antes. Todo ello, que hoy en día son técnicas corrientes de amplia difusión, fueron importantes innovaciones cuando Fisher las introdujo. El fruto de todo ello fue su libro *Statistical methods for research workers*, publicado en 1925, que tuvo 14 ediciones y que fue traducido a seis idiomas, entre ellos el castellano. Fue, por largos años, el referente de la estadística experimental. En su prólogo expresa Fisher: "El elaborado mecanismo construido sobre la teoría de muestras infinitamente grandes no es suficien-

temente exacto para datos de laboratorio. Sólo con un abordaje sistemático de problemas de muestras pequeñas por sí mismo hace posible aplicar test exactos a datos prácticos. Esta es, cuando menos, la finalidad de este libro.”

Su estancia en Rothamsted también le permitió dedicarse a su otra área de interés: la genética. Efectuó allí experiencias de cruzamientos con ratones, aves y caracoles. El fruto de ello fue su libro *Genetical theory of natural selection*, publicado en 1930, en el que compatibiliza las teorías de la selección natural de Darwin con las leyes de la herencia de Mendel. Ya antes de la edición de esta obra, Fisher había publicado trabajos relativos a la genética cuantitativa, rama de la genética de la cual fue uno de los fundadores.

Fisher mantuvo activos contactos con otros investigadores en diferentes países. En especial con George W. Snedecor (1881-1974) de la Iowa State University, el fundador del primer departamento universitario de estadística en Estados Unidos. Fisher visitó varias veces este Departamento. La denominación “*F*” del conocido estadístico basado en la distribución de *F* se debe a Snedecor en honor a Fisher.

Sus trabajos en estadística y genética fueron llamando la atención de la comunidad científica. En mérito de ello, es elegido miembro de la Royal Society (que en Gran Bretaña es el equivalente de una Academia de Ciencias) en 1929, o sea cuando recién había cumplido 39 años de edad. En años posteriores fue

designado miembro de academias de ciencias de Estados Unidos, Suecia, Dinamarca y miembro honorario de la Pontificia Academia de Ciencias (del Vaticano) en 1961, un año antes de fallecer<sup>2</sup>.

En 1933 fue designado profesor de eugenesia en la University College London al jubilarse su anterior titular Karl Pearson (1857-1936), teniendo a su cargo el Laboratorio Galton. Pearson fue, como Fisher, estadístico (a él se debe –entre otros- el coeficiente de correlación basado en una idea de Francis Galton y la prueba de ji cuadrado) y genetista y, en esta ciencia, dedicado principalmente a la eugenesia. Pese a compartir estos campos de interés, la relación entre ambos había sido tirante en el último decenio y medio debido a una crítica que Pearson hizo de un trabajo de Fisher, y posteriores críticas de Fisher a trabajos de Pearson.

En el Laboratorio Galton Fisher pudo proseguir con sus experimentos con ratones, que trajo de Rothamsted (allí los criaba en su casa por falta de espacio adecuado en la estación experimental). Al comienzo de la Segunda Guerra Mundial, la cátedra fue disuelta y Fisher con su equipo evacuado de Londres, volviendo transitoriamente a Rothamsted hasta 1943, año en que aceptó la cátedra de genética en la Universidad de Cambridge (Arthur Balfour Professor), cargo que ocupó hasta su jubilación en 1957, permaneciendo allí hasta 1959 cuando fue designado su sucesor. Los principales hitos en materia genética en ese período son la

---

<sup>2</sup> Fisher era anglicano practicante, no católico.

fundación de *Heredity, an international journal of genetics*, junto con C. D. Darlington en 1947, la publicación del libro *The theory of inbreeding* en 1949 y las investigaciones sobre grupos sanguíneos y el factor Rh.

En los años que fue profesor de eugenesia y genética prosiguió con sus investigaciones y publicaciones en materia de estadística. Es así como en 1935 publica *The design of experiments*, "el primer libro dedicado explícitamente a este tema, ampliando y extendiendo la un tanto sumaria exposición de *Statistical methods*"<sup>3</sup> que tuvo 8 ediciones, y en 1938, en colaboración con su colaborador y luego sucesor en Rothamsted Frank Yates (1902-1994), *Statistical tables for biological, agricultural and medical research*. Esta obra alcanzó 5 ediciones en vida de Fisher y una 6ª edición (con varias reimpressiones) se publicó después de su fallecimiento bajo la dirección de Yates<sup>4</sup>. En 1950 publicó *Contributions on mathematical statistics* y en 1956 *Statistical methods and scientific inference*. Sus intereses, en materia estadística, eran amplios. "Sería más económico listar los pocos tópicos estadísticos en los que no mostró interés que aquellos en que lo hizo" afirma el matemático y estadístico Leonard Savage (1917-1971)<sup>5</sup>. Publicó, aparte de sus libros, casi 300 trabajos sobre estadística y genética.

---

**3** Yates, Frank and Kenneth Mather. op. cit. p. 94.

**4** También fue traducida al castellano (publicada por Aguilar) y al portugués.

**5** Savage, Leonard J. On rereading R. A. Fisher. *The Annals of Statistics* 4(3):441-500. 1976.

Después de jubilarse como profesor de Cambridge viajó a Adelaide, Australia, invitado por el jefe del Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) Edmund A. Cornish (1909-1973), que le ofreció continuar allí sus investigaciones. Fisher encontró allí un ambiente muy favorable que lo indujo a quedarse allí, donde falleció el 29 de julio de 1962. En la Universidad de Adelaide se conserva un archivo de los papeles de Fisher consistente en sus trabajos, correspondencia, etc.<sup>6</sup>

Fisher fue acreedor de numerosas distinciones. La Royal Society lo galardonó en 1948 con la Darwin Medal "en reconocimiento de sus distinguidas contribuciones a la teoría de la selección natural, el concepto de su complejo genético y la evolución de la dominancia" y en 1955 con la Copley Medal "en reconocimiento de sus numerosas y distinguidas contribuciones en el desarrollo de la teoría y las aplicaciones de la estadística por hacer cuantitativo un vasto campo de la biología". La Linnean Society of London le otorgó la Darwin-Wallace Medal (reconocimiento de la investigación en biología evolutiva) en 1958. Fisher recibió doctorados honorarios de las universidades de Glasgow, Adelaide, Iowa State University, Leeds y Harvard. La reina Isabel II lo designó Caballero (*Sir*) en 1952.

La miopía de Fisher le dificultaba trabajar con luz eléctrica. Esto llevó a que desarrollase una gran habilidad para los cálculos

---

<sup>6</sup> R. A. Fisher Digital Archive. <http://digital.library.adelaide.edu.au/dspace/handle/2440/3860> (Acceso 8/6/2012).

mentales y hasta un cierto desprecio hacia las calculadoras mecánicas. Sin embargo, con el advenimiento de las computadoras, supo aprovechar sus ventajas. Es poco conocido que el primer trabajo en materia de biología usando una computadora para los cálculos (una tabla resultante de una ecuación diferencial) fue publicado por Fisher en 1950<sup>7</sup>. Para calibrar adecuadamente este hecho se debe tener presente que en ese año sólo había alrededor de 15 computadoras en uso en todo el mundo, funcionaban con válvulas electrónicas (el transistor, inventado tres años antes, aún no se usaba en computadoras), eran lentas y poco confiables y requerían programas específicos para cada problema.

Ya se mencionó la destacada inteligencia de Fisher. Su carácter era amable, sin dejar de ser por ello una persona difícil. Apreciaba y gustaba de la compañía de otros científicos y era habitué de reuniones científicas. Pero era discudidor y se molestaba cuando lo contradecían. "Sus punzantes comentarios verbales eran bien conocidos; si bien frecuentemente efectuados sin malicia, fueron sin embargo desconcertantes para personas de temperamento menos robusto."<sup>8</sup> Entre sus opiniones controvertidas se hallaban sus dudas acerca de que fumar origina cáncer pulmonar, como lo mostraban las correlaciones halladas en su época. Sin embargo hay que tener en cuenta que como estadístico era consciente que una correlación no era una

---

<sup>7</sup> Fisher, R. A. Gene frequencies in a cline determined by selection and diffusion. *Biometrics* 6(4):353-361. 1950.

<sup>8</sup> Yates, Frank and Kenneth Mather. op. cit. p. 97.

relación de causa-efecto. "*Correlation is not causation*" señala con énfasis en uno de sus trabajos sobre el tema<sup>9</sup>.

En su vida privada se casó con Ruth Eileen Guinness en 1917. De su matrimonio hubo ocho hijos, dos varones y seis mujeres. Su hijo mayor George se enroló en la Royal Air Force con motivo de la Segunda Guerra Mundial y murió en 1943. Una de sus hijas, Joan, casada con el estadístico George E. P. Box (n. 1919), es autora de una biografía de Fisher<sup>10</sup>.

Dos reflexiones finales. En primer lugar es imposible –al menos con los medios actualmente disponibles- medir el impacto de la obra de Fisher en lo referente a lograr mayor objetividad en los resultados provenientes de la investigación, proponer nuevas técnicas (en especial en materia de diseño experimental) y por consiguiente lograr economías de trabajo y capital. Pero no cabe duda que ha sido enorme y duradera. Sus métodos y sus técnicas son la base de cualquier tratado de estadística, en especial, la estadística experimental, y son de uso permanente por parte de los investigadores.

En segundo lugar cabe señalar la importancia y la influencia de la matemática sobre un campo aparentemente tan alejado como lo es la biología. Fisher y Pearson son en realidad casos raros de investigadores de fueron matemáticos y biólogos a la vez; más bien es usual una separación tajante entre los cultores de ambas cien-

---

**9** Fisher, Ronald. Cigarettes, cancer, and statistics. Centennial Review 2:151-166. 1658.

**10** Box, Joan Fisher. R. A. Fisher: the life of a scientist. New York, Wiley, 1978. 512 p.

cias. Pero así como después de Fisher no cabe duda que no se puede experimentar en biología sin conocimientos de matemática, la necesidad de ella lejos se halla de aplacarse y no sólo se refiere a la estadística. Hoy en día se tratan de explicar fenómenos biológicos mediante funciones y ecuaciones cada vez más complejas, se formulan modelos matemáticos para simular la biología, se cuantifican relaciones causa-efecto mediante regresiones, etc. La computadora ha logrado ahorrar al investigador el tedioso trabajo del cálculo, pero le ofrece la posibilidad de aplicar los más elaborados planteos matemáticos. Y eso exige una buena formación matemática de los biólogos. Este es el consejo implícito que nos legó Fisher.

#### **BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA** (aparte de la citada en las notas al pie de página)

**Aldirch, John.** A guide to R. A. Fisher. <http://www.economics.soton.ac.uk/staff/aldrich/fisherguide/rafreader.htm> (Acceso junio de 2012).

**Figuroa Preciado, Gudelia.** 2002. Ronald Aylmer Fisher. Apuntes de historia de las matemáticas 1(3):32-40.

**Fisher, R. A. Statistics.** En: Heath, E. A. (ed.). Scientific thought in the Twentieth Century. London, Watts, 1951. p. 31-55.

**Fisher, Ronald A. y Frank Yates.** Statistical tables for biological, agricultural and medical research. 6th ed. Edinburgh, Oliver & Boyd, 1963. 146 p.

**Infante Gil, Said.** Ronald Aylmer Fisher y la agronomía. Rev. Fitotecnia Mexicana 30(3):205-213. 2007.

**O'Connor, John J. y Edmund F. Robertson. Sir Roland Aylmer Fisher.** En: MacTutor History of Mathematics, <http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Fisher.html> (Acceso junio de 2012).

**Ronald Fisher.** En: [http://en.wikipedia.org/wiki/Ronald\\_Fisher](http://en.wikipedia.org/wiki/Ronald_Fisher) (Acceso junio de 2012)

Premios 2012

Premio Prof. Dr. Osvaldo Eckell, versión 2011

## **Apertura del Presidente de la ANAV**

**Dr Carlos O. Scoppa**

Universidad Nacional de Río Cuarto, 29 de agosto de 2012

Señores Académicos

Señor Vicerrector de la Universidad Nacional de Río IV

Señor Vicedecano de la Facultad de Agronomía y Veterinaria

Señores. Profesores

Recipiendarios del Premio Prof. Dr. O. Eckell, versión 2011

Familiares, amigos, condiscípulo, colegas

Señoras y Señores

Cumpliendo con su mismo carácter de Nacional y un mandato que emana de su propio Estatuto, hoy la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria se reúne en Sesión Publica Extraordinaria en esta aún joven Universidad Nacional de Río Cuarto, pero que ya es candela que irradia potente luz de cultura desde el mismo centro de la República.

Lo hace para hacer pública y explícita la muy grata tarea ética, jurídica y estatutaria como es individualizar a aquellos ciudadanos merecedores del reconocimiento público. En el caso de hoy haciendo entrega del Premio Prof. Dr. Osvaldo Eckell, en su versión 2011. Distinción reservada fundamentalmente a distinguir aportes

relacionados con la Patología y la Clínica Médica. Presea que fuera instituida en 1975, para ser discernida por esta Academia, por la Sra. Celina Vega Herrera de Eckell en memoria de su esposo, admirado docente, eminente patólogo y miembro conspicuo de nuestra corporación de la que fuera Académico de Número, Secretario General y Presidente de su Comisión de Publicaciones.

Hoy este reconocimiento lo obtienen Pablo Tamiozo, Bibiana Pelliza, Alicia Carranza y Arnaldo Ambrogi en cuyo trabajo el Jurado Académico, presidido por nuestro distinguido cofrade, el Dr. Eduardo Gimeno, ha visto las virtudes y calidad correspondientes para proponerlos al plenario académico, quien aprobó su dictamen por unanimidad. Corresponderá precisamente al Dr. Gimeno, efectuar la alocución de circunstancia exponiendo con su característica elocuencia las consideraciones que motivaron esa recomendación.

Los logros y el nombre de las personas que lo obtuvieran con anterioridad hablan por sí solos de la jerarquía de este premio, la cual se acrecienta aún más por la obra y las calidades de quienes hoy la reciben. Grande es el honor del que son dignos y justos acreedores, pero mucho más grande el compromiso que adquieren.

Es que un premio que para el diccionario es una recompensa, o galardón que se otorga por algún mérito o servicio va mas allá, pues son estímulo y reconocimiento para quienes transitan y abren camino uni o multidireccional en la búsqueda permanente del hombre por saber más.

Es en fin, una afirmación a la inteligencia, a la energía creadora, al trabajo, que es la pulsión que traduce la vida humana en todos sus órdenes.

Y es precisamente deber de las instituciones nobles tributar a estos preclaros ciudadanos el homenaje del que son merecedores recordando que las conquistas que al principio fueron visión exclusiva del genio, luego quedan definitivamente consagradas y pasan a ser patrimonio de todos.

De allí lo reconfortante de estas ceremonias, que nos permiten mostrar a la caravana sordida que pasa sin mirar, el espectáculo de este grupo de personas que nos descubrimos ante el talento creador, el juicio y la fajina. De ese continuo e infatigable esfuerzo de buscar la verdad, a través del rigor científico y la sustancial condición de encontrar el equilibrio razonable, entre lo que hay que aprender y aquella pequeña porción que podemos dominar.

No importan tanto las conclusiones sino la manera de plantear los problemas y el interés con que el pensador las encara.

Nuestros premiados de hoy, son prueba de ese permanente y munífico servir que deviene de la privilegiada categoría intelectual que brinda la educación pública obligándolos a sentirse servidores distinguidos del Soberano. Ese que merece la más alta contribución de ideas y de esfuerzos como retribución mínima por haberles ofrecido, sin reticencia alguna, la educación y el espíritu universitario. Ese ánimo que sólo abreven al transitar sus aulas y sus

cenáculos aquellos que realmente viven esa admirable dignidad del patrimonio argentino exclusivo de su universidad nacional.

Porque es en ese ámbito donde fertilizaron su propio talento volcando sobre él un riego permanente de vocación y trabajo solidario cuyos meritos y la cultura que ofrecen conforman la obra colectiva.

Las huellas de su acción está aquí visible y ante ellas también rendimos nuestro modesto tributo y admiración por sus obras y ejemplo, que perdura en base al latido selecto de los que crean, de los que la interpretan.

En nuestro caso lo único que aceptamos y nos anima es que los realmente capacitados puedan pensar y aportar ideas de beneficio común y obtengan el reconocimiento que merecen.

Es por eso, que la Academia está hoy en Río IV para algo tan reconfortante como es distinguir a personas que ejemplifican con su trabajo y para tratar, como lo intenta siempre, de dejar alguna idea germinando y para llevarse lo aprendido junto con la íntima alegría del deber cumplido y los afectos conquistados.

Reciban entonces señoras y señores premiados, este reconocimiento por haber superado la cultura senil y la aridez intelectual, tratando de esa forma, de ayudar a conformar el tan ansiado escenario superador que espera nuestra Patria.

Premios 2012

**Premio Prof. Dr. Osvaldo Eckell, versión 2011**  
**Trabajo premiado**

Pablo Jesús Tamiozzo, Bibiana Rosa Pelliza, Alicia Isabel Carranza & Arnaldo Ambrogi. 2011. MONITOREO DE LA PRESENCIA DE *Mycoplasma hyopneumoniae* EN GRANJAS DE CERDOS DURANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMAS DE ERRADICACIÓN. Revista Ciência Rural (Santa María, Brasil, ISSN 0103-8478, CR: 4165), 41 (4): 699-705.

Epub Apr 15, 2011. ISSN 0103-8478. doi: 10.1590/S0103-84782011005000038.



Homenaje al Centenario del Natalicio de los Académicos  
Dres. Alberto Cano, Pedro Cattaneo, José Monteverde y Boris Szyfres,  
y del Ing. Agr. Rafael García Mata

## **Discurso de Apertura del Sr. Presidente**

**Dr. Carlos Octavio Scoppa**

Sesión Pública Extraordinaria del 13 de setiembre de 2012,  
Buenos Aires

Señoras y Señores,  
Buenas tardes

Si, solamente y nada menos que Señoras y Señores. Porque en actos como este, donde solo privan la dulzura de los afectos y el sentimiento de gratitud, los títulos y las representatividades no cuentan, están de más.

El vértigo y la constante actividad que nos impone la vida moderna nos resta, muchas veces, la posibilidad de vibrar a los conjuros de la emoción y sentir el merito de poder vivir momentos para ejercitar el intercambio mental y afectivo, dentro de un ambiente de serena recordación, propicia a la meditación y a la búsqueda del ejemplo.

Es en ese escenario que hoy la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria se reúne en Sesión Publica Extraordinaria para rendir incuestionable, merecido y emocionado homenaje de devoción, gratitud y afecto a cuatro de sus distinguidos Académicos, los Dres. Alberto Cano, Pedro Cattaneo, José Monteverde y Boris Szyfres y al Ing. Agr. Rafael García Mata en el centenario de sus respectivos natalicios.

La semblanza y el homenaje a cada uno de ellos estarán res-

tuvieran de conocerlos para aprender o trabajar a su lado. Pero tiene la mas honda, simpática y familiar de la emociones profundas que se forman alrededor de las damas y los niños que nos acompañan, llevando sangre de esa sangre que recordamos.

Homenaje al Centenario del Natalicio de los Académicos  
Dres. Alberto Cano, Pedro Cattaneo, José Monteverde y Boris Szyfres,  
y del Ing. Agr. Rafael García Mata

## **Homenaje al Dr. Alberto Cano a 100 años de su Nacimiento**

**Carlos Octavio Scoppa**

13 de setiembre, 2012

Señoras y Señores

El destino nos proporciona la gracia de volver a reunirnos con las manos rojas de aplaudir en la recordación, a un soldado del talento, del trabajo, de la solidaridad, a un caballero de la vida. Al Dr. Alberto Cano.

La lagrima por la perdida que enturbia involuntariamente los ojos, la franca y pura alegría que florece con el recuerdo, y acaso la suave caricia surgida de una fugaz mirada o adivinada en la curva de una sonrisa gentil y mancomunada, forman el marco digno de esta asamblea, en la cual el afecto y la admiración reciben sus estímulos y obtienen su compensación.

Eximio cultor y maestro de la veterinaria argentina, uno de los mentores mas destacados de la pampa argentina, apasionado por el desarrollo técnico de la ganadería nacional al cual entrego su fructífera vida.

pectivamente a cargo de los distinguidos cofrades Académicos, Dr. Eduardo Palma, la Dra. Nélide Gómez, el Dr. Alejandro Schudel y el Ing. Agr. Lucio Reca, correspondiéndome a mi el privilegio de hacerlo para el Dr. Alberto Cano.

Voces sonoras y complacientes nos harán volver a transitar la obra magnífica de estos de estos arquetipos de académicos cargados de señorío, caballeros dignos de veneración y que tantos servicios distinguidos le prestaran a la República.

Cuatro ilustres cofrades que brindaran toda su templanza moral, lucida inteligencia, permanente trabajo y solidaridad para iluminar la senda de la conducta humana y académica que colmaran de prestigio a esta corporación.

Modelos de condición académica, a los que con este homenaje estamos seguramente rememorando un tiempo aparentemente lejano, pero a la vez verdaderamente efímero. Un tiempo que surge con magia de leyenda cuando se lo ha vivido con admiración y apasionadamente, y donde afloran las mejores facetas de los hombres: la liturgia de la docencia, la proyección social de la investigación y la impecable gestión de la cosa pública.

Son sus fértiles dones de integridad moral y lucida inteligencia los que nos hacen cavilar atrozmente en el pasado que tuvimos como el mejor futuro que pudiéramos codiciar. Lamentable conclusión de incapacidad generacional para la ambición y la prospectiva ante esos ejemplos de lucha dentro de un país que tan brillantemente ayudaron a forjar, y que tan tristemente estamos, desde hace ya muchos años, consiguiendo perder.

Es posible que este acto no interese al público de las calles, como tampoco a otros muchos que enfrascados en su febril agitación, creen no tener tiempo para reconocer el privilegio que

Decía nuestro cofrade, el Dr. Juan Carlos Godoy. "difícil resulta enumerar las múltiples y variadas actividades ejercidas por este preclaro profesional médico veterinario, quien desplegó sus energías y su saber a lo largo y ancho de la República, estudiando y asesorando sobre las particularidades de las haciendas y razas animales; su comportamiento y adaptación a las diversas características climáticas y del suelo; su genealogía; su sanidad; su nutrición; su reproducción, natural y artificial; para su desarrollo y producción económica en torno a las necesidades y conveniencias del mercado nacional e internacional.

Zootecnista de noble raza y pura cepa, se graduó en la Universidad Nacional de La Plata. Lo hizo en 1936, formando parte de esa eximia generación de brillantes cultores de las ciencias agropecuarias que merecieron ocupar varios sitios de esta academia. Su graduación fue con honores y medalla de oro, lo que automáticamente significaba ganar el Premio Cárcano y su nominación inmediata como profesional veterinario, a su elección, en la Dirección de Zootecnia del Ministerio de Agricultura de la Nación, lauro que indiscutiblemente signó para siempre su firme vocación por la crianza animal.

Un año después de graduarse de Médico Veterinario se doctoró en su misma "alma mater", ejerciendo a continuación la profesión en carácter de inspector de higiene para el control sanitario de los alimentos de origen animal, en el Partido de Cañuelas, Provincia de Buenos Aires.

Sus dotes de educador las volcó en la enseñanza universitaria para lo cual recorrió todas las escalas académicas en la cátedra de Zootecnia Especial de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad de Buenos Aires, desde Ayudante adscripto

honorario hasta Profesor Titular, por concurso, de Bovinotecnia, siendo designado en 1969 Profesor "ad vitam" de la mencionada cátedra. Coordinó cursos de especialización en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Católica Argentina y fue profesor de Zootecnia de la misma casa, y profesor fundador de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Centro de la Prov. de Buenos Aires.

Sus cargos oficiales en el Ministerio de Agricultura de la Nación le ofreció la oportunidad de viajar por todo el país y actuar de jurado de las especies de ganado en las exposiciones rurales del interior, vinculándose con entidades y productores. Así, fue requerido por la Sociedad Rural Argentina para actuar como Jurado de Admisión y de Clasificación en Palermo, inicialmente en ovinos y luego en bovinos.

Es en esta etapa cuando le atrae especialmente el tema de la reproducción animal y la novísima tecnología de la inseminación artificial perfeccionando con el Dr. E. García Mata y su equipo, esta metodología hasta entonces dominada por norteamericanos, ingleses y rusos, creando al efecto distintas empresas que actuaron exitosamente en majadas y rodeos de las principales cabañas productoras de las razas de carne, leche y lana.

La Sociedad Rural Argentina, lo designó como consultor de su Comisión Directiva y luego socio honorario de la institución.

Le tocó representar al país en innumerables congresos, simposios, cursos, conferencias y viajes de estudio, nacionales e internacionales; así como en comisiones técnicas y otras reuniones relativas a la docencia y los quehaceres agropecuarios.

Su condición de hombre de campo y buen jinete lo ligaba entrañablemente al caballo, y por ello fundó y presidió, la Asociación de

Criadores Argentinos de Caballos Cuarto de Milla; y otras intervenciones sobre equinos árabes, de polo y del Club Hípico Argentino.

En su amplia hoja de vida no faltan colaboraciones docentes, profesionales y sociales, de elevada jerarquía; habiendo dejado mas de un centenar de trabajos publicados referidos a su especialidad.

Fue Jefe de la Sección Promoción Porcina del Ministerio de Agricultura de la Nación, Intervino en el Comité Internacional de Desarrollo Agrícola, realizada en Turrialba, participo en la Dirección y fue Vicepresidente de los Laboratorios Unidos de América LAUDA, fabricantes de la vacuna antiaftosa con agregado de saponina, como absorbente, de avanzada en la época del 40.

Integro el Directorio del Banco de la Nación Argentina durante varios años y ocupó la Vicepresidencia del INTA en 1961.

Su distinguida trayectoria profesional y social le permitió su incorporación como miembro de número a la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, de la que llegó a ser Presidente siendo reelecto.

Es aquí donde sus cofrades contemporáneos lo llamaban Alberto, y aquellos un poco más jóvenes Don Alberto, pues el trato doctoral habría disminuido la afectividad de la manera y el cariño paternal que entrañaba su afable personalidad. Era la forma íntima de expresar el estado de propiedad que nos atribuimos, pues su sencillez lo presentaba despojado de antesala permitiéndole aparecer ante todos como el puerto de arribada franco y propicio.

Y quien hubo estrechado alguna vez su mano grande y huesuda, pudo anotar lo sin reserva desde ese instante en esa lista siempre escasa de los que tienen calores en el alma y fraternidades en el corazón.

No dio nunca un paso atrás, y si muchos hacia delante como lo manda la Biblia.

Ejercito con pureza y sin renunciamentos ni envidias el recurso de pensar, de creer, de tener fe, de interpretar la vida y la ciencia como un quehacer de la realidad social; de interesarse por las cosas y la comunidad, haciendo volar al pensamiento, alentando deseos de superación, aprovechando para ello las cualidades y potencialidades de sus conciudadanos, de sus alumnos, de sus colegas.

Sus mensajes siempre fueron hacer lo que corresponde y no a demostrar lo que se es capaz de hacer.

Hacemos este homenaje en el lugar donde viviera y se entregara durante los últimos años de su fecunda vida, entendiendo que aquí encontró franca amistad y la ansiada circunstancia de perseguir objetivos comunes que siempre facilitan y hacen placentera la tarea común. Cumplió brillantemente con su vocación y cabalmente con los deberes inherentes a su condición de académico y Presidente. Lo sentimos siempre con toda la fascinante magia de su calidad humana y de su lucidez intelectual.

Nos falta, porque entro en la inmortalidad del recuerdo, que es la negación de la muerte.

Homenaje al Centenario del Natalicio de los Académicos  
Dres. Alberto Cano, Pedro Cattaneo, José Monteverde y Boris Szyfres,  
y del Ing. Agr. Rafael García Mata

## **Homenaje al Dr. Cs. Químicas Pedro Cattáneo en el Centenario de su Natalicio**

**Eduardo Palma**

13 de setiembre, 2012

Pedro Cattáneo, nació en Zárate, Provincia de Buenos Aires, el 15 de setiembre de 1912. Era hijo de María Ponti y de Adolfo Cattáneo, quién inculcó en su hijo la vocación por el trabajo y el estudio. Constituyó su familia con Magdalena Vives, quién fue la compañera de toda su vida.

En 1930 ingresó a la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires en la Carrera de Química donde se graduó en 1934. Simultáneamente y a fin de poder solventar sus estudios, trabajó como ayudante químico en los Laboratorios de Contralor de Alimentos de la ex Oficina Química Municipal de Buenos Aires, tarea que desempeñó hasta el año 1950, siendo entonces Jefe del Laboratorio. Como vemos sus actividades en Bromatología se iniciaron mientras cursaba su carrera universitaria, siendo ésta área a la que dedicó su vida profesional.

Realizó su tesis doctoral en Química Orgánica entre 1934 y 1937 bajo la dirección del Dr. Venancio Delofeu, quién en esa época tenía su laboratorio en el Instituto de Fisiología que dirigía el Dr. Bernardo Houssay. Fue en ese ambiente científico donde

Cattáneo realizó sus investigaciones como doctorando. Su disciplina científica, perseverancia y tenacidad fueron cualidades que destacó su director de tesis. El trabajo de tesis fue premiado y permitió abrir nuevas líneas de investigación. Lo mismo ocurrió con gran parte de sus futuros trabajos de investigación.

Su carrera docente se desarrolló en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, Facultad donde se doctoró, y se desempeñó como Auxiliar Docente hasta 1942. Contando solo con 31 años de edad y como consecuencia del fallecimiento del Dr. Guerrero Estrella, la Facultad lo designó Profesor interino de la Cátedra de Bromatología y Análisis Industriales. En el periodo comprendido entre los años 1947 y 1978 ocupó los cargos de Profesor Titular y Profesor Titular Plenario, siendo posteriormente designado Profesor Emérito y finalmente Profesor Honorario de la Universidad de Buenos Aires.

La Cátedra de Bromatología era destacada en la Facultad tanto por sus clases teóricas como por los trabajos prácticos. Como su ex alumno, puedo decir que había consolidado un grupo docente de excelencia. Uno no podía dejar de asistir a sus clases teóricas, claras, ordenadas y con información actualizada basada en la investigación y experiencia profesional. Son muchísimos los alumnos que pudieron disfrutar de los conocimientos expuestos por el Dr. Cattáneo. Su vocación para formar jóvenes profesionales no solo se ve reflejada por su actividad docente, sino también por los más de 100 jóvenes profesionales que realizaron sus tesis bajo su dirección, número inusual en el ámbito científico. Entre sus tesis, menciono al Dr. Rodolfo Brenner quién en 1946 fue su tesis número 13, según consta en la presentación realizada por el Dr Brenner en la Acade-

mia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales en un acto de homenaje al Dr. Cattáneo con motivo de su fallecimiento.

Su fructífera labor científica, alrededor de 160-170 trabajos originales publicados, comenzó como se mencionó previamente, con su tesis doctoral y continuó desde 1937 en el área Bromatología en la ex Oficina Química Municipal de la Ciudad de Buenos Aires. Allí inició los primeros trabajos sobre composición en ácidos grasos de aceites crudos provenientes de la extracción de semillas y pulpa de frutos de producción masiva en el país, (oliva, maní, algodón, germen de maíz, girasol, pepita de uva, soja y lino) así como de otros frutos, raíces y bulbos comestibles y de numerosas especies no explotadas, incluso malezas, considerando la incidencia de los diversos factores agro-climáticos y varietales en su composición. Posteriormente se dedicó a la determinación de la composición química de semillas de especies de Amaranto, de quinoas y de lupinus, así como de subproductos de la industria alimentaria, principalmente de aislados proteicos. Estos trabajos fueron considerados pioneros en el país, así como los realizados en mieles de abeja y en otros frutos de especies inexplotadas. Gran parte de sus investigaciones las realizó en colaboración con otras facultades e instituciones como el INTI y el INTA. Finalmente quisiera mencionar las investigaciones relacionadas con la determinación de la composición química de granos de cereales sintéticos, realizadas con nuestro Académico Guillermo Covas.

Como vemos, en esta breve síntesis, sus trabajos tuvieron un fuerte impacto principalmente en la agricultura, en la industria alimentaria y en consecuencia en la salud humana.

Durante su carrera profesional, el Dr. Cattáneo desempeñó numerosos cargos en diversas organizaciones. Tuvo un rol pre-

ponderante en la redacción del Reglamento Alimentario, siendo Presidente de la Comisión sobre el tema entre 1956 y 1959. Fue Director Nacional de Química del Ministerio de Hacienda de la Nación entre 1955 y 1959 y miembro Fundador y Director Técnico del Instituto Argentino de Grasas y Aceites (1957-70). En la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, fue Director del Departamento de Química Orgánica y Vicedecano. Fue en dos oportunidades Director del CONICET, institución que lo designó Investigador Superior, por sus antecedentes docentes y en investigación, sin que él se hubiera presentado a la Carrera del Investigador.

La tarea del Dr. Cattáneo fue destacada por sus pares de la comunidad científica y académica, por organismos nacionales e internacionales y por el sector privado. Es considerado como uno de los más destacados bromatólogos que tuvo la América Latina. En reconocimiento a su actividad profesional las Academias Nacionales de Ciencias Exactas Físicas y Naturales en 1957, de Agronomía y Veterinaria en 1989 y de Ciencias de Buenos Aires en 1991 lo designaron Académico de Número y la Academia de Ciencias de Chile en 1986 lo designó como Académico Correspondiente.

Valga este sucinto resumen de su actividad profesional para rendir un homenaje a quién por su honestidad, capacidad y altruismo personal con sacrificio y devoción al trabajo honró a nuestra Academia y a nuestro país.

Homenaje al Centenario del Natalicio de los Académicos  
Dres. Alberto Cano, Pedro Cattaneo, José Monteverde y Boris Szyfres,  
y del Ing. Agr. Rafael García Mata

## **Homenaje al Ingeniero Rafael García Mata en ocasión del Centenario de su Natalicio**

**Lucio G. Reca**

13 de setiembre, 2012

Señor Presidente de la Academia Nacional de Agronomía y  
Veterinaria,  
Señores miembros de la familia del Ing. Rafael García Mata,  
Señores Académicos,  
Señoras, señores

La Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria me ha honrado al solicitarme que evocara la memoria del Ing. Rafael García Mata en el centenario de su nacimiento. Haré lo posible para estar a la altura de este muy justo homenaje.

El Ing. García Mata nació en la Ciudad de Buenos Aires el 19 de marzo de 1912 y falleció el 26 de abril de 2005, en la misma ciudad. Se graduó como Ingeniero Agrónomo en la Universidad de Buenos Aires muy joven, a los 20 años de edad.

Hombre de múltiples intereses y capacidades destinó a lo largo de su vida una parte sustancial de su tiempo y de su talento al servicio público. Entre sus muchas virtudes deseo destacar su respeto por el manejo y la administración de la cosa pública. El ingeniero García Mata creía profundamente en la necesidad de que la sociedad contara con instituciones sólidas y ágiles, que tuvieran la amplitud

necesaria para dar respuesta a sus demandas y se constituyeran en instrumento indispensable para el desarrollo armonioso del país.

Su nombre está indisolublemente asociado al de la Junta Nacional del Algodón, organismo creado en Argentina para promover el cultivo del algodón, en medio de las adversidades de la crisis mundial de los años treinta. Se incorporó a dicha Junta en 1935, en carácter de jefe del servicio de economía y fue su Director General, entre 1937 y 1943.

Durante su gestión creó y consolidó un organismo que fue modelo en su género, que se ocupó tanto del mejoramiento del algodón como de la asistencia a sus productores, del control sanitario y de la comercialización del algodón.

A su alrededor reunió un grupo de profesionales de alto nivel, que con su dedicación honró al Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación. Entre ellos quisiera recordar a los ingenieros Norberto Reichart, Ubaldo García y Aldo Ricciardi, los tres, distinguidos miembros de esta Academia.

Un ejemplo, entre los muchos, de su criterio amplio y visionario, fue la experimentación del cultivo del soja en el Chaco, que la Junta Nacional de Algodón inició en 1940, cuando la soja en la Argentina era casi exclusivamente una curiosidad botánica, que continuó siéndola por 30 años más...

También prestó preferente atención a la formación de recursos humanos, becando a funcionarios de dicha Junta, para su perfeccionamiento en el exterior.

Su destacada labor al frente de la Junta Nacional del Algodón fue rápidamente apreciada. Un ejemplo: el Colegio Libre de Estudios Superiores lo invitó a exponer sobre el tema "Algodón" en el marco de una serie de conferencias sobre la Economía Argentina,

dictadas a lo largo del año 1940 en la ciudad de Buenos Aires. El joven Ing. García Mata compartió esa tribuna con figuras consagradas en sus respectivas áreas como el Dr. Federico Daus (distinguido geógrafo), el Ing. Antonio Arena (pionero en el estudio de suelos), el Dr. Bernardino Horne (especialista en el régimen de tierra), el Ing. Franco Devoto (iniciador de los estudios forestales), y los académicos Ing. Luis Foulon (uno de los fundadores de los estudios de administración rural y economía agraria) y José Serres (especialista en legislación rural).

El Ing. García Mata prosiguió su *Cursus honorum* como Director General de Agricultura del Ministerio de Agricultura y Ganadería, entre 1943 y 1945 y posteriormente, como Director General de Investigaciones Agrícolas de ese Ministerio, entre 1945 y 1952. Desde allí participó activamente en las gestiones que culminaron con la compra de las tierras en las que hoy funciona el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias del INTA en Castelar, donde se concentra la investigación básica que lleva a cabo la Institución. Nótese que en aquellos años la agricultura y la investigación agropecuaria, no eran actividades privilegiadas en la consideración social. Sin embargo su convicción de la creciente importancia que tendrían la investigación y la tecnología para el desarrollo del sector, lo impulsó a apoyar decididamente la compra de un campo con tal destino.

Años después, hacia fines de los cincuenta, en su carácter de Subsecretario de Agricultura y Ganadería de la Nación, cargo que ejerció entre 1958 y 1962, contribuyó con su reconocida experiencia y capacidad, a la puesta en marcha del recientemente creado INTA.

Más tarde, como Secretario de Agricultura y Ganadería de la Nación, entre 1967 y 1969 reorganizó los servicios de la Secretaría,

incorporando, por primera vez en la historia del Ministerio/Secretaría, una unidad de Sociología Rural con el fin prioritario de: estudiar situaciones de empleo y de pobreza, particularmente en las llamadas economías regionales y de identificar y proponer políticas destinadas a mejorar las condiciones de vida de dichas poblaciones.

Su interés por este tema concuerda con su labor como promotor de las Misiones Rurales Argentinas. En esta área otra vez se adelantó a la atención de la comunidad, en este caso internacional, brindaría años más tarde al acuciante problema de la pobreza rural en el mundo. En otro plano quisiera señalar que me honró al confiarme la responsabilidad de seleccionar a los profesionales que integraron dicha unidad. No recibí de su parte sugerencia ni pedido alguno en el siempre complejo y riesgoso ejercicio de selección de personal, lo cual habla con claridad de su capacidad de delegar y de respaldar a quienes trabajábamos bajo su dirección.

Sería muy mezquino circunscribir este homenaje al Ingeniero García Mata a sus contribuciones al sector agropecuario. Su figura se proyectó en muchos otros ámbitos en los que también se distinguió:

- Ejerció la docencia en las facultades de Agronomía y Veterinaria y de Ciencias Económicas de la Universidad de Buenos Aires y participó activamente en las etapas fundacionales de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Católica Argentina de la que fuera Decano durante el período 1964-1967.

- Decidido promotor de la crianza de animales pilíferos en Argentina, fue un profundo conocedor del tema y un pionero en la crianza de visones. Volcó su experiencia en ese tema en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Católica Argentina, donde

fue Profesor Titular de Producción de Animales Pilíferos, entre 1971 y 1985. También en ese campo, presidió la Asociación Argentina de Criadores de Visón, en varias oportunidades desde 1952.

- Asimismo, fue socio fundador de la Acción Católica Argentina y del Ateneo de la República, socio vitalicio de la Sociedad Rural Argentina y miembro de la Academia del Plata.

- Recibió numerosas distinciones en el país y en el extranjero en reconocimiento de su destacada actividad profesional.

- En 1981 se incorporó como Académico de Número a nuestra Academia. Eligió el sitial número 8, Miguel Ángel Cárcano, su profesor en Economía Agraria, que hoy yo tengo el honor de ocupar.

- La Historia fue otra de las actividades a la que se dedicó con pasión. Nos ha legado un profundo análisis de la toponimia del Río de la Plata y de sus afluentes, los ríos Paraná y Uruguay y dando respuesta a un enigma que data de comienzos del siglo XVI. La Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria ha tenido el privilegio de publicar, hace dos años, su obra póstuma "Revelación del enigma del Río Jordan - El Secreto de los nombres Río de Aos, Río Paraná, Río Uray, Río Uruguay y Río de la Plata", fruto de exhaustivas investigaciones llevadas a cabo con fervor y dedicación a lo largo de muchos años.

Para concluir este breve, pero muy sentido homenaje a una personalidad de tan elevada jerarquía intelectual, moral y profesional como la del Ingeniero García Mata, quiero destacar que en mi parecer, el criterio rector que guió sus acciones en el ámbito público, fue la incesante búsqueda del bien común de sus semejantes y el progreso de su país.

## POST SCRIPTUM

En Octubre de 1955, el Gobierno Nacional invitó a la CEPAL a realizar una evaluación de la economía argentina y a sugerir ideas y cursos de acción. El trabajo fue dirigido por el Dr. Raúl Prebisch quien reunió un grupo de expertos de primera línea. El subtítulo del informe final, publicado en 1957 es muy elocuente y actual: "Moneda sana o inflación incontenible".

El Anexo sobre agricultura de dicho informe consiste en un exhaustivo análisis sectorial, desde una perspectiva histórica que concluye con tres recomendaciones. Una de ellas se refiere a la importancia de incorporar el uso de fertilizantes químicos a la producción de granos en Argentina. Esta novedosa modalidad estaba en pleno proceso de adopción en el hemisferio norte. En pocas palabras llama la atención lo avanzado de esta recomendación, que la Argentina validaría recién tres décadas más tarde.

Ahora, al releer el CV del Ingeniero García Mata encuentro que fue consultor de la CEPAL en 1954 sobre el tema "Desarrollo de la agricultura argentina".

No me sorprendería que las recomendaciones sobre el sector agropecuario que incluye el informe Prebisch, y en particular, la referente al uso de fertilizantes químicos, provinieran de las ideas del Ing. García Mata y de su capacidad de anticipar la enorme importancia que alcanzarían los fertilizantes en el desarrollo de la agricultura argentina.

*Igr. sept 2012.*

Homenaje al Centenario del Natalicio de los Académicos  
Dres. Alberto Cano, Pedro Cattaneo, José Monteverde y Boris Szyfres,  
y del Ing. Agr. Rafael García Mata

## **Semblanza del Dr. José Julio Monteverde**

**Dra. Nélica V. Gómez**

13 de setiembre, 2012

Nació en Buenos Aires en 1912, hijo de José Monteverde y Carmen Filgueiras. Se doctoró el 19 de Septiembre de 1936, en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UBA. Su trabajo final fue "Variación de la fórmula leucocitaria en las aves".

Muy temprano en su carrera profesional mostró una vocación por la microbiología veterinaria y de salud pública, tanto en la docencia, como en la investigación.

En la docencia se inició como Jefe de Trabajos Prácticos de Bacteriología (1940), luego fue nombrado Profesor adjunto hasta que en 1957 fue designado Profesor Titular de la Cátedra de Microbiología y Director del Instituto de Microbiología de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la U.B.A. Se jubiló en 1977. Fue maestro de muchas generaciones de estudiantes de veterinaria y sus discípulos lo recuerdan con mucho respeto y gratitud.

Su esfera de interés en microbiología fue muy amplia y abarcó desde las enfermedades transmisibles de los mamíferos y aves domésticas, bacteriología de las aguas, enterobacterias humanas y animales. El tópico predilecto de sus investigaciones fue la salmonelosis, de la cual era considerado un experto a nivel continental. Fruto de su inquietud científica fueron sus múltiples trabajos publicados.

Estudió la anemia infecciosa equina, la enfermedad de Newcastle y la microbiología de los alimentos.

Logró aislar por primera vez en el país agentes infecciosos de importancia por sus proyecciones sobre la economía pecuaria. Sus trabajos fueron publicados también en el exterior. Entre ellos los relativos a Newcastle, Anemia Infecciosa Equina, el aborto contagioso ovino. Identificó por primera vez la *Salmonella bonariensis*.

Fruto de su dinamismo y dedicación surgió la creación de la Sección Virus, en la Cátedra de Microbiología de la FAVBA. Del mismo modo estableció la Sección Virus en la Cátedra de Microbiología y en el laboratorio de Microbiología Intestinal en la Secretaría de Salud Pública.

Integró la delegación de la AAM al Congreso Internacional de Veterinaria, reunido en Londres en 1949. En el mismo año fue comisionado para asistir al Instituto de Hidrobiología y a la Estación Marina de Nápoles, para estudiar posibles aplicaciones microbiológicas a los problemas de hidrobiología. También en 1949 en representación del Jockey Club de Buenos Aires participó en Londres en el estudio de la organización de laboratorios y estaciones experimentales.

Entre múltiples representaciones y designaciones ante congresos, conferencias, comisiones y como jurado, se destacan su participación en el III Congreso Brasileiro de Veterinaria.

Además fue miembro fundador de la Asociación Argentina de Microbiología, de la cual fue presidente entre 1961 y 1963.

Desarrolló una asidua concurrencia a Congresos Conferencias y mesas redondas tanto en el país como en el extranjero. Desempeñó importantes cargos tales como el de miembro de la comisión asesora de la Comisión Nacional de de Ciencias aplicadas y tecnología (1950), Secretario de la SOMEVE y encargado de la

creación de un Centro para el estudio de Enterobacterias en la Cátedra de Microbiología de la FAVUBA.

Fue secretario del Consejo Veterinario de Salud Pública en 1960, representante de la FAV de la UBA ante el comité Veterinario nacional que tuvo a su cargo la organización de los Congresos Mundiales integrando la Asociación mundial de veterinaria. Fue delegado argentino en la misión que viajó a USA en la Academia de ciencias de USA en la conferencia ad hoc sobre aftosa. En 1964 viajó a Escocia para asesorar sobre la transmisión de enfermedades infecciosas a partir de alimentos (ej. fiebre tifoidea en relación con el "corned beef").

Trabajó en colaboración con diversos centros de investigación y universidades extranjeras tales como la Escuela Nacional de Medicina Veterinaria de México; la Academia de Ciencias de Washington, en la que trabajó en colaboración, en experimentos sobre fiebre aftosa; el Centro Panamericano de fiebre aftosa de Río de Janeiro; el Campo Experimental de Georgia y la Escuela Veterinaria de Cornell y diversos Centros de investigación de Costa Rica, Brasil, Venezuela, Chile y Colombia.

Su vida profesional no se limitó a la Facultad de Agronomía y Veterinaria, sino que se extendió a otros ámbitos, tales como Obras Sanitarias de la Nación, Instituto Nacional de la Nutrición, Ejército Argentino, Museo Argentino de Ciencias Naturales. Además creó la Sección Microbiología de Aguas del Laboratorio Central de Obras Sanitarias (1938-1943).

El Dr. J. J. Monteverde recibió varias distinciones durante su vida. A los pocos años de graduarse le fue otorgado el segundo Premio "Ángel Gallardo" (medalla de plata) y a continuación el Premio "Julio A. Roca" (medalla de oro), ambos de veterinaria.

En 1969 es incorporado como Académico de Número a la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. En 1973 recibió el Premio Bunge y Born de Ciencias Agropecuarias.

Falleció el 30-10-1982.

Para finalizar, quisiera decir que el académico Dr. José J. Monteverde fue un hombre que hizo un culto del trabajo y del estudio. Fue exigente consigo mismo, exigente con los otros docentes de la cátedra y con los estudiantes. Trabajador, estudioso, siempre activo y eminente en su campo de acción y este es mi más sincero homenaje.

Muchas gracias.

Homenaje al Centenario del Natalicio de los Académicos  
Dres. Alberto Cano, Pedro Cattaneo, José Monteverde y Boris Szyfres,  
y del Ing. Agr. Rafael García Mata

## **Recordatorio del Dr. Boris Szyfres a 100 años de su Nacimiento**

**Alejandro Schudel**

13 de setiembre, 2012

Agradezco a la Academia, el haberme ofrecido la responsabilidad de recordar al Dr. Boris Szyfres en este año en que se celebra el centenario de su nacimiento. Esta oportunidad me permite ahondar en el conocimiento de la distinguida personalidad del Dr. Szyfres, con quien tuve el privilegio de compartir actividades profesionales, disfrutar de su amistad y rendir mi humilde homenaje a quien me precediera en el sitial N° 28 de esta Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria.

Recordar al Dr. Szyfres, me llevó a investigar en su hoja de vida, y los numerosos escritos y valiosas contribuciones que realizó durante su vida. El Dr. Szyfres nació en Polonia en 1912, radicándose desde muy joven en la República Oriental del Uruguay. En 1936 obtuvo el título de Doctor en Medicina Veterinaria en la Universidad de la República (UdelaR), en ese país, y poco tiempo después es residente permanente de la República Argentina.

El Dr. Szyfres desarrolló una larga y productiva carrera profesional caracterizada desde sus inicios por su interés en las enfermedades zoonóticas, su diagnóstico y control. Al poco tiempo de recibido, ingresó al Laboratorio de Investigaciones de la Dirección de Ganadería de Uruguay, donde por su tremenda capacidad de trabajo y curiosidad de investigador, adquirió la experiencia necesaria para entender sobre el diagnóstico, la epidemiología y el control, tanto en campo como en laboratorio de las principales enfermedades zoonóticas de origen bacteriano y parasitario comunes en América. El rumbo inicial de su carrera, se mantuvo durante toda su trayectoria profesional. Esta etapa culminó en la ROU cuando ocupó por concurso de méritos la Sub-Dirección del reconocido Laboratorio de Biología Animal "Miguel Rubino".

A partir de allí, inicio Szyfres su trayectoria internacional, con un creciente protagonismo en los cargos técnicos de la Oficina Sanitaria Panamericana (OPS/OMS) con actividades en la mayoría de los países de América. En 1964, por sus méritos científicos fue designado Director del Centro Panamericano de Zoonosis (CEPANZO) de la OSP/WHO en Azul y luego en Buenos Aires, cargo que ocupó hasta su retiro en 1971. Durante este período tuve el honor de compartir su presencia y amistad, beneficiarme junto a muchos otros profesionales jóvenes de su experiencia y seguir su trayectoria.

Trabajador incansable, lejos de terminar su carrera profesional, inició en ese momento una nueva etapa de tremendo impacto regional, en la que Szyfres a través de asesorías y consultorías de carácter técnico dejó todo su saber y experiencia en los organismos de Salud Humana y Animal de las Américas, y en particular en el SENASA de Argentina, facilitando la transferencia y capacitación tan necesaria para el control de enfermedades tales como la rabia, la brucelosis, la tuberculosis, la hidatidosis, por citar sólo algunas. Es durante ese tiempo en que plasmó su obra máxima, donde sintetizó su experiencia y la de otros, en una obra original, aún no superada, realizada en colaboración con otro distinguido colega de nacionalidad peruana, el Dr. Pedro Acha. La obra en cuestión es "Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y los animales", editada inicialmente por la OPS/WHO, y luego distribuida internacionalmente por la OIE en una edición posterior. Esta obra editada por primera vez en 1977, es referencia obligada de todos aquellos que incursionan en la Salud Pública Veterinaria, y pionera en el concepto que hoy ya se encuentra internacionalmente aceptado como "Una Salud". Fue también quien introdujo el concepto de "Enfermedades Emergentes", preanunciando con claridad meridiana lo que años después, y debido a la globalización del comercio y el transporte de personas y animales, pasaría a ser una realidad.

Como todas las personas que persiguen la excelencia, a través de sus publicaciones se identifican en Szyfres varias características sobresalientes. Trabajador incansable, observador cuidadoso de la naturaleza, riguroso normalizador de técnicas y reactivos, su curiosidad y capacidad de lectura le dio acceso a la más amplia bibliografía de su especialidad.

Su actividad en la formación de recursos humanos en el CEPANZO y en la región es recordada por sus numerosos discípulos, tanto en el área médica, como veterinaria, y le valió el reconocimiento de prestigiosas organizaciones de América y Europa.

Durante sus últimos años, dedicó sus esfuerzos a las actividades de la Academia de Veterinaria de la ROU de la que fue Académico fundador y a la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria de Argentina de la que fue miembro de número (Sitial 28)

Sus más cercanos colaboradores lo recuerdan como un formador de excelencia, de opinión certera y equilibrada que posibilitó a través de su acción en los países de América, una capacitación y transferencia tecnológica necesaria para el diagnóstico y control de las enfermedades zoonóticas en la época, que aun hoy no ha sido superada. Como los grandes, honró las palabras del Dr. Bernardo Houssay "hay que convencerse que lo que vale es el hombre, no los edificios, como vale el pájaro cantor y no su jaula."

Finalmente, todos quienes lo conocimos supimos de su modestia, hombría de bien y solidez de sus principios morales. Fue esposo de Berta, y padre ejemplar de Mabel, Luis y Rosa, de cuya formación fue un celoso guardián.

Sea esta breve semblanza un sencillo homenaje a uno de los grandes Microbiólogos que ocupara el sitial N° 28 de esta Academia.

Incorporación del Sr. Académico Correspondiente en la  
República Oriental del Uruguay Dr. Raúl Ángel Casas Olascoaga

**Apertura de la Sesión Pública por el Sr.  
Presidente de la Academia Nacional de  
Agronomía y Veterinaria**

**Dr. Carlos O. Scoppa**

27 de setiembre de 2012

Sr. Embajador de la Republica Oriental del Uruguay en la  
Republica Argentina  
Señores Académicos  
Señoras y Señores

En virtud del honroso cargo que detento, tengo el privilegio de proceder a hacer la apertura de esta Sesión Publica Extraordinaria de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria convocada para incorporar, como Académico Correspondiente, en la Republica Oriental del Uruguay al Dr. Raúl Ángel Casas Olascoaga.

Sin embargo, hoy esa dispensa se magnifica pues el nuevo Académico me ha distinguido para ser su padrino de incorporación, lo que me brinda la muy grata prerrogativa de hacer su presentación publica.

Acto trascendente y auspicioso pues son la imagen del enri-

quecimiento y la renovación permanente que las Academias requieren para garantizar el cumplimiento de los cometidos que la sociedad les adjudica y demanda.

Significan haber encontrado, luego de un largo y meticuloso proceso de evaluación, a alguien, sin distinción de género ni nacionalidades, capaz de contribuir a esos fines, a alguien digno del reconocimiento público por la calidad de su obra fruto de una diáfana inteligencia y un trabajo permanente que no conoce de claudicaciones. Es precisamente como consecuencia de la importancia y gravitación que revisten tales decisiones que estas sesiones son públicas ya que de alguna forma las academias le están rindiendo cuentas a la comunidad sobre el acierto de la elección efectuada.

Respetable y noble, encerrando una enseñanza es todo aquello tradicional, que como esta fiesta se resiste a los repentinos cambios de nuestro cuerpo social.

Cuando reafirmamos estas ceremonias lo hacemos entre salmos de nostalgia pero fundamentalmente con himnos de nueva vida.

No obstante, para cumplir su mandato las academias necesitan conducir y custodiar la fuerza que las impulsa, que es la de la cultura, la de la ciencia, la de la solidaridad, y así poder marchar con la vanguardia de la civilización continental, conservando la línea originaria a través de las inevitables transformaciones, pero avanzando siempre con plenitud de perfil propio. Y este cometido se podrá cumplir si están constituidas por individuos fuertes, estre-

chamente unidos. Solo de esta forma el nombre Academia no será solo una designación bautismal, sino que representara esas características exclusivas e imprescindibles para ejercer noblemente el poder de la inteligencia en un marco de ética insobornable.

La fuerza y superioridad de las naciones, reside en la multitud de los vigorosos caracteres que posean y en el compromiso de todos con el objetivo común, y no solo en las condiciones brillantes del espíritu. No fue el debilitamiento de la inteligencia, sino la extinción de esa energía, de ese capital social, lo que determino y determina la decadencia y desaparición de pueblos e instituciones en la historia.

Y la trascendencia y la valoración que los pueblos y las naciones tienen para la humanidad serán perpetuamente mayores como consecuencia de la obra realizada por sus pensadores y no por la de sus guerreros. Siempre valdrá más el pensamiento cultivado como la sembrada oliva que el laurel conquistado.

Estamos seguros que el nuevo Académico comulga, y dio prueba de ello a través de su fecunda obra, estando imbuido de estos preceptos, por lo que será un valioso cofrade que, además de honrar a nuestra corporación, está identificado plenamente con sus misiones, para lo cual la cooperación regional e internacional ha sido para él una constante.

De allí nuestra alegría, pues la seriedad se manifiesta en las conductas y no en las apariencias, como la solemnidad que solo sirve de cortina para ocultar la insignificancia.

Soy consciente que voy a mostrar con rapidez, incurriendo seguramente en el defecto nacional de ligereza, algunos de los privilegiados rasgos del Dr. Casas Olascoaga. Que no expresare en su justa dimensión las notorias virtudes humanas, científicas y gerenciales que lo definen, de manera medular y con la profundidad y la extensión merecida y adecuada.

Sin embargo, y sin querer justificar esta deficiencia, debo señalar que ella no solo se debe a mis propias limitaciones o incapacidades, sino que tienen en parte su origen en el mismo Dr. Casas Olascoaga quien en el ejercicio, profesional, de la Investigación, de la docencia y de la organización y conducción genero tal multitud de realizaciones como para producir una hoja de vida substancialmente prolífica y extensa imposible de resumir en cualquier acto o ceremonia pública.

Tratar de intentarlo, a pesar de la brillantez, el interés y el ejemplo que estas resúmenes, también se enfrentan a mis modestas condiciones de orador.

Así, me voy a circunscribir a transmitir casi en su totalidad solo las conclusiones del extenso y meduloso dictamen que generara la comisión especial de análisis curricular integrada por los académicos Jorge Errecalde, Emilio Gimeno Y Alejandro Schudel que fuera presentado a nuestro Plenario donde fue aprobado por unanimidad.

El Dr. Raúl Ángel Casas Olascoaga se graduó de *Bachiller en Ciencias Biológicas* en el Instituto Alfredo Vázquez Acevedo de

la Universidad de la República, en Montevideo en el año 1947, y de *Médico Veterinario* con medalla de oro en la Facultad de Veterinaria de la misma Universidad en 1952. Por las altas calificaciones recibidas en su carrera universitaria fue premiado con la exoneración de tributos. Realiza posteriormente estudios de postgrado con orientación microbiológica e inmunológica en la Facultad de Medicina también de la Universidad de la República en Uruguay (1956-1959), en el Wellcome Research Laboratories, UK (1963-1968) y en College of Veterinary Medicine, Cornell University, USA (1964) sobre *Microbiología Veterinaria*. Su formación se complementa con estudios sobre Administración y Gerencia en la Fundación Getulio Vargas, en Brasil (1979) y en la participación de numerosos cursos de especialización, seminarios, simposios, talleres de educación continua, Congresos nacionales e internacionales, Jornadas Técnicas y visitas de estudios a diversas instituciones Científicas y Técnicas de carácter internacional.

Obtuvo becas del British Council, para realizar sus estudios de MS en la Universidad de Reading, de la British Society of Animal Production y desde 1981 a 1985 por la Universidad de Buenos Aires para realizar sus estudios de Doctorado (PhD) en la Universidad de Reading. También fue becado por la British Society of Animal Sciences y el British Council para asistir a reuniones científicas en el Reino Unido y por el JICA para la formulación de planes de investigación conjunta sobre “*calidad de carnes*” entre

las Universidades de Hokkaido, Kyoto y Miyazaki en Japón, y la Universidad de Buenos Aires durante 1999.

En la misma facultad donde realizara sus primeros estudios universitarios fue a través de concursos de méritos y oposición: Jefe del Departamento de Microbiología, Profesor de Cursos Prácticos de Microbiología y Enfermedades Infecciosas y Profesor Titular de Microbiología 1958 – 1971. Además actuó como consejero en el Consejo Directivo de esa Facultad durante varios períodos, miembro titular de la Asamblea del Claustro Universitario y miembro titular del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICYT)

Cuenta con más de 180 publicaciones científicas de relevancia en revistas, congresos, proceedings y libros del país y del exterior, en idioma español e inglés, de las cuales en 118 es primer autor. Entre ellas hay varias decenas de contribuciones originales y muy relevantes sobre el diagnóstico, epidemiología y control de la Fiebre Aftosa y sobre el diagnóstico y control de la Brucelosis, publicaciones sobre las que se ha referenciado la literatura internacional, y mantienen vigencia científica.

Se trata de una autoridad internacional en materia de investigación, prevención y tratamiento de enfermedades y de epidemias que afectan al ganado. Es considerado entre las figuras mundiales que se han destacado en la detección de la aftosa y en los manejos de las respuestas directas e institucionales a este mal tan ligado a la economía de nuestros países.

Contribuyó de manera pionera en el desarrollo del diagnóstico microbiológico y conocimientos sobre enfermedades infecciosas de los animales y zoonosis. Asimismo impulsó el desarrollo tecnológico, producción y control de calidad de reactivos para diagnóstico y vacunas veterinarias (bacterianas y virales).

Fue precursor en la educación y capacitación de varias generaciones de estudiantes y profesionales en microbiología veterinaria, enfermedades infecciosas y zoonosis.

Pero es sin duda, en su actividad profesional desarrollada en el ámbito regional e internacional donde se destacan diversas actividades que fueron de fundamental importancia también para la Argentina.

Fue científico del Centro Panamericano de Zoonosis (CEPANZO) de la OPS/OMS, situado en Martínez, Pcia. de Bs. As. (1973-1976), Director del Centro Panamericano de Fiebre Aftosa (CEPAFA) OPS/OMS en Río de Janeiro, Brasil desde 1976 hasta 1991; en este cargo contribuyó en diversas oportunidades y en gran medida para las acciones de prevención y control de la Fiebre Aftosa en nuestro país.

Fue también Secretario Ex Oficio de la Comisión Sudamericana de lucha contra la Fiebre Aftosa (COSALFA) entre 1977y 1991, Secretario ex oficio del Comité Hemisférico para la erradicación de la Fiebre Aftosa en América del Sur (COHEFA) desde 1987 a 1991, y Director Ejecutivo del Convenio de Control y Erradicación

de la Fiebre Aftosa en la Cuenca del Río de La Plata firmado por Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay y la OPS a través del Centro Panamericano de Fiebre Aftosa entre 1987y 1991.

Actuó como consultor y experto de la FAO con diversas responsabilidades y en varias oportunidades (Perú, Italia, Uruguay, Caribe) destacándose la Consulta de Expertos sobre "Food and Mouth Disease Virus Production and Quality Control of Vaccines", realizada en Roma en 1991.

En lo que respecta a otras acciones de importancia para nuestro país fue Consultor de la OPS/OMS en el Instituto Panamericano de Protección de Alimentos (IMPPAZ) OPS/OMS en Buenos Aires, en varias misiones sobre zoonosis, especialmente Brucelosis y Tuberculosis y en el Programa de Cooperación Interamericana del INPPAZ período 1993-1996.

Este casi místico deambular le valió la obtención de numerosas distinciones entre las que se destacan la Medalla de oro otorgada por la Universidad de la República, Uruguay, en mérito a las más altas calificaciones de su carrera universitaria (1952), la placa "Destaque A Lavoura" de la Sociedad Nacional de Agricultura de Brasil, el grado de Comendador con medalla al mérito, otorgado por la Sociedad Brasileira de Medicina Veterinaria (1985), la Medalla de Honor de la OMS/PAHO (1985), la medalla de Honor al mejor Gerente de la PAHO/OMS (1986), el título al mérito de la Ganadería Boliviana, la bandeja de plata del Ministerio de Agricultura de Perú

en reconocimiento al apoyo brindado en el combate de la Fiebre Aftosa (1987) y la orden del Colegio Médico Veterinario del Perú (1987). El James Steele International Award and Gold Cane Award, de la Sociedad Mundial de Epidemiología (1987), la Medalla de Honor al Mérito (1987), Miembro de Honor del Consejo Científico Veterinario de Cuba (1988), y Presidente de honor de la Sociedad de Epizootiología y Antropozoonosis, del Consejo Científico Veterinario de Cuba (1988), la Honor Award Plaque Pro Salute Nove Mundi de la OPS/OMS (1991) y el Meritorius Award de la OIE (2003).

Es Académico de Número de la Academia Nacional de Veterinaria del Uruguay desde 1992 en la cual se desempeñó como Presidente en tres oportunidades y de la cual es Académico Emérito.

Asimismo es Académico Correspondiente Extranjero de la Real Academia Española de Ciencias Veterinarias desde 1992, y Académico Correspondiente Extranjero de la Real Academia Española de Doctores desde el 2001 de Uruguay y otros países (USA, Brasil)

La actividad del Dr. Casas Olascoaga ha sido determinante para la obtención del reconocimiento del Centro Panamericano de Fiebre Aftosa en Río de Janeiro, como Laboratorio de Referencia de la OIE para Fiebre Aftosa y otras enfermedades vesiculares en 1987, y el posterior reconocimiento por FAO como Laboratorio mundial de referencia para Fiebre Aftosa.

Durante 15 años se desempeñó como Director del Centro Panamericano de Fiebre Aftosa/OPS desde donde realizó una va-

liosa contribución hacia el efectivo control y erradicación de esta enfermedad en América del Sur.

Aportó al desarrollo industrial y control de eficacia sistemática de la vacuna anti-aftosa de adyuvante oleoso y transferencia de tecnología a los países militando en la promoción y aplicación masiva de esta vacuna en los programas de control en América del Sur, con activa participación del sector productivo privado.

Participó con protagonismo en la formación e instrumentación de comisiones regionales, zonales y nacionales dedicadas a la vigilancia, prevención y control de las enfermedades transmisibles de la ganadería y las zoonosis.

Tuvo relevante actuación, reconocida mundialmente, en el desarrollo, adopción y aplicación de medidas de bioseguridad, biocontención y salvaguarda ambiental para prevenir y evitar fugas de virus de los laboratorios públicos y privados.

Desde la Dirección del Centro Panamericano de Fiebre Aftosa (OMS/PAHO) y desde el CEPANZO/IMPPAZ (OMS/PAHO) realizó una importante contribución para el desarrollo de los Planes de control y erradicación de Fiebre Aftosa y en el control y erradicación de Brucelosis y tuberculosis en Argentina.

Como Presidente de la Academia Nacional de Veterinaria de la ROU ha sido el promotor de numerosas iniciativas de amistad y confraternidad institucional con franco apoyo a las acciones colaborativas entre ambas Academias.

A todo lo expresado, nuestro nuevo cofrade agrega el de ser un destacado y fervoroso simpatizante del Bolso del Parque, Nacional de Montevideo.

Vemos entonces, que su trabajo no se limitó al laboratorio ni tampoco al círculo áulico de la investigación formal sino, que lo realizó igualmente en el campo, en contacto directo con los productores y sus rodeos de los cuales utilizó sus invaluables experiencias para el diseño de las estrategias, manejo y conducción de sus resultados a la comunidad internacional mediante una labor de gestión sobresaliente.

Su prestigio legítimo, su claridad, su experiencia, su don de gentes y la solidaridad casi física con la vocación elegida lo destinó inexorablemente al sitio que desde hoy ocupará en nuestra academia.

Además, su vida nos invita a pensar que también hay recompensas para estos nobles esfuerzos, como el labrador tiene su siembra y cada día su hora meridiana.

Señoras y señores: es este un momento que no se olvida, porque está entretejido por evanescencias sutiles de sentimientos complejamente encontrados e íntimamente afectivos. Cuando ese momento nos sacude tan de fondo, tal momento es, sin duda inolvidable.

Y ese es el instante de nuestro beneficiario de hoy, como es asimismo nuestro instante, y lo es en el sentido más halagador,

pues esta sobre la policromía afectiva de los impulsos contradictorios que lo constituyen, flota en el un estado intelectual que todo lo domina.

Por eso este acto es una fiesta donde impera la nota amable de las sonrisas mutuas y de los rostros exultantes. Por eso este acto es de ambiente gentil en el cual todos aportamos la delicada gracia del afecto en esta cordial tarde de primavera.

Al abrirle nuestras puertas deseamos que sienta el amigable calor de las manos de quienes desde hoy seremos sus cofrades, porque vemos con íntima satisfacción y orgullo su ingreso al seno de nuestra corporación, a la cual estamos seguros, aportara los destellos de su talento y demás virtudes personales.

Permítame entonces, que en correspondencia con el cargo que desempeño, tenga el privilegio, Dr. Raúl Ángel Casas Olascoaga de hacerle entrega de sus palmas académicas, a través del diploma y la medalla que lo acreditan como Académico Correspondiente en la República Oriental del Uruguay de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria de la República Argentina.

Incorporación del Sr. Académico Correspondiente en la República  
Oriental del Uruguay Dr. Raúl Ángel Casas Olascoaga

## **Conferencia**

### **Acción del veterinario ante la biodiversidad de las Ciencias Veterinarias**

**Dr. Raúl Casas Olascoaga**

El emblema mundial propuesto por el Comité Internacional  
Vet2011 "Año Mundial Veterinario es:

"Veterinaria para la Salud"

"Veterinaria para la Alimentación"

"Veterinaria para el Planeta Tierra"

A lo largo de los siglos, la profesión veterinaria ha evolucionado desde el diagnóstico y tratamiento individual de las enfermedades de los animales de los ejércitos, animales de carga, fuerza y transporte, hasta su transformación para atender en forma integral la producción de alimentos de origen animal y desarrollar una gran capacidad para la atención y tratamiento de las diversas especies animales.

La educación, la investigación y la innovación científica y tecnológica y sus aplicaciones promueven el desarrollo cultural, económico y social del mundo.

Hoy, las ciencias veterinarias muestran una gran biodiversidad con el crecer del conocimiento científico y tecnológico, y la profesión veterinaria tiene la responsabilidad de enseñar, promover el

conocimiento, generar la investigación y extender sus aplicaciones.

A los jóvenes les decimos que es una carrera profesional de amplio espacio para la investigación científica y las innovaciones tecnológicas, y con un campo de acción diversificado para el ejercicio profesional. Sin embargo, el eficiente y eficaz desempeño profesional demanda una educación y entrenamiento calificado y permanente y una conducta ética de excelencia. El veterinario se sitúa en el centro de la relación hombre-animal y ello le exige una continua vigilancia, alerta, y la toma de decisiones en un marco ético.

Las ciencias veterinarias tienen una sólida inserción en el puente agro-veterinario que responde a la producción, salud y bienestar ambiental de las diferentes especies animales- terrestres y acuáticas- y en el complejo sistema de las industrias de los productos de origen animal, así como, la vasta industria de específicos veterinarios.

El desarrollo continuo de específicos, medicamentos y vacunas de uso veterinario es esencial frente a los mecanismos biológicos de adaptación de los agentes infecciosos y parasitarios y otros patógenos. Asimismo, el uso prudente de los antimicrobianos exige una permanente vigilancia de los veterinarios.

Las vacunas son una herramienta biológica de formidable importancia para la prevención de las enfermedades, y su utilización se debe dar en el marco de los conceptos "Prevenir para Vivir" y "Prevenir es mejor que curar."

La atención de los animales de compañía y de los animales deportivos y de recreación muestra una creciente importancia. A nivel mundial se ve un fuerte resurgimiento de la diversidad funcional de los equinos en el deporte, en el trabajo y en el comercio internacional, lo que demanda una atención veterinaria calificada y debidamente entrenada en esta especialización.

En el presente, debido a la intensa urbanización y el aislamiento familiar, hay millones de animales de compañía que viven en el mundo en igualdad con los ciudadanos, creándose vínculos y beneficios sociales con las familias, que se extienden de generación en generación. Los veterinarios son imprescindibles para comprender y regular los riesgos que surgen de ese comportamiento humano-animal, al mismo tiempo que cumplen con su papel de médicos de los animales de compañía.

Las ciencias veterinarias están asociadas en forma directa o indirecta a la promoción y prevención de la salud pública.

Algunos de los componentes en los que interviene directamente el veterinario son la seguridad alimentaria y la inocuidad de los alimentos; la protección ambiental en su vínculo pecuario, rural y urbano; la vigilancia, prevención y control de las zoonosis; los factores de riesgo de algunas enfermedades crónicas; el descanso, esparcimiento y bienestar psíquico y social que resulta de la relación familia- animal; la producción e industria animal de las diversas especies productivas de las cadenas vacuna (láctea

y cárnica), ovina (carne y lana), caprina, equina, porcina, avícola (carne y huevos), apícola y los grupos productivos de especies animales menores, además del formidable y diversificado sector productivo de las especies hidrobiológicas o acuáticas.

Exige al veterinario contribuir y servir en la preservación y vigilancia de las maravillosas especies de animales silvestres, mantener el equilibrio entre el papel social y el riesgo de los zoológicos y parques de exhibición, y proteger a las especies que están en riesgo de extinción. Además, compete al veterinario realizar la vigilancia epidemiológica y el control sanitario en la fauna silvestre, dada su creciente participación como reservorios y diseminadores de zoonosis y diversas enfermedades transmisibles de los animales.

En la seguridad alimentaria, creada y promovida por Europa luego de finalizada la Segunda Guerra Mundial, hay un compromiso y responsabilidad de las profesiones de Agronomía y Veterinaria de contribuir para aumentar la disponibilidad y accesibilidad de alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer las necesidades de la sociedad para tener una vida saludable y productiva.

En el mundo, los mercados internacionales son cada vez más exigentes en los controles de calidad e inocuidad. Aún así, hay un considerable aumento de la incidencia de alimentos contaminados y con problemas de inocuidad que requieren vigilancia especializada para su identificación y decomiso, a fin de evitar su incidencia negativa en la salud de las poblaciones.

En sus diversas especializaciones, los veterinarios deben estar debidamente capacitados y entrenados para resolver los problemas productivos, sanitarios, ambientales, de preservación y de bienestar de las diferentes especies de animales que pueblan la tierra.

En la actualidad, en nuestro país hay un escaso número de planificadores en salud animal y de veterinarios sanitaristas, por lo que es necesario formar profesionales con ese perfil para atender los aspectos sanitarios y sociales, para reducir la considerable brecha existente entre la realidad actual y los crecientes desafíos sanitarios. Se hace ineludible mantenerse siempre alertas, ejerciendo una actividad permanente de vigilancia y control para defender la producción pecuaria nacional, aumentar la productividad animal, y disminuir los riesgos para la salud pública.

Todos estos componentes tienen como objetivo el proveer bienestar y mejorar la calidad de vida de la población humana.

En un mundo de cambios rápidos y dinámicos, la educación veterinaria debe enfrentar nuevos desafíos y evolucionar para satisfacer las demandas sociales en términos de la seguridad e inocuidad de los alimentos, la salud pública y la salud y bienestar animal.

El principio que aprendimos de los grandes médicos y veterinarios en la década de los años cincuenta y sesenta de trabajar integradamente en salud pública y salud pública veterinaria, así como en patología comparada como “Una Medicina-Una Salud” ha resurgido a propuesta de la Organización Mundial de Sanidad

Animal y la Organización Mundial de Salud. Es la iniciativa "Un mundo- Una Salud" que une globalmente a la salud animal, la salud pública y la salud ambiental. Requiere una alta competencia en la educación veterinaria, destreza en las comunicaciones, en la gestión, y en el liderazgo de los veterinarios para conducir el manejo del riesgo de las zoonosis en su fuente animal.

La Academia de Ciencias de Estados Unidos afirma que de las 1.461 nuevas enfermedades reconocidas en los seres humanos, el 60% tienen distintos huéspedes y se caracterizan por atravesar la barrera inmunitaria natural determinada genéticamente que protege a las especies, al tanto que 75% de las 177 enfermedades infecciosas emergentes en la especie humana en los últimos treinta años han sido zoonosis.

La mayoría de los nuevos patógenos emergentes se originan en animales y en vectores biológicos. Los animales silvestres constituyen reservorios - a veces desconocidos o ignorados - como fuente de emergencia o re-emergencia de enfermedades animales y de zoonosis.

Las modificaciones en los "hábitats" naturales, los cambios ambientales y climáticos, los cambios en la agricultura, forestación y desforestación, en el modelo del agua, como las grandes represas hidroeléctricas y las diversas fuentes de agua natural, son factores que inciden de manera extraordinaria en la multiplicación de los vectores biológicos, por ejemplo, los artrópodos.

La capacidad de los vectores biológicos de actuar como puente de transmisión–infección en la brecha espacial y ecológica entre animales y humanos aumenta las oportunidades de emergencia de las enfermedades transmitidas por dichos vectores.

La variabilidad y las sucesivas mutaciones del microorganismo patógeno en los reservorios de animales silvestres y en el vector biológico pueden causar graves efectos en la tasa de transmisión a diversas especies animales y a los humanos.

En la generación de epidemias un factor de relevante importancia es el vínculo estrecho y la convivencia entre poblaciones animales y humanas y entre las poblaciones silvestres, reservorios del agente patógeno, y las poblaciones de animales domésticos.

En las poblaciones susceptibles, los microorganismos patógenos se diseminan con gran velocidad causando epidemias y epizootias.

El riesgo de infección de los veterinarios por patógenos causantes de zoonosis es mayor que en otros grupos ocupacionales debido a su extensa y estrecha exposición a diversas especies de animales domésticos y silvestres en el espacio rural, urbano y acuático. Este riesgo de infecciones zoonóticas, así como el de la vehiculización mecánica de los agentes patógenos de enfermedades animales, (por ejemplo, fiebre aftosa), requiere una capacitación estricta y continua, sobre cómo protegerse y como evitar la dispersión y diseminación de esas enfermedades. Además, exige

un conocimiento y comprensión sobre el riesgo y mecanismo de transmisión de animales a humanos, y a la inversa. Los veterinarios tienen un papel estratégico en el desarrollo, la gestión y aplicación de los sistemas de bioseguridad, biocontención y biopreparación para la vigilancia epidemiológica- incluyendo el diagnóstico y la caracterización del patógeno actuante- y para la prevención y el control de las enfermedades animales y las zoonosis.

Estos sistemas deben actuar de forma continua con transparencia y prontitud, y demandan una gran integración de los sectores de salud pública humana y veterinaria, y de los servicios veterinarios públicos y privados, con el fin de atender las áreas de inocuidad alimentaria, preparación para emergencias sanitarias, vigilancia y control de las zoonosis, salud ambiental, diagnóstico de laboratorio, investigación biomédica y bio-regulación.

Desde largo tiempo, los veterinarios han sido reconocidos como los expertos en salud animal, contribuyendo a la seguridad alimentaria y en establecer los estándares y las garantías de los alimentos de origen animal nutritivos e inocuos que se destinan al consumo de los seres humanos que actualmente han alcanzado la cifra de 7000 millones. Como institución de referencia, la Organización Mundial del Comercio designó a la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) – institución constituida y administrada por veterinarios desde su creación en 1924.

La industria ganadera continuará demandando servicios ve-

terinarios a múltiples niveles, desde el manejo de la salud de las diferentes especies animales; el continuo desarrollo del triángulo indivisible genético-genómico-salud productiva, y la asistencia de la alimentación-nutrición animal y medicina de producción, exigiendo en cada ámbito la implantación de buenas prácticas de manejo y gestión.

Un país y una región productora y exportadora de alimentos deben estar siempre preocupados para enfrentar los desafíos crecientes de las exigencias sobre la calidad nutritiva y la inocuidad de los alimentos destinados al consumo doméstico e internacional.

En el Uruguay se expandió y consolidó una industria frigorífica moderna que abarca todo el territorio nacional. Con la valiosa cooperación del Instituto Nacional de Carnes (INAC) y de los Servicios Veterinarios, el sector ha logrado perfeccionar los sistemas de procesamiento industrial y la higiene, abriendo un vasto número de los mercados más exigentes a nivel mundial. Nada de eso hubiera sido posible sin el prestigioso historial que ostenta el Uruguay, sus políticas de transparencia a nivel sanitario, y la calidad de los diversos productos que el país ofrece y exporta.

La eficiencia continuará en ascenso y se pondrá mayor énfasis en el cuidado de la salud productiva y en el bienestar animal. También, ello exige una constante educación de superación y excelencia, así como un entrenamiento continuo, moderno, actualizado y eficiente.

En la Facultad de Veterinaria es imprescindible realizar cambios en la estrategia de descentralización, que permita dar amplia cobertura en puntos clave del territorio nacional de acuerdo a su conformación regional. Asimismo, se debe trabajar en la formación curricular para atender las cadenas productivas de las diversas especies con la capacitación y el entrenamiento en la gestión de planificación, administración, manejo y buenas prácticas del comercio, para así contribuir a la prosperidad de las empresas y al negocio pecuario en general, tanto doméstico como exportador.

En la República, es necesario diseminar la docencia, investigación y extensión calificada en el marco de un sólido programa participativo descentralizado que atraiga a las nuevas generaciones de mujeres y hombres, comprometiendo y manteniendo su participación activa.

En tal sentido, la Facultad de Veterinaria ha hecho importantes avances con la implantación de los cursos en los Departamentos de Salto y Paysandú y el desarrollo de la Orientación Producción Animal y de los "practicantados" en los Departamentos de Canelones, Rivera, Rocha y San José.

La FAO estima que la producción mundial de carnes se habrá de duplicar para el año 2050, creciendo desde 228 millones de toneladas a 460 millones de toneladas anuales. En "Veterinary Records", Gibbs, afirma que la demanda mundial de proteínas animales aumentará en un 50% para el 2020.

La ganadería contribuye con el 40% del valor global de la producción agrícola, 15% del total de la energía por alimentos y 25% del aporte proteico, además de proveer micro-nutrientes que resultan esenciales para el ser humano.

La tradición de Uruguay ha sido siempre ser un país fuertemente agro-ganadero. Para poder mantener esta tendencia, hoy en día, es indispensable lograr un crecimiento constante, alta productividad y sustentabilidad de los sistemas productivos de las múltiples cadenas agropecuarias, teniendo siempre en la mira la rentabilidad del negocio y comercio agropecuario.

Dentro del marco mismo de la salud animal productiva, la sanidad animal constituye un componente clave para la productividad y el comercio animal tanto doméstico como internacional.

Los extraordinarios avances realizados en la erradicación de la fiebre aftosa en nuestro país y los países limítrofes (Argentina, Brasil y Chile) permitiendo el acceso a los mercados mundiales más importantes y exigentes, abriendo las puertas a la exportación de una amplia gama de productos de origen animal, y poniendo a la región en una posición de liderazgo en esta conquista sanitaria. América es el único continente con un Programa Hemisférico de Erradicación de la Fiebre Aftosa, aprobado y puesto en acción en 1987, con la propuesta del Centro Panamericano de la Fiebre Aftosa de la Organización Panamericana de la Salud, habiendo sido aprobado por voto unánime de todos los países

de América. Recientemente se aprobó el plan de acción de la segunda fase, cuyo objetivo es la erradicación continental en el periodo 2011-2020.

En la actualidad estamos asistiendo a una extensa pandemia de fiebre aftosa, que no solo se ha propagado por numerosos países de Asia y África, sino que en el año 2010 llegó inclusive a ocasionar focos en Bulgaria, país integrante de la Unión Europea. Será preciso hacer un gran esfuerzo mundial para contener la pandemia y resolver una situación de franco deterioro, acechada por múltiples grandes riesgos y tremendas pérdidas económicas. La reaparición de focos de fiebre aftosa en Paraguay, en setiembre de 2011 y enero de 2012, provocaron un grave retroceso en la región del MERCOSUR.

En este escenario, el veterinario es el profesional naturalmente capacitado para investigar y desarrollar nuevas técnicas y prácticas de manejo, incorporar valor agregado a los productos, y para asesorar al productor y al empresario, colaborando con ellos en la organización de la industria agro-veterinaria, velando por la calidad y solidez de su sistema productivo y sanitario.

En nuestro país, debemos destacar avances de gran valor como la promulgación, reglamentación y aplicación de las leyes que, denominamos "veterinarias", entre ellas, la Ley Nº 17.950 Sistema Nacional de Acreditación de Veterinarios de Libre Ejercicio, promulgada el 08/01/2006 que permitirá dar impulso y mayor eficacia a los

servicios veterinarios en el orden doméstico y en los mercados internacionales; la Ley Nº 18.471 Tenencia Responsable de Animales, promulgada el 27/03/09; la Ley Nº 18.611 sobre la Experimentación Animal, de 02/10/09; ambas leyes requieren urgente reglamentación y puesta en ejecución; la Ley Nº 16.736 art. 285 crea el Sistema de Trazabilidad Individual en Bovinos con el Organismo Competente: la División Contralor de Semovientes (DICOSE) de la DGSG/MGAP de 05/01/19996 y la Ley Nº17.997 Sistema de Identificación y Registro Animal de 08/08/2006, que establece el carácter obligatorio de la identificación para construir la trazabilidad de los productos de origen animal, y el Sistema Nacional de Información Ganadera (SNIG), que inició sus funciones en enero de 2004 con carácter voluntario. La instauración de estos sistemas ha impulsado a Uruguay como líder mundial de esta tecnología aplicada.

Destaco el reconocimiento de la Acreditación Regional de Calidad Académica MERCOSUR de la Carrera Veterinaria de la Universidad de la República, en el Sistema Arcu-Sur, Acuerdo de Acreditación Nº 1/10 con resolución de fecha 13 de agosto de 2010 y que desde ahora obliga a la Facultad de Veterinaria/UdelaR a trabajar con dedicación y efectividad para su consolidación en el año 2015.

En la Facultad de Veterinaria, desde la década de los años 1990 hasta el presente se estableció la creación, consolidación y el desarrollo creciente de los cursos de posgrado, que atraen a los jóvenes para obtener la capacitación en investigación básica,

biológica, laboral y empresarial. Simultáneamente, es necesario disponer de un programa bien estructurado, según las prioridades del país, para formar y capacitar investigadores en los centros altamente calificados del exterior.

Se realizó y publicó el censo nacional de los veterinarios “Conociendo el presente para proyectarnos hacia el futuro”, que permite tener una imagen completa de la situación de la profesión en Uruguay.

La preparación y aprobación de la propuesta del Plan Nacional de Investigación Salud Animal (PLANISA), con la participación integrada de todas nuestras instituciones líderes en ciencias veterinarias y salud animal, necesita un urgente apoyo para su financiamiento y puesta en operación.

La investigación científica y la innovación tecnológica veterinarias son de suprema importancia, y necesitan con urgencia ser promovidas y financiadas.

Se deberá establecer una sólida y permanente integración con las ciencias agronómicas, sociales, económicas, de las ingenierías, matemática y bioestadística.

En un esfuerzo conjunto e integrado de las instituciones veterinarias, con el liderazgo de la Sociedad de Medicina Veterinaria y la cooperación de la Academia Nacional de Veterinaria, el 28 de octubre de 2010 se presentó al Senado de la República el Proyecto de Colegiación de las Ciencias Veterinarias.

El proyecto de ley propone la creación del Consejo Nacional de Ciencias Veterinarias como una persona jurídica no estatal que tendrá el cometido principal de garantizar al profesional veterinario y a la sociedad el ejercicio de la profesión dentro del marco deontológico, con los más altos niveles de calidad. Deberá vigilar que el ejercicio de la profesión veterinaria se cumpla dentro de los valores y reglas del Código de Ética Veterinario y ejercerá un contralor ético independiente en el ejercicio profesional con potestades disciplinarias inherentes a dicha función.

Este organismo será el que regula, ordena, estimula, protege y también garantiza a la sociedad en general y a los clientes internacionales de nuestra producción de origen animal, el apropiado cumplimiento de las normas nacionales e internacionales y el compromiso ético de sus ejecutantes responsables.

Como lo establece la OIE, “el alma de la regularización de los servicios veterinarios reposa sobre los fundamentos de los servicios veterinarios, es decir la combinación de la autoridad veterinaria oficial y sus agentes y de todos los actores de derecho privado que asumen cometidos de sanidad y de bienestar de los animales y salud pública veterinaria dentro de un marco definido por la autoridad veterinaria oficial.”

Los servicios veterinarios de los países son considerados por la OIE como “Un Bien Público Mundial” y son responsabilidad de los veterinarios.

Para contribuir a la adopción y difusión de estos principios, la OIE ha propuesto los conceptos de “bien público mundial y “buena gobernanza veterinaria”.

El concepto de “bien público mundial” y “bien público nacional” se refiere a una actividad que beneficia a todos los pueblos y a todas las generaciones venideras.

El concepto de “gobernanza veterinaria” nace de las reflexiones consecutivas “a los desastres biológicos de los últimos años, tales como la crisis de las vacas locas, la gripe aviar y los daños considerables causados por la pandemia de la fiebre aftosa, la enfermedad de la lengua azul en Europa”, citando a la Dra. Margaret Chang, Directora General de la Organización Mundial de Salud.

Los Servicios Veterinarios deben actuar con transparencia y basados en los principios y conocimientos científicos, y deben ser técnicamente independientes e inmunes a las presiones políticas que contradigan o incumplan dichos preceptos.

La prevención y el control de las enfermedades transmisibles de los animales y las zoonosis radican en una transparente y coordinada acción de los dispositivos de gobernanza sanitaria en el ámbito nacional, regional y mundial.

El Uruguay necesita con urgencia la ley de Colegiación de las Ciencias Veterinarias; es una propuesta fundamentada, precisa y jurídicamente inobjetable impulsada por todas nuestras instituciones veterinarias. Un completo Código de Ética garantizará la

disciplina y transparencia en el ejercicio profesional del diversificado campo de las ciencias veterinarias.

Constituye un paso fundamental para el prestigio y la consolidación institucional de los servicios públicos y privados en el marco de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) y de los 178 países que actualmente la integran, y de la Organización Mundial de Comercio (OMC) que tiene a su cargo la regulación del comercio mundial de productos de origen animal y vegetal.

La Colegiación de la profesión veterinaria está presente en la mayoría de los países del mundo. En el MERCOSUR, Argentina y Brasil, tienen sólidos y prestigiosos organismos de Colegiación desde hace largo tiempo. Uruguay y Paraguay son los que aun no han legislado en esta materia, lo cual constituye una desventaja trascendente en el mercado y comercio internacional, omisión que ha sido señalada por la OIE, en la auditoría de los servicios veterinarios efectuada en nuestro país en 1998.

En esta materia se requiere un esfuerzo vital y una integración plena de todos los sectores de la profesión, eliminando las tendencias corporativas, para dar amplio espacio al carácter ético y de excelencia del ejercicio profesional veterinario en beneficio de la calidad de vida y desarrollo social de nuestra nación.

La ciencia veterinaria es una especialidad profesional que se desarrolla dentro de la perspectiva social. En esta visión panorámica es posible ampliar el espacio social dentro del cual los

veterinarios trabajan y ejercen su profesión con un resultado de mayor beneficio para la comunidad. Desde el punto de vista de la sociología, de acuerdo con la teoría funcional, las profesiones son aceptadas y reconocidas porque contribuyen a los objetivos perseguidos por la sociedad. Esta teoría se aplica a las ciencias veterinarias, ya que la comunidad tiene conciencia de la necesidad de su ayuda profesional para el cuidado de la salud, desarrollo productivo y preservación de los animales terrestres y las especies acuáticas en beneficio de los seres humanos y en su contribución para mejorar la salud de la comunidad. Si una profesión avanza a la par del tiempo, si evoluciona junto con la sociedad y extiende su base cultural de acuerdo a las nuevas tendencias y orientaciones, se sentirá más apoyada por la sociedad de la cual depende respecto a las inversiones que necesita para su subsistencia y progreso continuo.

La profesión veterinaria tiene conciencia que para avanzar debe introducir cambios en su sustrato cultural y abordar estrategias que aumenten las oportunidades y su prestigio profesional para generar educación, investigación, extensión y servicios altamente calificados e innovadores.

Ello requiere ampliar su base de poder social, forjando alianzas con otros grupos profesionales, y ganándose el esencial apoyo público, en virtud de las funciones que cumple en beneficio de la sociedad.

En el ejercicio de su profesión, los veterinarios deben comprometerse con los objetivos del mediador social, de manera que los diversos actores sociales que producen, consumen, atienden, protegen y usan animales y sus productos, sean cada vez más conscientes del valor de la actividad del veterinario. Ese reconocimiento asegurará sin duda una sólida inserción social, acorde a las reales necesidades de todos los involucrados, y nos permitirá así contribuir en el merecido desarrollo de nuestro pueblo.



**Comunicación**  
**Migraciones, Comunicación y Neuromagnetismo**  
**Animal**

**Dr. Emilio J. Gimeno**

11 de octubre de 2012

Temario

INTRODUCCIÓN

DEFINICIÓN DE CAMPO MAGNÉTICO

MICROBIOS MAGNÉTICOS (Magnetotaxis)

DESCRIPCIÓN DE LA MAGNETOCEPCIÓN ANIMAL

LA ORIENTACIÓN ANIMAL

- Pájaros
- Peces y animales acuáticos
- Insectos
  - Hormigas:
  - Abejas
  - Mariposas
- Mamíferos terrestres

ACTIVIDAD NEUROELÉCTRICA EN EL HOMBRE

ENCEFALOGRAMA (EEG)

BRAIN COMPUTER INTERFACE (BCI)

LA COMUNICACIÓN ANIMAL

Clasificación de formas de comunicación: Vocales-auditivas, gestuales y posicionales, táctiles, químicas

LA COMUNICACIÓN DEL HOMBRE CON LOS SIMIOS

COMUNICACIÓN DEL HOMBRE CON EL CABALLO

¿Cómo se comunican los perros?

- *Señales auditivas*
- *Señales visuales*
- *Señales olfatorias*

¿Saben los perros cuando estamos tristes?

¿Cómo piensan los perros?

CONCLUSIÓN

## **INTRODUCCIÓN**

Desde 1972, por trabajos de Lindauer y Martin se reconoce como magnetocepción, magnetorrecepción o magnetotaxis, al sentido mediante el cual los seres vivos detectan el campo magnético terrestre, para percibir orientaciones, altitudes y ubicación. Ello ocurre en bacterias, insectos como abejas y hormigas, animales marinos como distintos peces, tiburones, tortugas y langostas, en animales terrestres tanto salvajes como domésticos, por ejemplo, elefantes, perros, caballos y rumiantes, así como en diversos pájaros, como palomas y diversas especies migratorias. Incluso, con el EEG, la energía electromagnética aparece en el hombre y además en los últimos años debemos considerar en la neurología animal, la propiedad de descubrir la magnetorrecepción, como una combinación de mecanismos de la sensibilidad, en los que se incluyen la visión, el olfato, el oído, para comunicarse, orientarse o migrar eficientemente. Si bien la magnetocepción era conocida, desde hace años, no así la identificación de capacidades sensibles con la conexión cerebral, para crear una especial percepción de funcionamiento en los centros cerebrales, que repercuten en la conducta de los animales.

Debemos comenzar, diciendo que la magnetotaxis, se expresa

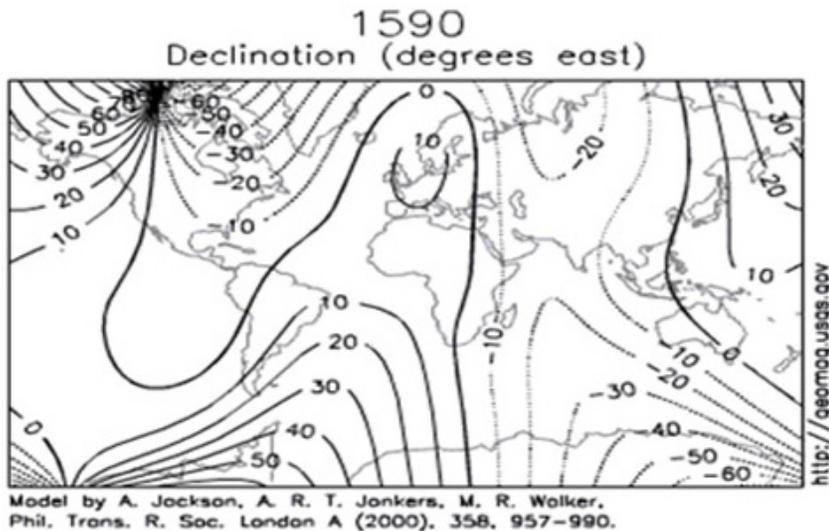
porque en las células existen partículas que responden sensiblemente a las líneas magnéticas de la tierra, observable especialmente en bacterias.

Los avances recientes han abierto este aspecto y permiten comenzar a estudiar, estos fenómenos de magnetotaxis y neuromagnetismo, con mayor seriedad, para identificar hechos que son observados en la realidad desde tiempo, pero que no eran siempre comprendidos, por la falta de elementos certeros, para demostrar experimentalmente, dentro del cuadro neurológico, la sensibilidad hacia campos magnéticos uniendo así, la percepción magnética, con la acción neurofisiológica vinculante.

#### Referencia

1. Lindauer M. & H. Martin, Animal Orientation and Navigation. In Galler S.R. et al. 559/1. 1972

### DEFINICIÓN DE CAMPO MAGNÉTICO



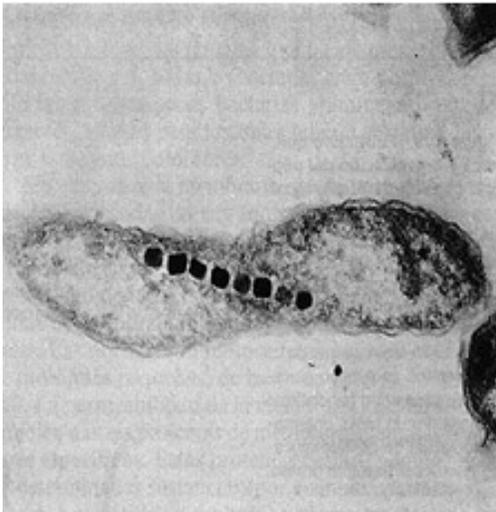
**Figura 1.** Mapa del mundo de la declinación magnética en 1590 hasta 1990. Fuente: Wikipedia

El *geomagnetismo* se ocupa del estudio del campo magnético terrestre, (también conocido como el campo geomagnético) que es el área magnética que se extiende desde el núcleo interno de la Tierra (capa sólida compuesta por aleación de hierro y níquel), hasta su confluencia con el viento solar, una corriente de partículas de alta energía que emana del Sol. Es aproximadamente el campo de un dipolo magnético inclinado en un ángulo de 11 grados con respecto a la rotación del eje, como si hubiera un imán colocado en ese ángulo con el centro de la Tierra. Sin embargo, a diferencia del campo de un imán de barra, el campo de la Tierra cambia con el tiempo porque en realidad es generado por el movimiento de las aleaciones de hierro fundido en el núcleo externo de la Tierra (la geodinámica). El Polo Norte magnético se «pasea», lo suficientemente lento como para que la brújula sea útil para la navegación. A intervalos aleatorios (un promedio de varios cientos de miles de años) el campo magnético terrestre se invierte (los polos geomagnéticos norte y sur cambian lugares entre sí.) Estas inversiones dejan un registro en las rocas que permiten a los paleomagnetistas calcular los movimientos pasados en los continentes y los fondos oceánicos como consecuencia de la tectónica de placas.

## **MICROBIOS MAGNÉTICOS (MAGNETOTAXIS)**

La síntesis y función de los magnetosomas interesa a los microbiólogos para completar nuestro conocimiento sobre las células y puede proporcionar un modelo para explicar la formación de óxidos de hierro similares en pájaros, insectos y otros animales. La ecología de los microbios magnéticos puede suministrar

además una herramienta a los científicos que estudian el campo magnético terrestre. Las bacterias magnetotácticas también podrían ayudar a comprender la evolución. Normalmente el campo magnético de la Tierra repele una parte de los gases ionizados que emanan continuamente del Sol. Durante una inversión magnética la Tierra es golpeada por una cantidad de estas radiaciones, lo que podría conducir a un aumento de las mismas. La orientación de las bacterias magnetotácticas fosilizadas en relación a los mutantes fósiles podría ayudarnos a saber si las inversiones magnéticas afectan a la evolución.



**Figura 2.** Bacteria *Aquaspirillum magnetotacticum*

### Referencia

2. Blakemore, Richard R. Magnetotactic Bacteria. Annual Review of Microbiology 36: 217-238. 1982
- 3 Urban, James. Adverse effects of microgravity on the magnetotactic bacterium *Magnetospirillum magnetotacticum*. Acta Astronautica 47 (10): 775-780. 2000

## DESCRIPCIÓN DE LA MAGNETOCEPCIÓN ANIMAL

El Dr. Michael Walker de la Universidad de Auckland (NZ), descubrió que células del cerebro conectadas a la cavidad nasal de los peces podían estimularse por campos magnéticos. Posteriores investigaciones mostraron que el tejido nasal recogido del atún, también contenía magnetita. En una nueva investigación, del Dr. Michael Winklhofer y otros colegas de la Universidad de Munich, en el 2008, aislaron magnetita de las células nasales de la trucha arco iris, y expusieron esas células a campos magnéticos. Se observó que una de cuatro células entre 10.000 aisladas, respondían a los campos magnéticos expuestos. Dentro de dichas células nasales, se encontraron cadenas de magnetita que actuaba como aguja de brújula, siguiendo a campos magnéticos. Las células animales "in vivo" no son capaces de anidarse libremente como lo hacen en un cultivo, pero la acción de la magnetita causa cambios en la membrana celular permitiendo a partículas cargadas moverse entrando y saliendo de las células. Esa carga puede activar impulsos eléctricos que son producidos en el cerebro. Los investigadores están actualmente observando si el Calcio juega un rol en este mecanismo.

### Referencia

4. Animal Navigation: Seminar on Magnetic Sense. The Liggins Institute- University of Auckland , NZ. 2009
5. Edera SHK, Cadiou H, Muhamad A, McNaughton PA, Kirschvink JL & Winklhofer M. Magnetic characterization of isolated candidate vertebrate magnetoreceptor cells. Proceedings National Academy of Sciences (PNAS). July 9, 2012. DOI: 10.1073/pnas.1205653109

El mecanismo íntimo de la magnetocepción en los seres vivos no es bien conocido, y existen dos principales teorías para explicar el fenómeno. Una es la existencia de proteínas fotosensibles llamadas cryptocromos que están relacionadas con la marca del ritmo circadiano diario en plantas y animales. Estas proteínas expuestas a la luz dentro del rango azul, se activan formando un par de radicales (moléculas con un electrón libre), originados por el aminoácido triptofano que cede un electrón a la proteína FAD (Flavina adenina dinucleótido). Estas proteínas cryptocromos están siendo relacionadas con actividad lumínica y sensibilidad magnética en diversas especies. Se investiga en la mosca *Drosophila melanogaster*, los fotorreceptores sensibles a la UV y al rango azul de la luz, para observar como influyen los cryptocromos en sus comportamientos. Incluso se logró que cryptocromos mamíferos, de origen humano 1(HsCRY1) extraído de la retina, se transplantaran a una forma transgénica de *Drosófila*, que desarrollándose en la oscuridad podía posteriormente ser activada por la luz y de esa manera demostrar que las moscas con la proteína humana, detectaban y respondían a la fuerza eléctrica generada por el campo magnético.

Otra teoría que trata de explicar la magnetorrecepción es la del ferromagnetismo, que se observa claramente en el fitoplankton y bacterias, que contienen cadenas de cristales ferromagnéticos como magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) o greigita ( $\text{Fe}_3\text{S}_4$ ). Por efecto de estos compuestos, los organismos se alinean en su posición espacial, con el campo magnético. En las abejas la magnetita está imbuida en la membrana celular de algunas neuronas, que se cree, se reorientan siguiendo el campo magnético. Ello ocurre también en pájaros, salmones y tortugas. En otros animales,

como las truchas, el  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , se ha encontrado, cerca de nervios que se piensa, responden al estímulo magnético.

Se observa en numerosos pájaros, que su comportamiento migratorio cambia cuando se experimentan diversos cambios en las variaciones de la longitud de onda lumínica. Al cambiar la frecuencia de los fotones de luz, ello genera activación de las moléculas que actúan en la magnetorrecepción. Experimentos de Witschko et al. (2011), confirmaron que pájaros, tortugas marinas y langostas marinas, se ven afectados en su migración por cambios magnéticos, originados por cambio de longitud de onda de luz. Los receptores magnéticos se los ubica en ojos, orejas, nariz. Hasta ese momento, no había clara evidencia de la conexión con centros nerviosos superiores del cerebro. Trabajos, de Le-Qing Wu et al. (2012) revelaron en la paloma la presencia de unas células, con cristales de magnetita en la lagena coclear que observaron, estaban íntimamente relacionadas con unas 300 neuronas en el cerebro, y que recibirían información para detectar la inclinación angular y el campo magnético, en los vuelos de orientación y migración de los pájaros. Ello, es un reciente hallazgo, muy importante para aclarar la relación neurológica, con la magnetocepción animal.

### Referencia

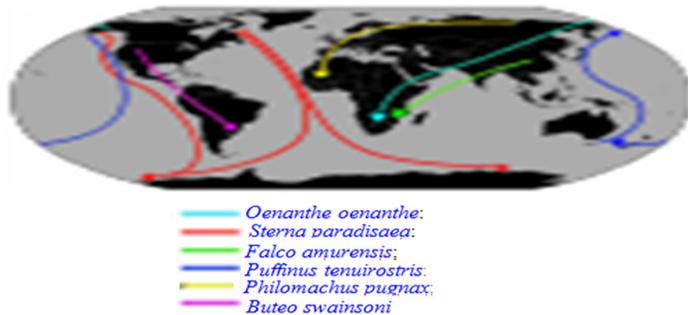
9. Edera SHK, Cadiou H, Muhamad A, McNaughton PA, Kirschvink JL & Winklhofer M. 2012. Magnetic characterization of isolated candidate vertebrate magnetoreceptor cells. *Proceedings National Academy of Sciences (PNAS)*. July 9, 2012
- 10 Le-Qing Wu & J. David Dickman. Neural Correlates of a Magnetic Sense. *Science* 336 : 1054-1057. May 25, 2012
11. Witschko W., Witschko R. & J. Phillips. Magnetorreception. *J. Exp.Biol.Sep.15*. 2011

## LA ORIENTACIÓN ANIMAL

### • Pájaros

Los conductistas han estudiado en los pájaros, controles endocrinos y mecanismos de navegación relacionados con la migración, gracias al estudio de lo que los etólogos llaman, *zugunruhe*. (inquietud migratoria). La migración de los animales parece ser un fenómeno instintivo, donde intervendrían mecanismos neurofisiológicos heredables y adquiridos por un largo proceso de selección natural. Muchas veces las migraciones están relacionadas con determinados acontecimientos, como las estaciones o las fases de la luna. Antes de emprender una migración, las aves engordan y están inquietas, el momento exacto de la partida depende de condiciones ambientales, como los cambios de temperatura o disminución de alimentos.

Un gran número de especies de aves cambian regularmente de hábitat, dos veces por año; estas migraciones les hacen recorrer miles de kilómetros. La migración cumple distintas finalidades. Hay especies que lo hacen para alejarse de inviernos en extremo rigurosos o veranos tórridos; otros lo hacen buscando un lugar apropiado para su reproducción, o para huir de sus depredadores; otras especies lo hacen para procurarse alimentos.



**Figura 3.** Algunas rutas migratorias de pájaros

Los movimientos estacionales de los animales, constituyen uno de los comportamientos más reconocidos como observaciones, pero poco conocidos en sus fundamentos. Los animales migratorios usualmente utilizan las mismas rutas año tras año, de generación en generación. Así como los animales terrestres cruzan montañas, ríos y extensos territorios a lo largo de trayectos muy largos, los pájaros por el cielo, como también murciélagos e insectos vuelan a lo largo de grandes distancias, algunas veces cruzando continentes enteros u océanos. Aves como las golondrinas, silvinos o la cigüeña blanca, viven en Europa en el verano y pasan el invierno en el sur y centro de África. El chorlito dorado chico (*Pluvialis dominica*) llega a la llanura Pampeana argentina en septiembre y pasa allí el verano. Al llegar el otoño regresa a su zona de reproducción y cría en la tundra ártica. Recorre en su migración 24.000 km entre ida y vuelta. Es casi seguro que cada bandada de aves de determinada especie, toma rigurosamente el mismo camino todos los años y pasan siempre por los mismos lugares a la misma hora del día. Lo único que cambia es la fecha de partida, lo que depende entre otros factores, de la temperatura, de la duración efectiva del día y de la abundancia o escasez de alimentos.

¿Cómo explicar este tipo de orientación a distancia? Se sabe que las aves migratorias generalmente bordean las costas, lo que demostraría la importancia de las señales topográficas fijadas en su memoria. Las travesías marinas son acortadas en la medida de lo posible, gracias al empleo de las islas, sin embargo, el mecanismo de memorización continúa siendo desconocido. Los nuevos conocimientos de la magnetorrecepción, los relacionan con la luz, según la dirección del Sol, teniendo en cuenta la hora del día y su

relación con campos magnéticos. El problema de las migraciones no es esencialmente diferente del relativo al retorno individual al nido (golondrinas de mar y palomas mensajeras). En las palomas, se ha observado que se orientan más correctamente en días nublados, mientras muestran más dificultades para orientarse en días soleados. Ello pone de manifiesto la relación con la luz, y la acción sobre el pájaro para conducirse y detectar los campos magnéticos. En muchos pájaros se han detectado células, como en el trabajo de Le-Qing Wu y J. David Dickman (2012)(10) ya mencionado, que descubren en la coclea de las palomas, compuestos de magnetita cerca del pico y criptocromos en las zonas de los ojos, con vinculaciones nerviosas con el cerebro, que les permitirían orientarse en la noche y en días nublados.

#### **Referencia**

12. Johnsen S., Mattern E. & T. Ritz. Light-dependent magnetoreception: quantum catches and opponency mechanisms of possible photosensitive molecules. *J. Exp. Biol.* 210: 3171-3178. 2007
13. Thalau P., Ritz T., Burda H., Wegner R. & R. Wiltschko. The magnetic compass mechanisms of birds and rodents are based on different physical principles. *J. Royal Soc. Interface* 3: 583-587. 2006.

#### **● Peces y animales acuáticos**

En 1974 Adrianus Kalmijn, descubrió que los tiburones y rayas, conocidos como peces elasmobranquios, poseían muchos canales que comenzaban con poros en la piel y terminaban dentro del cuerpo. En el interior de los canales había una jalea que funcionaba como cables eléctricos y los mismos terminaban en una ampolla llamada de Lorenzini. La ampolla tiene un umbral de detección de  $2\mu\text{V}/\text{m}$ , que como campo eléctrico representaría el producido por una batería de 1,5 V, cuyos polos estuviesen sepa-

rados por 750 Km. Cuando un tiburón se mueve horizontalmente en el océano a 1m/s, (dos millas por hora), lo hace bien arriba del umbral de detección de su piel. Las corrientes oceánicas cursan el campo magnético de la Tierra, creando corrientes eléctricas que son detectadas por tiburones y rayas, creyéndose que son inductoras de sus orientaciones y migraciones.

Las migraciones de las ballenas son encabezadas por las hembras y se realizan en pequeños grupos de dos a diez individuos. Las hembras abren la marcha con sus ballenatos y son acompañadas por individuos más viejos y más jóvenes. Estos últimos son todavía inmaduros y no están en edad de procrear. Los machos reproductores cierran la marcha con las hembras en descanso de ciclo (recordemos que las ballenas tienen una cría cada dos o tres años).

La cohesión social es muy fuerte en la especie. Por ello, las ballenas que no tienen una función de reproducción, ayudan a las otras ballenas, protegen a las crías, etc. Se las conoce bajo el nombre de "escoltas" o "tías".

Las ballenas se orientan en sus desplazamientos gracias a la sensibilidad de su piel que les permite diferenciar la temperatura del agua y así identificar las zonas en las que se encuentran. También se orientan gracias a las variaciones de la fuerza magnética que varían según los lugares del globo. La Ballena Franca, como todas las grandes ballenas, realiza migraciones a lo largo del año en relación con su alimentación (migración trófica) y en relación con su reproducción (migración sexual o reproductora). Las rutas seguidas no son bien conocidas por los científicos. En el caso de las ballenas francas australes, se sabe por lo menos que uno de los destinos de la migración es la zona de reproducción y cría en las aguas de península Valdés. La llegada se va incrementando paulatinamente

con el correr de los meses hasta llegar a un pico de concentración en los meses de septiembre y octubre. A partir de allí los ejemplares empiezan a abandonar la zona, permaneciendo por más tiempo las hembras con cachorros. Los últimos se irán en el mes de diciembre. Ocasionalmente se ha registrado la presencia de ejemplares solitarios durante los meses de verano o a principios del otoño. Son generalmente animales jóvenes y se ignora el motivo por el cual no han migrado con el resto hacia las zonas de alimentación.

#### **Referencia**

14. Kalmijn, A. J. 1974. ... Kalmijn, A. J. 1981. Biophysics of geomagnetic field detection. IEEE Trans. Magn. 17, 1113-1124.  
Kalmijn, A. J. 1982.

#### **• Insectos**

**-Hormigas:** Se deduce de las experimentaciones que el animal marcha de manera que la imagen del Sol dé siempre sobre el mismo lugar de su ojo. Esto es posible merced a la estructura particular del ojo de los artrópodos, de los cuales los insectos forman un subgrupo sumamente numeroso e importante. Este ojo es facetado, correspondiendo a un número igual o casi igual de ojos parciales independientes (omatidios). Es pues, posible, obtener una excitación local por medio de un rayo de Sol y es lícito preguntarse qué sucede en tiempo nublado o en la oscuridad. Los resultados del estudio siguiente, fueron destacados en un artículo publicado recientemente (Thalau et al., 2006), en el que participaron varios centros de investigación relacionados (Agencia CyTA-Instituto Leloir de Argentina, el Centro Brasileiro de Investigaciones Físicas (CBPF) y la Universidad Técnica Manchen y la Universidad Ludwig-Maximilians, de Alemania, 10/08/09).

La investigación fue hecha con especies de *Pachycondyla marginata*, una hormiga negra emigrante de cerca de un centímetro de largo y que puede ser encontrada en Brasil y algunos países vecinos. Se descubrió que las antenas de estas hormigas tiene una gran cantidad de partículas magnéticas que pueden funcionar como sensores para detectar la ubicación de los llamados polos geomagnéticos de la tierra (polo norte y polo sur). La función magnética de las antenas explicaría en parte, por lo menos para las hormigas, la influencia que tiene el campo geomagnético de la Tierra, en la orientación de las mismas, que les sirvan para manejarse en su hábitat. Las hormigas, pueden transformar la atracción magnética en señales neuronales que el sistema nervioso conduce hasta el ganglio central del insecto.

Pese a que la llamada magnetorrecepción ha sido estudiada y confirmada en diversos casos, hasta ahora se desconocían los mecanismos que permiten a los insectos percibir el campo magnético y transmitir esa información al ganglio encefálico. El estudio referente refuerza la hipótesis de que esa sensibilidad al campo magnético, por lo menos en las hormigas, obedece a la presencia de las partículas magnéticas (magnetita) en estructuras conectadas al sistema nervioso de los insectos.

La investigación mencionada, descubrió que las hormigas migratorias de la especie estudiada, avanzan en ángulos de cerca de 13 grados con respecto al eje magnético norte-sur de la Tierra.

La investigación analizó, tres minúsculos pedazos de las antenas de las hormigas que están conectados al sistema nervioso del insecto, en segmentos cada uno de apenas 0,1 milímetros. Estas partes fueron divididas en secciones y observadas a través del microscopio electrónico. Se detectaron varios tipos de óxido

de hierro (magnetitas) que son materiales magnéticos, junto a partículas no magnéticas como aluminio y silicio. La cantidad de partículas magnéticas halladas es suficiente para funcionar como sensor y les permite a las hormigas captar los campos magnéticos.

### Referencia

15. Thalau P., Ritz T., Burda H., Wegner R. & R. Wiltschko. The magnetic compass mechanisms of birds and rodents are based on different physical principles. *J. Royal Soc. Interface* 3: 583-587. 2006

**-Abejas:** No cabe duda de que la abeja se orienta con ayuda de señales externas, y numerosas observaciones indican que es su sentido visual, el que las guía. Actividad espontánea, fue registrada desde neuronas observadas, en ganglios de la región abdominal de la abeja. Treinta por ciento en la modulación de la intensidad del componente horizontal del campo magnético, provocó cambios en la excitación de unidades neuronales. En las abejas, dos clases de neuronas fueron identificadas, confirmado su actividad por análisis estadístico. La actividad electrónica, en materiales como pelos y cerca del exoesqueleto de la abeja, aparecen activas, ante (SPM) magnetita. Se propone la hipótesis que en la magnetorrecepción, la magnetita opera como un amplificador ante las inducciones externas del campo magnético. La amplificación magnética debe influir, en neuronas en regiones, del cuerpo de la abeja cerca de la magnetita.

### Referencia

16. Modulation of spike frequencies by varying the ambient magnetic field and magnetite candidates in bees (*Apis mellifera*). Schiff H. *Universitá de Torino – Comp.Biochem. Physiology*. 100 (4): 975-85. 1991

**-Mariposas:** Las mariposas monarcas (*Danaus plexippus*) efectúan viajes cuya duración excede la de la vida de cualquier mariposa, (evoluciona en 4 días como huevo, 2 semanas como oruga, 10 días como crisálida y 2-6 semanas como mariposa). La manera en que la especie es capaz de volver a los mismos sitios de invernada tras varias generaciones aún se investiga; los patrones de vuelo son heredados, basados en una mezcla de ritmos circadianos y la posición del sol en el cielo, que captan sus neuronas del ganglio encefálico, como un verdadero compás de navegación. Es uno de los pocos insectos que logra realizar travesías transatlánticas. Es quizás la más conocida de todas las mariposas de América del Norte. Unas cuantas mariposas monarca llegan al suroeste de la Gran Bretaña y a España en los años de vientos favorables. Realiza migraciones masivas hacia el sur, de agosto a octubre, mientras que migra hacia el norte en primavera. Las hembras depositan los huevos de la siguiente generación en esas migraciones, en las que muchas nacen y otras mueren durante el tiempo de la navegación.

#### **Referencia**

17. Fernández Haeger J. & D. Jordano Barbudo.. SHILAP Revista. lepid., 37 (148): 421-438 diciembre, 2009

#### **● Mamíferos terrestres**

En mamíferos, se ha investigado la magnetocepción en ratas, ratones, murciélagos, caballos y perros. La actividad de sensibilidad vinculada con el campo magnético, alcanza también a las vacas en las observaciones. Es común observar la cualidad de las vacas de orientarse para comer y dormir con inusual frecuencia en dirección norte-sur, con un hasta ahora desconocido "sentido

magnético". Esta cualidad fue registrada por investigaciones de Sabin Begdall de la universidad de Duisburgo-Essen, en Alemania. Los resultados de dicha investigación aparecen en la revista científica "Proceedings" de la Academia de Ciencias (PNAS), de Estados Unidos, en el número del 9 de Septiembre del 2008. Los científicos del equipo de Begall descubrieron el fenómeno a partir de fotos satelitales extraídas de Google Earth. Los científicos analizaron la conducta de 8.510 bovinos en 308 campos de pastoreo en todo el mundo: en América Latina, Norteamérica, Rusia, Asia y África. Entre las investigadas estuvieron incluso "vacas sagradas" de la India. Directas observaciones en ciervos revelan también, que esos animales, orientan sus cabezas hacia el Norte cuando pastan o descansan. Sorpresivamente este fenómeno de ubicuidad no parece ser muy atendido por ganaderos, rancheros y hombre de campo. Vientos y condiciones lumínicas, controlados en la investigación de la Universidad de Duisburgo-Essen, deben ser excluidos como un común dominador determinante de la orientación axial del cuerpo. El alineamiento magnético parece ser la más satisfactoria explicación. Como hipótesis, el ganado vacuno orienta su cuerpo a lo largo de las líneas del campo magnético terrestre. Cuando se analizó la orientación del cuerpo en localidades con alta declinación magnética, el norte magnético fue mejor predicho que el Norte geográfico. Estos estudios relevan el alineamiento magnético en grandes animales mamíferos, avalado por observaciones con muestras de suficiente representatividad estadística. Las conclusiones abren horizontes para el estudio de la magnetorrecepción que en general son de importancia para la etología aplicada (husbandry, animal welfare). Es un desafío para neurocientíficos y biólogos la explicación de estos mecanismos.

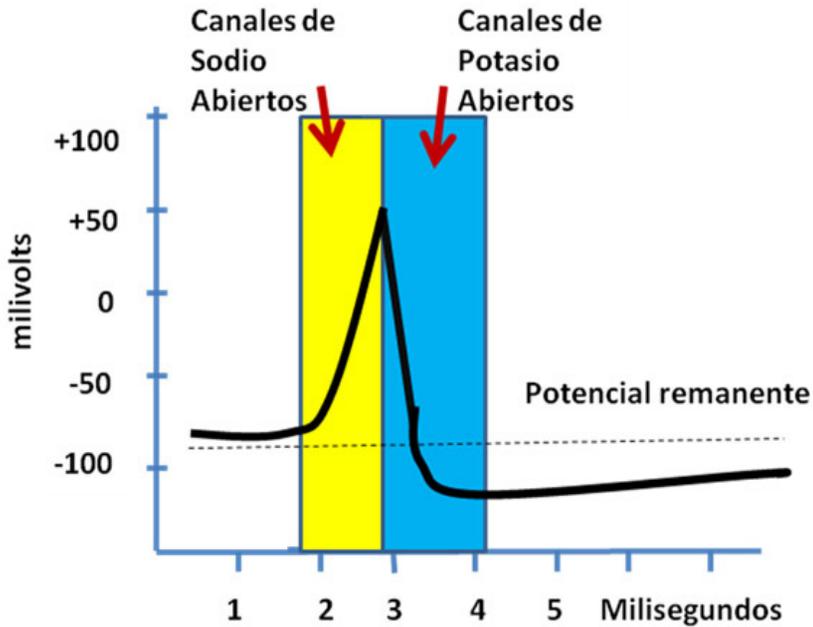
## Referencia

18. Extremely low-frequency electromagnetic fields disrupt magnetic alignment of ruminants» (en inglés).  
Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 106 pp. 5708–5713. Mar, 2009.
19. Biology: Electric cows. Nature 458 (7237): 389. 2009

## ACTIVIDAD NEUROELÉCTRICA EN EL HOMBRE

El biólogo italiano Luigi Galvani en 1791, descubrió por primera vez que había actividad eléctrica en el organismo, cuando se contraía un músculo animal. La corriente eléctrica se vio que era la expresión que demostraba el transporte de mensajes de las sensaciones del mundo externo, a la medula y al cerebro y de éstos se emitían órdenes también eléctricas a los músculos y órganos. En la década de 1920 el inglés Edgard Douglas Adrian pudo registrar y amplificar los potenciales eléctricos que se propagan a través del axón. Al tocar la piel, se genera un potencial de acción y cada vez que se genera un potencial de acción, hay algún tipo de reacción, motora, sensitiva o "mental". Adrian fue el primero en registrar el pulso eléctrico en un graficador. Se vio que el potencial de acción duraba 1/1000 de segundo y su gráfico contaba con dos componentes, uno rápido ascendente y luego del pico, otro descendente de igual duración. Con esto se demostró que todos los picos generados por cualquier célula nerviosa son prácticamente iguales en forma y amplitud, independiente de su especialidad funcional, sea visual, auditiva o de dolor y que las neuronas no se diferencian mayormente por sus potenciales de acción. La diferencia cualitativa depende entonces del tipo de

célula y de las fibras que las relacionan. Cada tipo de sensación dependía como ya había previsto Cajal, del tipo de célula específica y del tipo de conexión de las fibras que las conecta.



**Figura 4.** Gráfico de Potencial de acción y flujo de iones de potasio y sodio en la neurona

Más allá de estas observaciones se deben definir los avances de la neurociencia en el conocimiento de la electricidad del cerebro.

La actividad eléctrica de las células nerviosas activas, produce corrientes que se expanden a través de la cabeza. Esas corrientes llegan al cuero cabelludo de la cabeza y la resultante de la diferencia de voltaje, puede ser registrada comúnmente como electroencefalograma (EEG). Las corrientes producidas dentro de la cabeza crean campos magnéticos que pueden ser medidos arriba del cráneo como magnetoencefalograma (MEG). La EEG y MEG

reflejan la actividad eléctrica cerebral con una resolución temporal de un milisegundo (ms) y representan la más directa correlación obtenible de un proceso cerebral en línea no invasiva. Lamentablemente la resolución espacial de estos métodos está limitada por razones físicas. Aún con ínfimas cantidades de EEG y MEG registradas alrededor de la cabeza, son ambiguas las localizaciones específicas de centros responsables de actividad cerebral.

ENCEFALOGRAMA (EEG). Consiste en la captación de señales eléctricas que emite el cerebro, por aparatos llamados encefalógrafos, y que registran la frecuencia de las diversas ondas emitidas. La frecuencia de las ondas cerebrales llega a 35 Hz por segundo y se han clasificado en beta, alfa, teta y delta.

Las alfa, de una frecuencia entre 8 y 13 Hz se asocian al estado de relajamiento con ojos cerrados. Se pierden al abrir los ojos.

Las beta tienen alrededor de 14 Hz y se asocian al estado de alerta o atención, observando que si superan los 25 Hz o betas altas, están unidas a la agresividad y ansiedad.

Las teta son las de frecuencia entre 4 y 7 Hz y aparecen en la etapa de transición entre la vigilia y el sueño.

Las delta por debajo de los 4 Hz se asocian al sueño profundo.

El ERP es una medida por EEG de la actividad eléctrica del cerebro, que refleja por miles de procesos continuos y simultáneos, la respuesta cerebral a ciertos estímulos o eventos, usualmente no es visible por EEG. Uno de los usos más destacados de la ERP es la llamada respuesta al estímulo impredecible. La respuesta conocida a P300 (o simplemente P) es la que manifiesta un desvío positivo en el voltaje de aproximadamente 300 milisegundos luego que el estímulo es presentado.

En el California Institute of Technology (CALTECH) en Pasade-

ra se descubrió que los humanos poseen una fina placa de cristal de magnetita en el hueso etmoides, ubicado entre los ojos y justo detrás de la nariz. La importancia que pueda tener en el hombre esta placa, no se conoce y permite elucubraciones acerca de su importancia en las migraciones de Homo sapiens de hace 100.000 años, así como en el desarrollo de prótesis en la Neurociencia futura. Estudios en el CALTECH (Carruba et al., 2007) (20) demuestran, como un hecho innovador de la actualidad, algunos estudios de EEG, en exámenes magnéticos de evocación o (MEPs). Se aplicaron sobre 17 individuos aplicando EEG con técnicas de análisis lineales y no lineales (recurrentes). Se estudio mediante mediciones con análisis estadístico, para medir la presencia se evocaciones potenciales causadas ante determinados estímulos. En 16 casos ( $p = 0,05$ ) reaccionaron con las evocaciones potenciales, ocurridas 109-454 ms post estimulación, dependiendo del asunto evocable y de la relación con electrodos ubicados en la parte central y parietal del cerebro. Ello haría pensar, que existe posibilidad para detectar una sensibilidad magnética que produce reacciones evocativas en el cerebro.

#### **Bibliografía**

20. Carrubba S., C. Frilot A.L & Marino A.A. Evidence of nonlinear human magnetic sense J. Neuroscience 144 (1: 356-367. ), January 5th, 2007
21. Stephen, Juan. Do humans have a compass in their nose? Posted in Biology, 17th November , 2006

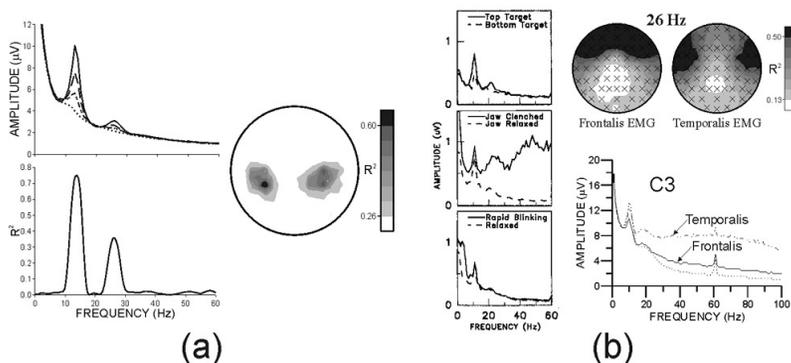
## **BRAIN COMPUTER INTERFACE (BCI)**

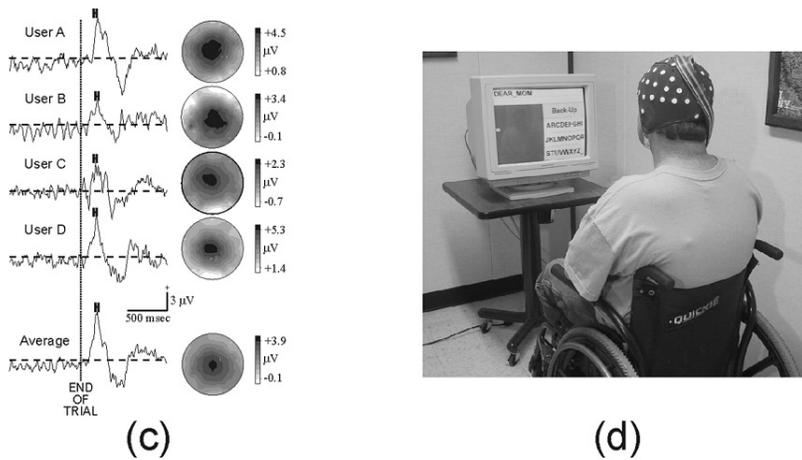
Actualmente se ha desarrollado un sistema designado como BCI (brain computer interface o BCI ), mediante el cual el pensamiento desde un cerebro, se transmite en base a las radiaciones

eléctricas, captadas por un "casco" sobre la cabeza, que se transmiten a una computadora y desde allí, por ejemplo letras o frases pensadas, son captadas y registradas en la pantalla del ordenador como letras o combinadas en frases. De esa manera personas lisias o que sufrieron un accidente cerebral del tipo ACV, pueden en base a la electricidad cerebral transformar un pensamiento en una acción, o sea que la computadora puede transformar "ideas" que vienen del cerebro, captadas por el "casco", y expresarlas en acciones. Este sistema fue desarrollado por el neurólogo Dr. Jonathan Wolpaw en el New York State's Wadsworth Center. Actualmente varios laboratorios, han desarrollado esta sorprendente tecnología, concretando y trasladando pensamientos, surgidos de las interconexiones del cerebro, a una computadora, que puede ayudar a personas físicamente paralizadas, a expresar o realizar cosas, cambiando sus vidas, inmovilizadas por la parálisis.

## Referencia

22. Wolpaw Jonathan R. Brain Computer Interface System. Video-Flash-hq.MHTML Document (13KB).The Wadsworth Center Brain-Computer Interface (BCI). Research and Development Program Since 1970. 2003.
23. Wolpaw Jonathan R., McFarland Dennis J., Vaughan Theresa M. & Gerwin.Schalk 2003. IEEE Transactions On Neural Systems And Rehabilitation Engineering, 11 (2), June, 2003.





**Figura 5.** (a) Sensorimotor-rítmico de control. El usuario del BCI, entrenado, controla con el Córtex, movimientos del cursor vertical para lograr localizar a cuatro posibles posiciones, A, B, C, D, que se marcan en el gráfico. Además mediante el control del sensor por el Córtex, frontal o temporal, se realiza el control del objetivo mediante frecuencias, expresada por líneas.

## LA COMUNICACIÓN ANIMAL

Las formas de intercomunicación de los animales, abarca una gran amplitud de mecanismos biológicos que comprenden funciones vinculadas a las esferas neurológicas, conductuales y vocales. Debemos dividir para su análisis a los aspectos comunicacionales animales en intra-especies e inter-especies. Los primeros corresponden especialmente al estudio de la etología y abarca una muy especializada investigación en toda las especies de la escala zoológica y supera los alcances de este opúsculo. Debe estudiarse cómo se comunican los individuos de cada especie, en función de sus necesidades vitales para alimentarse, protegerse, reproducirse, ambular.

Trataremos de dar un pantallazo de la comunicación intra-especies, teniendo en cuenta la vastedad en la escala zoológica.

Como orientación hemos seguido la clasificación sobre comunicación animal de la obra de Stefanie Jannedy, Robert Poletto, & Tracey L. Weldon, del Departamento de Linguística Publicado por The Ohio State University (EEUU) (Año 1994) (25).

### **Clasificación de formas de comunicación: Vocales-auditivas, gestuales y posicionales, táctiles, químicas**

Las formas vocales se expresan claramente en el canto de los pájaros, con formas que se transmiten por condiciones genéticas y por entrenamiento de padres a crías. Los ladridos de perros, mugidos de rumiantes, relinchos de equinos, suelen tener un sentido semántico y pragmático, para indicar estados de ánimo y peligros. Las ballenas y delfines, emiten sonidos, algunos inaudibles para el hombre que permite comunicarse a través de muchos kilómetros. Incluso en delfines los estudios de MC Cadwell (1990) (24) elaboran hipótesis sobre el significado de los silbidos del delfín.

Otra forma especial es la Ecolocación de los quirópteros, que emiten ultrasonidos mediante vibraciones de la lengua, emitidas a través de los dientes, cuando dejan sus labios abiertos. En su vuelo de crucero las vibraciones son del orden 0,2 frecuencias por segundo, mientras que cuando descubren un objetivo y comienzan un vuelo de persecución, llegan a frecuencias de intervalos más cortos del orden de diez por 0,1 de segundo. El principio del ultrasonido, consiste en el rebote de las ondas, que es captado por el oído del murciélago, provisto de pantallas para facilitar su recepción y recibirlas en las terminales nerviosas de sus oídos, para pasar a los centros del cerebro que procesan la información, y ubican espacialmente los objetos.

La comunicación por formas gestuales o posicionales, suelen tener significado en todas las especies, pero tiene un sentido muy especial en abejas, con su "danza" para dar mensajes a miembros de la colonia, de la relación entre una fuente de alimentos y la colmena. Movimiento de cola en el perro, que veremos más adelante, según razas han sido estudiados para reconocer aptitudes, excitaciones y necesidades.

Las formas táctiles, también sirven para expresar relación con funciones sexuales, en numerosas especies y es común en los simios las relaciones táctiles, para indicar agresividad o sumisión entre los individuos de la comunidad. En las hormigas, el contacto por sus antenas, tiene significados que han sido estudiados en relación con alimentos y se supone que dado la composición de magnetita en las antenas, haya una comunicación con relación a la colonia.

La comunicación en forma química, se suele expresar en muchas especies por secreciones como la orina. El perro, el zorrino, y otras especies utilizan la micción para marcar campos territoriales.

Para el objetivo de este trabajo, interesa señalar otros aspectos de la comunicación animal en las formas con las que se relacionan en la vinculación "inter-especies", porque en ella se podrá analizar comportamientos de diversos tipos de animales en relación con el hombre.

Desde sus orígenes, el Homo sapiens ocupó un espacio de dominación, cuando no de depredación, que lo llevo a domesticar especies, y utilizarlas para su beneficio y compañía. Con el desarrollo de la cultura humana, también ha cambiado buena parte de la forma de comportamiento del hombre con los animales, cambiando costumbres, formas de relación y legislaciones, tratando de introducir en la comunicación con el animal el sentido

de bienestar animal, como forma humanitaria de respeto, convivencia y explotación económica.

Para centrarnos en aspectos vinculados a los componentes neurológicos, vamos a limitarnos a describir las comunicaciones del hombre con tres especies únicamente, los simios, el caballo y el perro. Se han elegido los mismos, por especiales razones; con los simios la vinculación filogenética merece un estudio particular y con las otras dos, por la de acercamiento social. El perro en la compañía doméstica, y el caballo, por el significado que en la historia del hombre, ha tenido su comportamiento.

#### **Referencia**

24. Cadwell MC. The bottlenosed delphin. Academic Press. 1990

25. Poletto Robert (Author, Editor), Stefanie Jannedy (Author, Editor), Tracey L. Weldon (Editor). Language Files: Materials for an Introduction to Language & Linguistics [Paperback] . Ohio State University Dept. of Linguistics (Corporate Author). August,1994. ISBN-10: 081420645X

## **LA COMUNICACIÓN DEL HOMBRE CON LOS SIMIOS**

Existe un proceso mental designado "subitización", que consiste en la representación de un número, seguido de la asociación visual de cosas que lo expresan. En los niños se logra luego de los dos años, el efecto de asociación del número con las cosas, sean cubos, pelotas o colores. Dos chimpancés Ai y Alex, manejados por el psicólogo Tetsuro Matsuzawa, (director del Primate Research Institute de la Universidad de Kyoto) llegó a enseñarles la abstracción mental hasta diez, expresados por palabras y símbolos, que los monos podían perfectamente asociar. Es más, se ha visto en monos rhesus de Puerto Rico, hacer ciertas habi-

lidades numéricas como comprender que significaba la suma de  $1+1=2$  ; de  $2+1=3$  ;  $2-1=1$  o  $3-1=2$ . Sin embargo las experiencias no lograron superar la prueba de  $2+2=4$ . Las pruebas sobre memoria numérica deberán ser investigadas más sistemáticamente, como expresión del pensamiento y abstracción animal.

La comunicación con los simios, es un paso para comprender, junto con el funcionamiento del aprendizaje nuestro, como opera el de un cerebro con bastantes similitudes morfológicas al nuestro, pero con grandes diferencias en las áreas emocionales y conductuales. Por ejemplo, las Áreas cerebrales del lenguaje de Wernicke y de Broca, si bien existen en el chimpancé, sólo están suficientemente desarrolladas como para articular gritos y expresiones que no pueden llegar a ser un lenguaje. Sin embargo en su relación con el instructor, los chimpancés han aprendido el lenguaje ASL (American Sign Language) que usamos los humanos para adiestrar los sordo mudos. Allen y Beatriz Gardner de University of Nevada, Reno (1966),(26) pudieron aplicar en chimpancés el sistema para enseñar a expresar cosas, mediante movimientos. Por ejemplo, podían indicar cual era el objeto que encerraba una caja cerrada y que ellos podían ver a través de una ventana de la caja.

La relación del hombre en su convivencia con ciertos simios, es analizada en estudios que llegan a alcanzar, con el tiempo, a áreas de comunicación no sólo conductuales sino afectivas. Ello indica que las áreas límbicas del cerebro en los monos, alcanza cierto grado de comprensión de amistad, que representa conductas con lazos afectivos y emotivos, que en algunos simios, también se expresan al estudiarlos, en la vida natural de sus manadas o comunidades.

## Referencia

26. Gardner, R. Allen, Garner Beatrix T. & Thomas E Van Cantfort. Teaching Sign Language to Chimpanzees. University of New York State Press, 1989.

## COMUNICACIÓN DEL HOMBRE CON EL CABALLO

El ser humano es capaz de comprender al caballo y comunicarse con él a través de gestos o sonidos. Pero si se tiene en cuenta, que como seres humanos somos predadores, el caballo fue una pieza de caza para servir de alimento al hombre prehistórico. Eso hace que nuestro instinto nos mueve a acercarnos a él, mucho más violentamente de lo que el caballo lo haría con nosotros. Un equino antes de arrimarse a otro animal lo mira, crea espacio y distancia; esta diferencia de acercamiento crea, a veces, el temor que el animal siente en presencia de un hombre.

La personalidad de cada equino esta formada por una serie de rasgos de carácter. De este modo hay individuos que presentan actitudes apáticas, combativas, irritables o flemáticas, curiosas, indiferentes, obedientes o testarudas. Pero se advirtió que, generalmente, los caballos tienen un carácter tímido, perezoso, generoso y agradecido; hay en ellos cierto espíritu de dignidad o de orgullo, que los puede hacer a veces agresivos, aunque, no se los considera como tales, por naturaleza. Una vez entrenado, el caballo no solo responde a los estímulos de domesticación, sino que capta fácilmente palabras y gestos, acostumbrándose fácilmente al medio y personas o cuidadores con los que convive.

Nuestro colega, el Dr. Osvaldo Pérez MV, escribió en el año 2005, un libro sobre la "Vida de ilustres caballos" donde se destaca el lugar del equino en la historia del mundo, la literatura y la mitología. Es un referente de lo que representa el caballo, como compañía

del hombre en sus significados sociales, su ubicación en la historia y en el imaginario de leyendas. El libro destaca su importancia histórica como factor decisivo en guerras, el valor trascendente durante siglos para el transporte y la locomoción. Hoy, el caballo ha quedado como exponente deportivo de gran repercusión social. y hasta como entidad de la medicina de ayuda para casos de terapias para el hombre con discapacidades físicas o mentales.

#### **Referencia**

27. Pérez O. Vida de ilustres caballos. FEVA. 2005

## **LA COMUNICACIÓN DEL HOMBRE CON EL PERRO**

La dualidad hombre-perro es una sociedad establecida desde hace muchos miles de años. Hace unos 20.000 años, cuando llega el perro a América, también llega con el hombre y se dispersa con las migraciones humanas. Entonces, en este proceso de dispersión paulatina, el perro fue un acompañante del hombre, que le daba ayuda en sus labores, servía de alerta y compañía. Hoy junto con el desarrollo de la función cerebral del humano, también debemos estudiar la de su compañero, no sólo en las expresiones de inteligencia, sino también y quizás más, las vinculadas con el afecto y emociones. Estos aspectos que han sido evaluados desde años, considerando la inteligencia, los hábitos y conductas del perro en su comunicación con el hombre, ha experimentado un gran avance, con la aplicación en Medicina Veterinaria, de las técnicas de imagen por resonancia magnética funcional, a la que dedicaremos la parte final de este informe, como avance del actual conocimiento.

En el libro *The Intelligence of Dogs*, Stanley Coren, un profesor

de psicología de la Universidad de British Columbia en Vancouver, que publicó en 1995, explicó las teorías acerca diferentes tipo de inteligencia entre diferentes razas de perros. Coren define tres aspectos de la inteligencia del perro: inteligencia instintiva, inteligencia adaptativa e inteligencia de trabajo y obediencia. Inteligencia instintiva se refiere al perro con habilidades para realizar los objetivos y trabajos para los que la raza fue criada, como cuidar ganado, señalar la presa y cazar, cuidar como guardián, o acompañar como mascota. La inteligencia adaptativa, se refiere a la habilidad del perro para resolver problemas por sus propios medios, y la Inteligencia de trabajo y obediencia, se refieren a la habilidad de aprender enseñanzas de lo que le instruyen los humanos.

#### **Referencia**

28. Coren, Stanley. The Intelligence of Dogs: A Guide To The Thoughts, Emotions, And Inner Lives Of Our Canine Companions. New York: Bantam Books. 1995

## **¿Cómo se comunican los perros?**

### *- Señales auditivas*

El ladrido es una pauta de comportamiento genéticamente programada, que cumple funciones específicas en la expresión de los caninos, para comunicarse, llamar o alertar a la gente. Otra de las funciones del ladrido es la de amenaza, el ladrido estaría orientado en este caso hacia el intruso, no hacia el grupo de pertenencia del perro. Si el ladrido tiene un tono alto, es muy probable que el miedo del animal sea mayor que su nivel de agresividad; por el contrario, si la agresividad prevalece por sobre el temor la vocalización será de tono mas bajo. El **gruñido**

es una vocalización de tono bajo, cuya función primordial es la comunicación del estado agresivo del emisor. Al igual que otras vocalizaciones, el gruñido está generalmente acompañado de determinadas posturas corporales.

**Gemido y aullido.** El gemido es un sonido lastimero y de tono alto aunque suave. Cumple diferentes funciones según la edad y el estado emocional del emisor. Los cachorros que aún están con la madre, lo utilizan como llamada para solicitar sus cuidados; la madre suele responder proveyendo atención a los pequeños brindándoles calor, afecto o alimento. Cuando los cachorros pasan a ser parte de una familia humana, suelen gemir cuando los dejan solos, lo cual constituye no sólo un llamado para la obtención de compañía, sino también una forma de manifestar la ansiedad y la angustia que les provoca esta situación.

#### *-Señales Visuales*

La cabeza es el sector es el más importante en lo que respecta a la expresión visual. El mostrar los dientes con la boca abierta llevando las comisuras labiales hacia adelante, con hocico y frente arrugados, orejas erectas y también inclinadas hacia adelante, la cabeza generalmente alta y la mirada fija, indica un comportamiento de amenaza, agresivo, Cuando un perro presenta agresividad y temor al mismo tiempo -hecho que muchas veces sucede cuando el animal se ve acorralado- se produce una superposición de las pautas motoras de la huida y del ataque, dando lugar a expresiones intermedias que demuestran la situación de conflicto. En oposición, las orejas erectas, la cabeza sutilmente inclinada, la boca relajada y levemente entreabierta indican un es-

tado de atención totalmente desprovisto de miedo o agresión. La cola: Este segundo sector es también un indicador sensible de su estado emocional. En el caso de la cola existen dos indicios a tener en cuenta. Uno es la posición y el otro el movimiento de la cola. En cuanto al primero, si la cola se halla suspendida, colgando desde la base, está indicando una actitud serena, desprovista de tensión. Luego existen dos posiciones extremas. En una el perro eleva la cola por sobre su dorso y la ubica en forma perpendicular a éste; en este caso expresa un estado emocional de seguridad en sí mismo. La posición opuesta, que consiste en mantener la cola muy baja llegando incluso a introducirla entre los miembros posteriores, demuestra que el animal siente gran inseguridad y temor.

#### *-Señales olfatorias*

Para los caninos las señales olfatorias constituyen un factor de vital importancia durante su interacción con el entorno.

**Olores identificatorios:** Son aquellos específicos y característicos de cada individuo y a través de los cuales los animales se identifican entre sí. Por eso cuando dos perros se encuentran, se olfatean mutuamente tanto la zona anal como la genital y los oídos. También gracias a estos olores cada animal puede reconocer tanto su grupo de pertenencia como su propio territorio. Los distintos olores son distinguidos, diferenciados y captados a distancias, que el hombre no puede sentirlos y sirve la capacidad olfativa del perro, como sistema de alerta, de gran utilidad en su convivencia con el hombre.

**Olores emotivos:** Son producidos y liberados en circunstancias muy especiales, tales como el estrés, el miedo o el celo en las

perras. Por ejemplo, en situaciones de intenso temor un perro puede comprimir sus sacos anales enérgicamente, eliminar su contenido y producir un olor penetrante muy característico. Por otro lado, la orina de las perras en celo contiene sustancias químicas que actúan como señales que anuncian su estado fisiológico y por ende su posible receptividad a un macho.

### **¿Sabén los perros cuando estamos tristes?**

Este estudio fue publicado en la revista *Animal Cognition*, por investigadores de la Universidad de Londres. Lo que descubrieron los autores es que los perros se acercan a las personas que están llorando, y que suelen hacerlo con un comportamiento sumiso. Es cómo si los perros comprendiesen nuestro dolor, pero sin embargo no hay pruebas de que realmente compartan nuestro pesar. Las autoras del estudio, las psicólogas Deborah Custance y Jennifer Mayer,(29) lo publicaron también en la Revista *Science* el 8 de Junio del 2012. En el mismo relatan que reclutaron 18 perros y a sus compañeros humanos para probar si los perros respondían al llanto con un comportamiento empático. Se debía demostrar que el perro, tenían la capacidad de percibir lo que el otro estaba sintiendo y si ello los llevaba a sentir compasión. Los perros eran una mezcla de razas, sin elegir a ninguna en especial. Las experiencias se llevaron a cabo en la casa de participantes, donde una de las investigadoras iba de visita, y se turnaba fingiendo llorar con la persona dueña de casa. De los 18 perros, 15 se acercaron tanto a la investigadora como a su compañero humano cuando lloraban, y siempre se acercaban a la persona que lloraba. La mayoría lo hizo con un lenguaje corporal sumiso, como si esperara

sentir empatía. Otra razón podría ser, que los perros aprendan a acercarse a la gente que llora, en razón que la misma gente, tiende a buscarlos, como un posible apoyo emocional.

Según las autoras del estudio hace falta mucha investigación todavía, antes de aceptar que los perros efectivamente sienten empatía emocional. Pero el saber popular ya ha dado su veredicto. Habrá que ver cuándo la ciencia pueda probarlo de forma tajante. Hay pruebas arqueológicas de que al menos hace 30 mil años, ya había perros domesticados entre nosotros, haciendo compañía al hombre. Diversos estudios han demostrado que los perros son expertos en comunicación humana. Y ese aspecto es el que debe investigarse, en base a los recientes avances hechos, utilizando la IRMf en perros, para empezar a conocer como funciona el cerebro, de este permanente amigo del hombre.

#### **Referencia**

29. Custance, Deborah M. & Mayer, Jennifer. Empathic-like responding by domestic dogs (*Canis familiaris*) to distress in humans: An exploratory study. *Animal Cognition*, pp. 1-31. 2012

### **¿Cómo piensan los perros?**

El neurólogo Greg Berns (30), inició un reciente estudio, en Abril de 2012, en la Universidad de Emory, con pruebas sobre dos perros entrenados al "scanner" para la resonancia magnética. Se empezaron a lograr imágenes, que a diferencia de las utilizadas para estudios clínicos, los animales no estaban anestesiados para poder "ver" las zonas activas del cerebro frente a ciertos estímulos. Las imágenes por resonancia magnética permiten formar un mapa del cerebro, identificando qué región se activa cuando el

perro, en cada caso, está realizando alguna actividad definida.

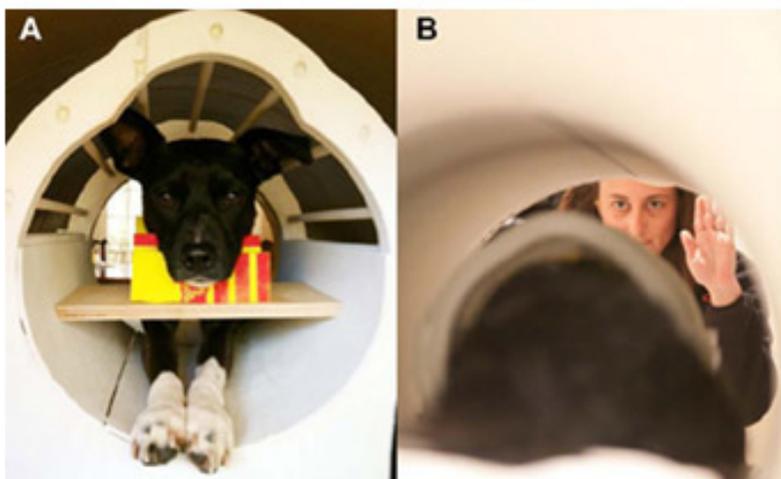
Lo primero que decidieron estudiar, fue si los perros comprendían el lenguaje de las órdenes que les daban las personas, o si respondían más a movimientos del cuerpo o a otras pistas. También buscaban comprender cómo representan los perros a los humanos; los hombres, ¿somos todos iguales? y ¿Qué parte del cerebro representa a los humanos y cuál a otros perros? Otro aspecto que se está iniciando a estudiar, es si los perros comprenden el lenguaje de las órdenes que le dan las personas, o si responden más a movimientos del cuerpo o a otras expresiones.

Ambos perros, que ya habían sido entrenados a tirarse en paracaídas desde un helicóptero, ahora ya han sido capaces de no asustarse ante los ruidos del "scanner", llegando hasta caminar dentro de la máquina. Los neurólogos han comenzado a medir la actividad neuronal. Las investigaciones tratan de resolver preguntas como: ¿Tienen empatía los perros? ¿Sabes si su dueño está triste o alegre? ¿Qué y cuánto del lenguaje entienden?

En los primeros experimentos los perros fueron entrenados en el significado de las señales para "ver" su respuesta cerebral. La región caudal del cerebro, fue asociada con pruebas de recompensa de los humanos. Mostraron activación ambos perros, cuando ellos vieron la señal para la recompensa, pero no así, cuando la recompensa, no se cumplía.

Estas experiencias en el laboratorio del grupo de Berns en la Universidad de Emory, son todavía demasiado recientes y es necesario ajustar muchos detalles de técnica, pero aparecen como un camino para avanzar, investigando muchas de las extrañas vinculaciones que desde miles de años, unen al hombre con el perro, por un extraño lazo, de cosas que todavía la ciencia no puede explicar.

**Figura 6.** Imágenes de Scanner en perros muestran secretos del cerebro- IRM funcional en perros despiertos sin restricciones. Fuente: Emory University « What is your dog thinking? Brain scans unleash canine secrets » et PLoS ONE via SSRN, April 27, 2012 "Functional MRI in Awake Unrestrained Dogs"



### Referencia

30. Berns G.S., Brooks A.M. & Spivak M. Functional MRI in Awake Unrestrained Dogs. PLoS ONE 7 (5) e38027. DOI 10.1371. Journal phone 0038027 Editor Stephan C.F.Neuhaus University Zurich , Switzerland. 2012.

## CONCLUSIÓN

La magnetorrecepción y su funcionamiento neurológico, si bien han avanzado con observaciones de real significación en los últimos años, presentan todavía numerosas incógnitas, que la ciencia biológica, deberá develar.

Las células con proteínas Cryptocrómicas y su sensibilidad a los fotones de la luz, con reacciones moleculares que se explican por la teoría cuántica y los efectos de compuestos ferromagnéticos identificados en órganos como nariz, oído y ojo de diversas especies, dan pie para seguir la investigación, también en otras. Aspectos conocidos desde muchísimo tiempo, nunca fehacientemente explicados, como el retorno del caballo a su "casa", luego de una larga cabalgata, o el re-encuentro de perros extraviados, luego de un largo viaje, en busca de sus "dueños", así como extrañas sensibilidades de algunas personas para captar ideas de otros, son observaciones que se prestan a la exageración, la duda y la mentira. Sin embargo, esa sensibilidad del sentido en relación con campos magnéticos, es algo que funciona en ciertas especies y que podría explicarse en otras. Existen fenómenos, que todavía no han sido suficientemente detectados, quizás por su complejidad o la escasez de tecnología, todavía no alcanzada por el hombre.



Incorporación del Académico Correspondiente Ing Agr  
Carlos Senigagliesi

## **Apertura realizada por el Presidente de la ANAV**

**Dr Carlos O. Scoppa**

Sesión Pública Extraordinaria, Pergamino 5 de noviembre de 2012

Señor Rector de la Universidad Nacional del NE de la provincia de Buenos Aires, Señores Académicos, Señor Director Regional del INTA, Señor beneficiario, Distinguida familia del nuevo Académico, Colegas y amigos

La Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria vuelve a convocar a Sesión Pública Extraordinaria, fuera de su sede, con el grato propósito de incorporar como Académico Correspondiente en esta noble y progresista ciudad de Pergamino a uno de sus hijos dilectos, ya que en el ámbito de esta comarca desarrollo toda su actividad profesional y de universitario, el Ing. Agr. Carlos Senigagliesi.

Las Academias Nacionales son organizaciones con comunión de ideas, preceptos y objetivos con una responsabilidad derivada de una secular y esclarecida tradición que las hace sentirse impulsadas a buscar en común, los medios para promover armónicamente la indagación científica, el continuo impulso de la cultura y el cultivo permanente de la ética.

Cada presencia de la Academia en el interior debe interpretarse como un feliz acontecimiento ya que esta haciendo cumplimiento efectivo del carácter nacional que la sociedad y la legislación le imponen, impulsándola a extender los beneficios de su labor.

Estos encuentros adquieren hoy su verdadera y deseable for-

taleza al completarse y fortalecerse el programa que iniciara en 1975 de designación de académicos correspondientes en diferentes sitios de la republica.

Dentro del quehacer académico estas ceremonias son trascendentes y auspiciosos y tienen un aire festivo porque conllevan una incuestionable carga de alegría. Son la imagen del enriquecimiento y la renovación permanente que las Academias requieren para garantizar el cumplimiento de sus cometidos.

Debo señalar a la distinguida audiencia que los requisitos para la elección de miembros correspondientes son, según lo estipula nuestro estatuto, los mismos sobresalientes méritos que para los de número, con excepción de que su lugar de residencia se encuentra a más de 100 km de su sede. Esta circunstancia evidencia claramente, la trascendencia que tiene para la academia el acto al cual asistimos pues es su objetivo permanente poseer el más calificado tejido de académicos cubriendo equilibradamente los diferentes territorios contenidos en nuestra geografía.

También es decirle a la sociedad que luego de un largo y meticoloso proceso de evaluación, se ha encontrado a un hombre digno del reconocimiento público, "merecedor de la gratitud de la patria" como lo asigna el texto jurídico que gobierna a las Academias Nacionales. A alguien quien por la particularidad de su obra, consecuencia de un lúcido talento y una labor permanente que no conoce de claudicaciones debe ser reconocido para integrar lo que debe ser la mas alta reserva intelectual, moral y ética de la República.

Es que el Ing. Senigagliesi se comprometió siempre para realizar lo mejor que pudo la actividad que se propusiera en cumplimiento de su vocación, su trabajo, su familia, sus estudios, su educación. Es decir asumió responsablemente todos los actos

de su vida demostrando valentía y humildad por encima de las palabras vanas.

No siguió la senda del interés estrecho sino la ancha ruta del interés común que es, en definitiva, noble fin de la ciencia.

Fue esa actitud responsable unida a su esclarecida inteligencia y su permanente dedicación al estudio, unida a un respeto irrestricto de la ética, lo que seguramente le posibilitó obtener aquellos logros, que hoy le reconocemos unánimemente para que ocupe el sitio de Académico Correspondiente.

Soy consciente que solo he mostrado con rapidez, incurriendo seguramente en el defecto nacional de ligereza, algunos de sus privilegiados rasgos. No he expresado en su justa magnitud las notorias virtudes humanas y científicas que la definen, líneas que seguramente serán expuestas por quien tendrá el privilegio y la distinción de ser su padrino académico, el Académico Ing. Agr. Roberto Casas; exponiéndolas medularmente con la profundidad y la extensión merecida y adecuada.

Es precisamente como consecuencia de la importancia y gravitación que revisten tales decisiones que estas sesiones son públicas ya que de alguna forma las academias le están rindiendo cuentas a la sociedad sobre el acierto de la elección efectuada. De allí la alegría, la presencia de rostros gentiles, de sonrisas mancomunadas que inundan este salón pues la seriedad se manifiesta en las conductas y no en las apariencias.

Así la feliz incorporación del Ing. Agr. Carlos Senigagliesi, además de ser estimulante para el lugar, facilitará el proceso de retroalimentación y fortalecerá a la corporación para el cumplimiento de sus fines fundamentales.

La Academia sabe que el nuevo cofrade continuará con lo que

fue desde siempre su objetivo de vida, teniendo el trabajo como arma, el estudio como pasión, la ciencia como escudo y la visión del progreso como esperanza.

El acto de hoy trae a este salón el júbilo ennoblecido por la grata y elocuente presencia de distinguidas personas de los más distintos ámbitos, la universidad, la política, la producción y el pensamiento, cuya presencia destaca y aprecia.

De la misma manera lo hago con los familiares, amigos y colegas que han llegado con la misma alegría y los mismos sentimientos de adhesión y de aplauso para el Ing. Senigagliesi, dispuestos a disfrutar este instante de realización que a todos nos alcanza y a todos nos honra porque tiene el encanto de la verdad, la serenidad de lo justo y el dulce atractivo de la calidez humana que hoy se expresa en plenitud.

Permítame entonces ahora, que en correspondencia con el cargo que desempeño, tenga el privilegio, Ing. Senigagliesi, Carlos, de hacerte entrega de tus palmas académicas, a través del diploma y la medalla que te acreditan como Académico Correspondiente en la ciudad de Pergamino de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria.

Incorporación del Académico Correspondiente Ing Agr  
Carlos Senigagliesi

## **Presentación del Académico Correspondiente Ing. Agr. Carlos Senigagliesi**

**Ing. Agr. Roberto R. Casas**

Sesión Pública Extraordinaria, Pergamino 5 de noviembre de 2012

El Ing. Agr. Carlos Senigagliesi egresó en 1968 de la Facultad de Agronomía de La Pampa, dependiente en ese entonces de la Universidad Nacional de La Plata. En 1973 obtuvo la Maestría en Ciencias, especialidad Suelos, en el Colegio de Postgraduados de Chapingo – México.

Desde su incorporación como investigador a la Estación Experimental Agropecuaria de Marcos Juárez del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA - en agosto de 1968, abrazó la especialidad Fertilidad y Manejo de Suelos y Cultivos.

Durante su trayectoria como investigador ha coordinado proyectos regionales, nacionales e Internacionales, en temáticas relacionadas con la agricultura sustentable, la intensificación productiva, desarrollo de la fertilización y agricultura conservacionista, abocándose en los últimos años al estudio de la mecánica de descompactación en suelos del área núcleo pampeana.

Ha realizado numerosos cursos y actividades de actualización en el país y en el exterior, entre las que se destacan las efectuadas en el Programa de trigo – CIMMYT en México, en las Universidades de Kentucky, Iowa, Purdue, Georgia y Florida en USA, en ENICHEM y FAO en Italia en la temática de fertilidad de suelos y visita al Programa Nacional de Maíz en EMBRAPA en Minas GE-

RAES y al Programa de Maíz de Río Grande do Sul, Brasil.

Sus actividades de investigación las completó con aquellas vinculadas a la transferencia de tecnología, participando como disertante en más de cuarenta jornadas, simposios, seminarios y conferencias destinados a profesionales y a productores agropecuarios. Coordinó 12 jornadas de actualización y seminarios sobre producción de trigo, maíz, soja, lino, colza y girasol y sobre manejo y conservación de suelos en el área maicera.

Entre los años 1977 y 2011 ocupó en el INTA los siguientes puestos gerenciales: a partir de 1977 Jefe del Departamento de Producción Vegetal de la Estación Experimental Pergamino; entre 1978 y 1983, Jefe del Departamento de Ecología y Técnica Cultural y Director interino de la mencionada Estación Experimental; en el período 1990 a 1997, Director del Centro Regional Buenos Aires Norte; entre el 2000 y 2003 Director Nacional Asistente de Planificación y entre el 2003 y el 2011 Gerente de Control de Gestión de Proyectos.

El Ing. Senigagliaesi ha alternado sus actividades de investigación con la docencia como profesor adjunto de las Cátedras de Cereales y Producción de Oleaginosas en la Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales de la Universidad Nacional del Noroeste de Buenos Aires y como profesor responsable de la asignatura Gestión de Proyectos de la Especialización en Gestión de la Innovación y Vinculación Tecnológica de la misma Universidad. Desde Junio de 2011 a la actualidad, se desempeña como Coordinador de la Carrera de Agronomía, Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales de la UNNOBA.

Ha sido director de becarios y tesis de postgrado, jurado de tesis de postgrado, participando como jurado para cubrir cargos

de profesores universitarios en las Universidades Nacionales de Buenos Aires, La Plata y del Litoral.

Su vasta trayectoria la ha plasmado en la autoría de 17 publicaciones técnicas, 22 publicaciones para extensión, 2 publicaciones institucionales y 40 trabajos presentados a congresos y seminarios nacionales e internacionales de la especialidad.

Ha participado en representación del INTA en numerosas comisiones y comités coordinadores entre los que merecen destacarse el Comité Coordinador del Acuerdo de Cooperación INTA - INIA, Uruguay, participación como referente institucional en la campaña nacional sobre roya de la soja, miembro del Comité Ejecutivo del Centro de Cereales y Oleaginosas – INTI, participación en el Programa Raíces del MINCYT y Asesor de los Programas de investigación en producción de trigo y maíz en el Paraguay -Programa IICA – BID – CONO SUR. También ha integrado la Comisión Asesora de la Revista IDIA XXI, la Comisión de Política Editorial y el Consejo Asesor del Programa de Capacitación a Distancia – PROCADIS.

En mérito a sus trabajos y a su trayectoria ha recibido el Premio de la Cámara Arbitral de la Bolsa de Cereales versión año 2000 disertando sobre el desarrollo de la siembra Directa en la Argentina. El jurado, al fundamentar el otorgamiento del Premio, expresó que lo hace “por su distinguida actividad que contribuyó a la experimentación y difusión de la siembra directa en nuestro país”.

En los últimos años el Ing. Senigagliesi ha distribuido su tiempo entre la gestión institucional, la transferencia de principios conservacionistas, la docencia universitaria y la investigación. Si bien resulta muy difícil sintetizar la extensa y productiva trayectoria del Ing. Carlos Senigagliesi en unos pocos minutos, podríamos concluir que el mérito más destacable ha sido su permanente

accionar a favor de la conservación del suelo, tanto en su rol de investigador, así como desde la gestión. En la décadas de los 70 y 80 abordó el mejoramiento de la tecnología de fertilización de cultivos agrícolas mediante la calibración de métodos de diagnóstico de nitrógeno y fósforo en trigo y maíz. Los resultados logrados contribuyeron en la década de los 90 al desarrollo de tecnologías para la intensificación de la producción agrícola, conjuntamente con la aparición de nuevos materiales genéticos, altas dosis de fertilizantes, control de enfermedades, riego suplementario y técnicas de agricultura conservacionista.

El Ing. Senigagliesi contribuyó al desarrollo de técnicas de conservación del suelo, primero a través de la labranza conservacionista y luego mediante la siembra directa, de la cual fue un entusiasta defensor. Sin duda alguna la difusión de este sistema, unido a la rotación de cultivos, contribuyó a la reducción de los procesos de degradación de suelos, principalmente la erosión. También fueron relevantes sus aportes en el ajuste de tecnologías para el manejo de los cultivos de trigo y maíz en lo que hace a la optimización de los factores de producción para maximizar los rendimientos y la rentabilidad de dichos cultivos.

Esta breve reseña de la proficua hoja de vida del Ing.- Agr. Carlos Senigagliesi es una muestra elocuente de su destacada y productiva trayectoria así como de los méritos y logros profesionales. Ingeniero Agrónomo. Carlos Senigagliesi, en nombre de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria reciba Ud. las más sinceras felicitaciones.

Incorporación del Académico Correspondiente Ing Agr Carlos Senigagliesi

## **Conferencia**

### **La Agricultura Pampeana hoy.**

#### **Un aporte en el análisis de su sustentabilidad**

**Ing Agr Carlos A. Senigagliesi**

### **CONCEPTUALIZACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD**

El concepto Agricultura Sustentable (AS) comenzó a utilizarse a finales de la década de 1980. Anteriormente se hacía referencia a la Agricultura Conservacionista ya que se tenía en cuenta únicamente la preservación del medio ambiente, en particular del suelo.

Hoy entendemos por AS a la actividad que se realiza en un sistema de producción que tiene la condición de mantener la productividad y ser útil a la sociedad en el largo plazo, abasteciendo de productos a precio razonables.

En la utilización de esta terminología se distinguen básicamente dos enfoques. Uno que es más bien reduccionista prioriza el aspecto ambiental. Algunas definiciones dentro de este enfoque sostienen que la AS hace uso de los recursos naturales para satisfacer las necesidades de la humanidad preservándolos y/o mejorándolos evitando la degradación y asegurando un desarrollo productivo a largo plazo con altos rendimientos, utilizando tecnologías y prácticas de manejo que mejoren la eficiencia biológica del sistema (De Camino y Müeller, 1993; Altieri y Nicholls, 2000).

Algunos autores justificaban incluso que debe mantenerse en la definición solo lo ambiental para no minimizar su importancia y que lo económico y social debería ser considerado como parte del contexto en que se desarrolla la agricultura (Crews et al, 1991).

El enfoque más amplio incorpora además de lo ambiental y productivo, elementos económicos, sociales y políticos. Algunas definiciones dentro de este enfoque como la de FAO, expresa que la AS además de asegurar la satisfacción de las necesidades humanas en forma continuada para la presente y las futuras generaciones preservando los recursos naturales, es técnicamente apropiada, económicamente viable y socialmente aceptable. (FAO, 1992, citado por Von Der Weid, 1994).

Otras definiciones profundizan más en lo económico y social. En ese sentido, establecen que los bienes y servicios provenientes de los sistemas de producción deben estar equitativamente distribuidos entre los participantes del proceso (IICA-GTZ, 1991), que alcancen una dimensión espacial beneficiando a las personas más allá de un país o región (Allen et al, 1991), incluyendo a todas las condiciones sociales de clase, género y raza (Allen y Sachs, 1993).

Es evidente que las definiciones sobre AS no son totalmente coincidentes debido a que reflejan los intereses particulares de los distintos grupos o sectores que la promueven, sean estos productores, ambientalistas, científicos agrícolas o investigadores sociales (Francis y Youngberg, 1990). Como resulta casi imposible consensuar una sola definición, numerosos autores prefieren considerarla como un marco de referencia proveniente de un enfoque holístico e interdisciplinario, flexible y adaptado a las condiciones particulares de cada país o región.

Actualmente la mayor parte de los estudiosos de la sustentabilidad de los sistemas de producción agropecuarios coinciden que para su análisis deben tomarse en cuenta los siguientes criterios:

- Ser ecológicamente válido. Esto es, debe tender al mantenimiento y restauración de los recursos naturales, lo que implica

que estos recursos se usen de manera de minimizar las pérdidas de nutrientes y energía y se reduzca o evite la contaminación.

-Ser económicamente viable. Esto es que los ingresos garanticen retornos suficientes que cubran los costos asegurando una fuente permanente de ingresos con altos niveles de productividad, a fin de darle viabilidad y continuidad al sistema.

-Ser socialmente justo. Esto es que el poder y los recursos sean distribuidos en forma equitativa, que se promueva la autogestión y que la participación garantice el control de los medios de producción y de los recursos naturales.

-Ser adaptable. Esto es que el sistema de producción sea capaz de adaptarse a los cambios externos, es decir, a las distintas políticas agropecuarias implementadas así como a las condiciones de mercado y a los procesos sociales y productivos que se presenten.

## **ESTADO ACTUAL DE LA AGRICULTURA PAMPEANA**

### *ANTECEDENTES*

La forma de producción en la región pampeana sufrió un proceso de agriculturización que se inició en la década del sesenta y se intensificó en los setenta. Se fue abandonando el modelo de producción mixto con agricultura y ganadería, que incluía la rotación con pasturas perennes por cuatro o cinco años período en el cual se recomponía la fertilidad química y las propiedades físicas reducidas por el ciclo agrícola.

Dos desarrollos tecnológico influyeron para que se consolidara la agricultura continua o permanente: la aparición de las varie-

dades de trigo mexicanos provenientes del programa de mejoramiento del INTA, que aumentaron notablemente el potencial de rendimiento del trigo y el advenimiento de la soja, cultivo que se adaptó a la siembra después del trigo conformando el sistema de doble cultivo trigo-soja, altamente productivo y rentable, desplazando a la ganadería y a otros cultivos como el maíz.

El exceso de laboreo, la quema de rastrojo de trigo para la siembra de la soja, el escaso o nulo uso de fertilizantes contribuyeron a acelerar la degradación físico química de los suelos y fundamentalmente, la erosión hídrica a niveles realmente muy preocupantes cuya manifestación no era solo la erosión laminar sino también en surcos y en cárcavas, afectando no solo a la tierra productiva sino también infraestructura y caminos. El proceso erosivo era común a otros países limítrofes y su gravedad impulsó a realizar acciones para tomar conciencia del problema. La academia Nacional de Agronomía y Veterinaria tuvo un rol fundamental organizando junto con el INTA en 1979, el Simposio Internacional sobre "La erosión hídrica de la Cuenca del Plata". Posteriormente en 1984, ambas instituciones organizaron la "Conferencia Nacional sobre Erosión y Conservación del Suelo" con un gran suceso por la calidad de los trabajos presentados y por la gran concurrencia a la misma. A esta tarea de motivación y concientización concurrió la publicación de un extenso trabajo "La conservación del suelo y del agua e inundaciones en la Cuenca del Plata. Operativo paraguas" de gran trascendencia.

En la parte operativa, el INTA realizó investigaciones y desarrollos tecnológicos desde los inicios de la década del 70, muchas de ellas en convenios con otras instituciones como la FAO y el INRA. En 1986 puso en marcha el Proyecto de Agricultura Con-

servacionista PAC, implementando actividades de experimentación, adaptación de tecnologías, capacitación y difusión en un área de unas 5 millones de has en el centro de la zona agrícola donde los problemas de degradación y erosión de los suelos eran más notorios, ubicada en el sur de Santa Fe, Sud Este de Córdoba, Sur Oeste de Entre Ríos y Nor Este de Buenos Aires. El conjunto de tecnologías adecuadas para frenar y revertir el proceso habían sido desarrolladas a nivel experimental y evaluadas en muy pocos lugares dentro del área. Este proyecto dio inicio a la difusión y adopción a escala importante de prácticas como la sistematización de suelos, el uso de fertilizantes, la labranza mínima y vertical para dejar cobertura de rastrojos y especialmente la siembra directa (Senigagliesi, 1988) Al final de la primera etapa del proyecto, en 1990, de unas pocas miles de has en siembra directa se habían cuantificado más de 90.000 has, cifra todavía poco relevante dado la magnitud del área problema pero muy significativa por la proporción de ese incremento.

En pocos años el crecimiento de esta tecnología fue exponencial por el desarrollo de sembradoras adaptadas a la siembra con rastrojo en superficie, la disponibilidad de herbicidas más eficientes y especialmente, por la aparición de la soja RR que permitió el uso del glifosato en post emergencia, facilitando y abaratando el control de malezas. También por acciones realizadas por diferentes instituciones como AAPRESID creada en 1989, la Fundación Producir Conservando, entre otras y el interés de las empresas proveedoras de insumos y maquinarias (Senigagliesi y Massoni, 2002).

## *ASPECTOS PRODUCTIVOS, TECNOLÓGICOS Y AMBIENTALES*

En los últimos 20 años, el área cultivada con granos pasó de 17,8 a 33,9 millones de has (+90%). De esa superficie, la soja es 53%, el maíz el 14%, el trigo el 13%, el girasol el 5% y el 14% con el resto de cultivos, cebada, sorgo, etc (<http://siia.gov.ar>). Vale decir que existen pocas posibilidades de una adecuada rotación ya que la soja, especialmente en el área pampeana central es el principal cultivo que se realiza.

Durante este período la producción pasó de 40 a 100 millones de hectáreas (+153%) por lo que el aumento de producción no se debió exclusivamente a un aumento de área sino también a una mayor productividad (de 2,24 a 2,97 tn/ha). El maíz creció en rendimiento unitario a una tasa de 78 kg/ha/año, la soja a 28 kg/ha/año y el trigo a 38 kg/ha/año. Este nivel de productividad y su evolución, que a priori resulta satisfactorio, en realidad está muy por debajo de lo posible en función de los recursos (suelo y clima) disponibles. Existen evidencias que muestran que por distintos desajustes en el paquete tecnológico utilizado, se están obteniendo 1000 kg/ha menos en soja y hasta 5000 kg/ha menos en maíz (Mendez, 2012)

Un estudio específico sobre brecha tecnológica y productividad muestra que, para el caso del cultivo principal, soja, solo en el 30 % del área sembrada (que representa el 36% de la producción) se aplica correctamente el paquete tecnológico que optimiza el rendimiento, mientras que en el 53% del área sembrada (que representa el 51% de la producción) utiliza un nivel tecnológico medio cuya productividad es un 19% inferior al nivel óptimo y

un 17% del área (que representa el 13% de la producción) aplica un nivel tecnológico bajo cuyo rendimiento es un 39% inferior al obtenido con un nivel tecnológico alto (Cap y Gonzalez, 2002).

Un trabajo más específico referido a la producción por unidad de superficie más que al rendimiento de cada cultivo, realizado en el área sur de Santa Fe, muestra que con el monocultivo de soja se obtiene un rendimiento promedio en torno a 3.550 Kg/ha/año. Con sistemas de producción que también incluye trigo y soja de segunda además de soja de primera, el rendimiento promedio se incrementa a 4.730 kg/ha/año y en otros sistemas más intensificados y diversificados, con soja de primera, trigo y soja de segunda y maíz, el nivel de productividad promedio se eleva a 7.833 kg/ha/año (Martínez y Cordone, 2008).

En síntesis, si se analizan a los sistemas de producción en términos de producción por ha/año, se tiene que con un solo cultivo por año (soja) la productividad es muy baja. De igual modo si la consideramos en términos de producción por mm de lluvia disponible, recurso tan o más escaso que la tierra, nos da una cifra promedio de aproximadamente 3 a 3,5 kg granos por mm lluvia. La razón principal, más allá de los desajustes en el paquete tecnológico, es la baja intensidad del uso del suelo, principalmente con soja. En la medida que se incluyan más cereales, de mayor productividad y se aumente la intensidad del uso del suelo (más de un cultivo por año), el nivel de productividad aumentará, con el consiguiente beneficio de un mayor aporte de carbono al suelo y de una mayor eficiencia del uso del agua disponible.

Respecto a las tecnologías de producción, llegamos a nuestros días con sistemas de producción en los que la siembra directa está adoptada en un 78.5% del área sembrada, con unas 25 millones de

has. La aparición de las variedades de soja con resistencia genética al glifosato (RR) favoreció la expansión de la siembra directa.

Como es ampliamente conocido, este sistema de siembra sin laboreo del suelo tiene muchas ventajas, ya sea en la productividad de los cultivos (principalmente por mejor utilización del agua disponible), en el resultado económico (por menor requerimiento de maquinaria, mano de obra y energía) y en la conservación del ambiente (conservación del suelo, balance de materia orgánica, menores emisiones de gases de efecto invernadero), especialmente cuando esta técnica está asociada a una correcta rotación de cultivos donde los cereales aportan importantes volúmenes de rastrojo (Senigagliesi, 2004). Respecto a la erosión, uno de los problemas más graves de la década del ochenta, salvo en los suelos con pendiente mayor al 1,5-2 % y en años muy lluviosos (situación donde se requieren prácticas para reducir el escurrimiento del agua, como las terrazas y los desagües empastados, etc), la erosión hídrica se ha reducido en forma muy significativa.

La materia orgánica es formadora de estructura y de CIC, junto con el aporte de nutrientes y muchos otros compuestos útiles para el crecimiento de las plantas. El aporte de rastrojo contribuye a la vida del suelo a través de micro organismos: hongos, bacterias y micorrizas y de la meso y micro fauna: artrópodos, insectos y lombrices. Contribuye a mantener las propiedades físicas del suelo.

Por el predominio de la soja casi como único cultivo, el aporte de rastrojos para mantener estable o aumentar el stock de carbono en el suelo (COS) es insuficiente. Existen numerosos estudios que muestran el afecto a largo plazo sobre el COS de distintas rotaciones y sistemas de labranzas. Lattanzi y col, 2006, señalan que después de 30 años, la soja como monocultivo deja la menor

cantidad de COS, con un nivel del 50% respecto al de un suelo virgen, mientras que rotaciones con alta proporción de gramíneas como Trigo, Maíz y Sorgo (TS-M; M-S; So-S) en siembra directa y con dosis de fertilizantes adecuadas, estabilizan el nivel de COS en un 60% respecto al suelo virgen. Rotaciones que incluyen pasturas y cultivos agrícolas fueron las que proporcionan mayor aporte de COS, con un nivel del 65% respecto al suelo virgen. Utilizando la metodología de simulación con un modelo calibrado para la zona central de la región pampeana, también se ha demostrado la pérdida de COS en el largo plazo con monocultivo de soja. Andriulo e Irizar 2010, establecen que para esta región se requiere un aporte anual de carbono de alrededor de 4,5 tn para mantener el stock, vale decir entre 10 a 11 tn de materia seca proveniente de los rastrojos. Además de aportar a través de la soja menos de la mitad de la cantidad requerida, el tipo de material (relación C:N de 40:1 muy baja en comparación con gramíneas como maíz o sorgo que tienen relaciones C:N de 100:1) favorece la rápida descomposición sin llegar a formar componentes húmicos estables. Debería haber mayor proporción de maíz, trigo, sorgo en rotación con soja de manera de aumentar sostenidamente el aporte de carbono, pero las causas de la siembra casi exclusivamente de soja se deben a factores económicos que veremos más adelante.

En otro estudio utilizando la misma metodología, se evaluó que en un período de 40 años, en monocultivo de soja se tenía una pérdida de 4,21 tn/C/ha mientras que con una secuencia M/S (como doble cultivo) se tenía una ganancia de 5,21 tn/C/ha en el mismo período (Miranda y col, 2012).

Cordone y col, 2004, encontraron en el sur de Santa Fe que con el modelo productivo predominante de soja (7 años de soja

de 1º, 2 años de trigo-soja y 1 año de maíz en una serie de 10 años), la pérdida neta de carbono era de 4,83 tn/ha en ese período. Con una secuencia maíz - soja de primera, la pérdida de carbono se redujo a 1,75 tn/ha. Solo con una secuencia de trigo/soja-maíz se tenía un balance positivo de carbono.

En un trabajo más reciente, con resultados semejantes en cuanto a la pérdida de COS (3,1 tn/ha en 10 años) y una pérdida de rendimiento acumulada de la soja en el mismo período de 705 kg/ha, la pérdida económica acumulada fue de 248 u\$s/ha (81,3 u\$s/tn COS), resultando los más afectados el productor primario por menor ingreso y el estado por menor percepción de impuestos con el 57,1% y el 29,25 respectivamente. En menor proporción la industria (13 %). Además de la pérdida por productividad, el costo calculado por emisión de CO<sub>2</sub> fue de 154 u\$s/ha, por lo que la pérdida total ascendería a 402 u\$s/ha en el período de 10 años (Trossero y col, 2012).

Un problema relacionado con el sistema de cultivo es la presencia de capas compactadas en los suelos. La ausencia de remoción, la presencia de maquinaria agrícola de mayor peso, el tránsito en húmedo, la falta de rotación de cultivos adecuadas (escaso aporte de residuos de cosecha por ausencia de gramíneas), el alto contenido de limo y bajo porcentaje de materia orgánica del horizonte superficial del suelo, producen un aumento de la densidad aparente formando capas compactadas entre los 10 y 20 cm de profundidad.

La compactación modifica el volumen y la organización de los poros del suelo, altera el estado de agregación y las interacciones existentes entre las fases sólida, líquida y gaseosa, disminuyendo la conductividad, la permeabilidad y la difusión del agua a través del sistema poroso. Reducciones en rendimiento de granos atri-

buable a alta impedancia mecánica han sido reportadas en varias especies cultivadas en un amplio rango de suelos, desde arenosos a arcillosos (Gerster, 2008).

Es un fenómeno de carácter acumulativo generado por la aplicación de cargas superficiales, cuyo principal causante es el tránsito de la maquinaria agrícola. Afecta asimismo el crecimiento radicular sobre todo en condiciones de baja humedad. Tanto por el impacto en la economía del agua como por el crecimiento de las raíces, la producción de los cultivos se ve afectada especialmente en años secos.

Los procesos naturales de recuperación de los suelos deteriorados por compactación, tales como ciclos de humectación-desecación, congelamiento-descongelamiento, actividad biológica, generación de poros por acción de raíces, incorporación de materia orgánica por la rotación de cultivos, no son suficientes en las condiciones de esta región. Por ello existe interés creciente en el uso de labores mecanizadas mediante implementos descompactadores (escarificadores, subsoladores), que se presentan como una alternativa viable en el corto plazo para corregir o atenuar los efectos negativos de la compactación.

Otro aspecto negativo del actual sistema de producción es la *insuficiente reposición de nutrientes*. Si bien se ha incrementado el uso de fertilizantes alcanzando cuatro millones de toneladas, se ha determinado que mediante la fertilización se repone solo el 35 % de los nutrientes extraídos, si bien las cifras de reposición son diferentes entre los nutrientes, siendo de 30% para el N, 39% para el P, 29% para el S y 1 % para el K (García, 2012).

La situación tiende a agravarse porque la soja es el cultivo en el que menos fertilizante se aplica en función de sus requerimientos,

contribuyendo la relativamente baja respuesta del cultivo a la fertilización en comparación con otros como los cereales. Por cada tn de grano de soja, se van casi 100 kg de nutrientes (60 kg de N, 5.2 kg de P, 19.5 kg de K, 4.7 kg de S, 2.7 kg de Mg y 3.05 kg de Ca) de los cuales, solo el N es aportado en parte por el proceso de fijación simbiótica (entre un 30 y un 70% de lo requerido) mientras que los demás nutrientes deben ser aportados por los fertilizantes.

En cuanto al panorama fitosanitario, una consecuencia del monocultivo es el incremento de la incidencia de las enfermedades en soja, lo que es muy evidente en las foliares de fin de ciclo como la mancha marrón, la mancha morada y la mancha en ojo de rana. Asimismo las podredumbres de raíz y tallo (muerte súbita y *macrophomina*). El rastrojo en superficie favorece la persistencia de algunas enfermedades en cereales, como la mancha amarilla y el *fusarium* en trigo y las podredumbres de tallo y espiga en maíz, incrementando el nivel de incidencia y de daños en el cultivo (Carmona, 2012). En el caso de plagas, el mayor efecto se observa por el rastrojo en superficie, siendo las orugas cortadoras, los gusanos blancos y algunos moluscos como las babosas las que son favorecidas en esos ambientes aumentando el nivel de daños. El manejo integrado (MIP) que constituye una alternativa para el control de las plagas en forma razonable, usando el producto más adecuado en función del umbral de daño económico contribuyendo de esa manera a la preservación del ambiente, no está siendo utilizado en la medida de las posibilidades y de la tecnología disponible (Massaro, 2012).

En cuanto a las malezas, a partir de la aparición el uso de variedades en soja con el gen RR y posteriormente en maíz, se generalizó una sola alternativa de control de malezas en base al uso

casi exclusivo del glifosato. Esto produjo un incremento notable en los últimos años de la población de malezas tolerantes a este herbicida, especialmente de amaranto, rama negra, raygras, viola y otras, causando serios problemas de pérdida de rendimiento y calidad e incrementos de los costos de producción (Fadda, 2012).

Otro aspecto necesario de analizar es lo relacionado a la contaminación y su impacto en el ecosistema y en la salud. Respecto a los nutrientes, que son fuente de contaminación en la mayor parte de los sistemas de producción intensificados, en las condiciones pampeanas pareciera ser que el problema no es demasiado importante dado la baja reposición de nutrientes por fertilización. Sin embargo, y en relación al N, se ha evaluado que especialmente en el otoño, período de precipitaciones abundantes, puede haber pérdida de nitratos hacia estratos inferiores del suelo y eventualmente alcanzar las napas. Se está trabajando para evitar esa pérdida a través de cultivos que cubran el suelo (cobertura) entre dos cultivos de cosecha los que absorben el exceso de N y a su vez, contribuyen al aporte de materia seca, siendo las gramíneas las más adecuadas (Restovich, 2010).

Otro componente del sistema de producción que preocupa es la contaminación por plaguicidas. De todos los utilizados, los herbicidas constituyen el 60% entre los cuales el glifosato es el más utilizado. Este producto ha generado y sigue generando muchas controversias la mayor parte de las cuales carecen de fundamento científico. Es un agroquímico de baja toxicidad (Clase IV) y recientemente un equipo interdisciplinario e interinstitucional elaboró un informe descartando la existencia de estudios serios que justifiquen la aplicación de medidas restringiendo su utilización. A pesar de ello, recientes estudios han mostrado algunas pérdi-

das por infiltración del producto o sus derivados en el suelo en concentraciones muy bajas, fenómeno asociado a aplicaciones seguidas por lluvias, lo cual indica la necesidad de precauciones para su uso (Sasal y col, 2010).

Otro tema que preocupa son las aplicaciones de los productos químicos en los alrededores de los centros poblados. Existen muchos antecedentes de conflictos incluyendo ordenanzas municipales prohibiendo las aplicaciones hasta no menos de cierta distancia de la zona urbana. El problema radica básicamente en la tecnología de aplicación y a las precauciones que se deben tener para evitar derivas (dirección del viento, estado de la atmósfera: presión, humedad relativa). Más que medidas arbitrarias de restricción de aplicaciones en áreas periurbanas, lo que se impone es aplicar con un asesoramiento técnico responsable y capacitado. (Leiva, 2012, comunicación personal).

Las emisiones de gases de efecto invernadero han cobrado gran importancia en los últimos años por las consecuencias sobre el cambio climático. De los seis GEI, tres son generados en parte por las distintas actividades del sector agropecuario. El anhídrido carbónico es aportado por la combustión de combustibles fósiles, siendo muy importante su uso tanto en el proceso de producción como de transporte e industrialización de los productos agropecuarios. El metano proviene de fermentaciones anaeróbicas, de los arrozales y de los rumiantes. El óxido nitroso está asociado al uso de fertilizantes y al proceso de digestión del estiércol. Del total de GEI producidos en el país, el sector agropecuario es el más importante, ya que aporta alrededor del 30% del total (CEADS, 2012).

Incorporación del Académico Correspondiente Ing Agr  
Fernando H. Andrade

**Presentación realizada por el Presidente de la  
ANAV, Dr Carlos O. Scoppa**

Sesión Pública Extraordinaria, Balcarce 30 de noviembre de 2012

Señor Decano de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Mar del Plata, Señores Académicos, Autoridades, distinguida familia, amigos, colegas del nuevo académico, Académico Andrade, Señoras y Señores

En consonancia con el renovar permanente que nos impone nuestra propia vitalidad, la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria ha convocado, en esta muy noble y paradigmática región agropecuaria del SE bonaerense, a Sesión Publica Extraordinaria para recibir con todo el jubilo que la ocasión merece a un nuevo miembro, al Ing. Agr. Fernando Héctor Andrade como Académico Correspondiente.

Un acto de la mayor significación en y para la vida académica ya que garantiza la continuidad, el desarrollo y la vigencia de la propia corporación. Tiene solemnidad, emoción, sentimiento pero también autentica alegría pues la Academia ha vuelto a encontrar un nuevo miembro para mantener y acrecentar su capacidad para el cumplimiento de los objetivos que la sociedad le asigna. Es un verdadero acto ontogénico que garantiza la propia filogenia de la corporación.

La ley que rige a las Academias Nacionales señala que: "el titulo de Académico constituye la honra que se discierne a aquellos ciudadanos que han dedicado su vida con relevante merito al

propósito de las vocaciones que eligieran, haciéndose así acreedores de la gratitud de la Patria, la recompensa de un honor más apreciable que cualquier retribución material”.

Como consecuencia el rango de académico solo se logra luego de una identificación y selección rigurosa tras haber recorrido toda una vida honrando condiciones fundamentales que son reconocidas en el momento de la designación e incorporación.

Sabemos de la subalternización de las posiciones encumbradas, de las olas de mediocres que rompen y se derraman ocupando ruidosamente posiciones que antes fueron de los ilustres, de la despersonalización de la función y de la frígida sensualidad del poder que parece brillar más para los vulgares cuanto más se escurra en su propia penumbra el sujeto físico que la lleva.

Sin embargo, no es precisamente lícito inferir de ahí una baja en las acciones del pensamiento, pues si bien pueden desteñirse las insignias oficiales, se acentúa, en cambio, el fulgor de las academias.

Y estas sesiones nuestras son nítida demostración de que en la tierra cada labrador tiene su siembra, como cada día su hora meridiana. Que nos invita a pensar que también hay recompensas para estos nobles esfuerzos.

Celebremos, entonces, el advenimiento de estos espíritus que viven replegados en su mentalidad no ambicionando una posición, ni corriendo tras el aplauso trivial de las muchedumbres.

Los logros de estas corporaciones son el resultado de la distinguidísima moral, las capacidades profesionales, la abnegación y la convivencia amable que debe caracterizar a cada uno de sus miembros. De allí el largo y meticoloso proceso de evaluación que precede a una designación que honre nuestra aptitud como entidad consagratoria.

Esta Academia tiene ya más de un siglo de vida y realizaciones. Este hecho tiene un alto significado y suscita diferentes pensamientos y emociones. Nos advierte que estamos en la plena madurez, acentuados los deberes y acrecidas las responsabilidades, ante la comunidad y dentro de nosotros mismos abriendo las puertas de este hogar intelectual para recibir nuevas y caudalosas corrientes de vida.

A su influjo renovador la Academia reverdecerá en nuevos brotes como la encina secular; pero apresurándose a retener el perfume de respeto y compromiso que se respira siempre, impregnando nuestras almas de serenidad y paz, solidarizando a los viejos y nuevos cofrades en la faena común, que no ha de ser ubérrima y no fructificara para la ciencia y la patria, si no la consagra el amor que es fuente de vida y eterno sol de los espíritus.

En un tiempo donde la patria se ve desde hace largos años degradada por la ignorancia, la superficialidad, el facilismo, la incompetencia, y las palabras vanas que solo expresan jactancias o lamentos, todo ello demostrativo de la absoluta falta de capital social, las Academias responden con tolerancia y carácter.

Tolerancia que es respeto a la personalidad humana, sin la cual no existe armonía, y carácter que es individualidad, y representa la fuerza.

Tolerancia que no es indiferencia, sino sólida virtud que solo puede convertirse en licencia cuando procede de nuestra debilidad.

La fuerza de la sociedad no se agota en la moral individual, supone una moral más amplia constituida por una conciencia común.

Los éxitos en la vida están más determinados por el carácter, que por la inteligencia; la fuerza y superioridad de las naciones reside en el conjunto vigoroso de sus caracteres y no en las

condiciones brillantes del espíritu. Tal vez sea solo en el genio donde pueda encontrarse esa sublime conjunción de virtudes. Y es en esa línea de pensamiento y compromiso de patria, que la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria se expresa permanentemente, incorporando soldados adiestrados para la cruzada de mantener o recuperar una nación verdadera constituida por ciudadanos, para no claudicar en arribada a un infortunado territorio ocupado solo por meros habitantes.

Tal vez cabría señalar a los distinguidos invitados que nuestro estatuto señala taxativamente que los requisitos para la elección de miembros correspondientes son exactamente iguales a los que rigen para los miembros de número, con la diferencia que su residencia esta en el interior del país, a mas de 100km. de su sede. Midan entonces ustedes la trascendencia de este acto para nuestra corporación.

Sabemos de la difícil misión que le espera a nuestro nuevo cofrade, de seguir la trayectoria académica de sus antecesores, pero estamos seguros que su versación, honestidad, virtuosismo y hombría de bien honraran a nuestra Academia.

Desde hoy hay otro sitio ocupado y esa es la parte venturosa del día, la mas importante.

Señoras y señores: es este un momento que no se olvida, porque esta entretejido por evanescencias sutiles de sentimientos complejamente encontrados e íntimamente afectivos. Implica algo parecido a un resurgimiento, a una transfiguración espiritual, donde la suma de nostalgias atestigua el camino dejado atrás, y las ensoñaciones dibujan, allá en nuestros primeros años, una constelación de esperanzas vislumbradas y de anhelos incontenibles. Cuando ese momento nos sacude tan de fondo, tal momento es, sin duda inolvidable.

Y ese es el instante de nuestro recipiendario de hoy, como es asimismo nuestro instante, y lo es en el sentido mas halagador, pues esta sobre la policromía afectiva de los impulsos contradictorios que lo constituyen, flota el de un estado intelectual que todo lo domina.

Para Ud. Ing. Andrade, es el del triunfo que ha logrado en buena ley y que lo consagra. Es un triunfo que en cierto modo lo emancipa y lo convierte en un receptor de muy anhelados derechos pero también de abrumadores deberes.

Por eso este acto es una fiesta, es vuestra fiesta. Por eso impera en el la nota amable de las sonrisas mutuas y de los rostros exultantes. Por eso este acto es de ambiente gentil en el cual los familiares, los amigos, los colegas y aun los niños aportan la delicada gracia del afecto en esta cordial tarde que preanuncia la primavera.

El Ing. Andrade es arquetipo de talento, vocación, erudición y actitud de permanente servicio. Es maestro en la vida científica y en la norma.

Pero corresponderá a su padrino académico, el Académico Dr. Adolfo Casaro quien con la elocuencia que lo caracteriza, hará la presentación de estilo trazando los meritos y antecedentes que justificaran su designación.

Solo me queda a mi, felicitarlo por la merecida distinción que hoy recibe, haciéndola extensiva a su distinguida familia a cuyo apoyo de calidos sentimientos no han debido ser inmunes sus logros, y tener el privilegio de hacerle entrega, de sus palmas académicas mediante el diploma y la medalla que lo acreditan como Académico Correspondiente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria en la ciudad de Balcarce.

Incorporación a la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria  
como Académico Correspondiente del Dr. Fernando Andrade

## **Presentación realizada por el Dr Adolfo CASARO**

Balcarce, 30 de noviembre de 2012

La principal área temática de investigación del Dr. Andrade son las "Bases ecofisiológicas que determinan el crecimiento y rendimiento de los cultivos".

Este enfoque de la ciencia y de la educación, implica una forma de pensar donde, se debe integrar el conocimiento para entender las múltiples interacciones de los distintos componentes de un sistema.

Un pensamiento holístico es muy necesario también para la formación de recursos humanos tarea a la que dedicó una importante parte de su actividad profesional.

En uno de sus libros "La tecnología y la producción agrícola, el pasado y los actuales desafíos" (septiembre de 2011) el Dr. F. Andrade plantea que la ciencia, la tecnología y la conservación del ambiente se pueden lograr y de esa manera transformarse en un bien para todos y perdurable.

Esta actitud del Dr. Andrade agrega a su persona una condición valiosa y generosa que se enmarca en un espíritu positivo.

Incorporación del Académico Correspondiente Dr. Fernando Andrade

## **Conferencia**

# **Contribuciones de la Ecofisiología de Cultivos a la producción agrícola**

**Fernando H. Andrade\***

Balcarce, 30 de noviembre, 2012

\* Unidad Integrada INTA Balcarce-Facultad de Ciencias Agrarias UNMP.  
Conferencia dictada en ocasión del ingreso del autor a la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria

## **Temario**

1. INTRODUCCIÓN
2. LOS DESAFÍOS DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
3. CONTRIBUCIONES DE LA ECOFISIOLOGÍA DE CULTIVOS
  - 3.1. Manejo de los cultivos para rendimiento y calidad
  - 3.2. Mejoramiento genético de los cultivos
  - 3.3. Eficiencia de uso de recursos e insumos y reducción de la contaminación
4. CONCLUSIONES
5. REFERENCIAS

## **1. INTRODUCCIÓN**

La agricultura enfrenta un gran desafío ya que debe satisfacer la demanda creciente de alimentos y otros productos y reducir su impacto ambiental para no sobrepasar los límites del planeta (Nature, 2010; Godfray et al., 2010).

Los efectos negativos de la actividad agrícola sobre el ambiente resultan del producto de la población por el nivel de consumo por

habitante y por las tecnologías utilizadas para sostener los consumos globales (Meadows et al., 2012). Por lo tanto, satisfacer las futuras demandas reduciendo a la vez el impacto ambiental de la agricultura requerirá esfuerzos de toda la sociedad en su conjunto en cuanto a investigación y transferencia, cambios en los hábitos de uso y consumo, políticas, regulaciones e incentivos, control y monitoreo ambiental, inversiones en infraestructura, educación de la población, compromiso social y ambiental de las personas, etc. (Raskin et al., 2002; Meadows et al., 2012; Andrade 2011).

En lo referente a la investigación agronómica, se necesitan tecnologías que incrementen los rendimientos por unidad de superficie y la eficiencia de uso de los recursos en general y que reduzcan la degradación y contaminación del ambiente. Esto requiere, como factor preponderante, las tecnologías de procesos y de conocimientos (Satorre, 2004).

En este sentido, la Ecofisiología de Cultivos, o sea, el conocimiento de los procesos y mecanismos determinantes del crecimiento y del rendimiento de los cultivos en interacción con el ambiente, puede contribuir al aumento sustentable de la producción (Andrade et al., 2005; Hall y Sadras, 2009).

En este escrito se presenta, en primer lugar, una breve reseña sobre la evolución de la demanda y la oferta de productos agrícolas y los desafíos que hoy enfrentamos en cuanto a satisfacer futuras demandas reduciendo a la vez el impacto ambiental. Luego se explicita el rol que la Ecofisiología de Cultivos puede tener como tecnología de conocimientos para alcanzar el objetivo de una producción alta, eficiente y sustentable. Se enfatiza su utilidad para diseñar estrategias de manejo intensivas en conocimiento con el fin de i) aumentar la producción por unidad de su-

perficie y por unidad de tiempo, en cantidad y calidad; ii) alcanzar una mayor eficiencia de uso de recursos e insumos y iii) disminuir el uso de agroquímicos contaminantes. Además, se discuten los posibles aportes de la disciplina al mejoramiento genético de los cultivos para obtener genotipos con alto rendimiento potencial y mejor adaptación al ambiente de producción.

No es intención del autor presentar una revisión bibliográfica de los temas indicados, sino transmitir experiencias basadas en investigaciones sobre los principales cultivos extensivos de la llanura pampeana conducidas en la Unidad Integrada Balcarce.

## **2. LOS DESAFÍOS DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

La producción agrícola ha ido aumentando a lo largo del tiempo para cubrir las necesidades de alimentos de la población. El comienzo de la agricultura, hace más de 10.000 años, fue un paso gigante de la humanidad ya que posibilitó hábitos más sedentarios y, por lo tanto, la aparición de las primeras civilizaciones.

A fines del siglo XVIII, cuando la población del mundo era inferior a los mil millones, Malthus (1798) predijo hambrunas generalizadas al observar que el crecimiento poblacional superaba al incremento en producción de alimentos. Sin embargo, la Revolución Agrícola que se estaba produciendo en Europa en los siglos XVIII y XIX, caracterizada por un rápido y masivo incremento en la producción y por un amplio mejoramiento de la tecnología utilizada para cultivar la tierra (Bellis, 2010) aumentó considerablemente la oferta de alimentos postergando las predicciones negativas. Este proceso se basó, fundamentalmente, en la implementación de rotaciones, mejores herramientas, nuevos cultivos,

abonos y en el incremento de la superficie arable.

En la segunda mitad del siglo XIX, Pasteur concluyó que las enfermedades infecciosas tienen su origen en gérmenes que pueden propagarse entre personas (Dubos, 1985). Gracias a este descubrimiento se produjo una notable reducción de la mortalidad, especialmente de la infantil que, junto con el mantenimiento de altas tasas de natalidad, resultaron en un marcado incremento en la tasa de crecimiento poblacional que llegó al 2,1% anual a mediados del siglo XX (UN, 2008). Nuevamente, se pronosticó un futuro de hambrunas generalizadas. Sin embargo, la producción de los cultivos se incrementó marcadamente durante las últimas 4 décadas debido, principalmente, a un aumento en los rendimientos por unidad de superficie como consecuencia del proceso denominado "Revolución Verde". Este proceso consistió, principalmente, en el incremento del uso de fertilizantes y herbicidas, y en la utilización de cultivares de trigo y arroz que presentaban alto potencial de rendimiento y adaptación a distintas latitudes, tolerancia a enfermedades, y estatura reducida que permitió disminuir el vuelco asociado con altas dosis de fertilizantes (Evans, 1997; Borlaug, 2007).

La producción mundial de los principales cereales (maíz, trigo y arroz) ronda actualmente 2.500 millones de toneladas (FAO, 2011) y algunas predicciones indican que crecerá a valores cercanos a las 4.000 millones de toneladas en respuesta, principalmente, a demandas crecientes originadas en el incremento de la población, de la calidad de la dieta y de otros usos no relacionados con la alimentación (Andrade, 2011).

Satisfacer estas demandas requerirá mantener o incluso aumentar la actual tasa de incremento en la producción global de

cereales de 31 millones de toneladas por año, aunque la mayor parte de estos incrementos se deberán producir en los países en vías de desarrollo (Fischer et al., 2009; Tester y Langridge, 2010). Estos aumentos se pueden dar por adiciones en la superficie cultivada, por una mayor cantidad de cultivos por año o por mayores rendimientos por unidad de superficie.

Las actuales preocupaciones y legislaciones sobre la expansión de la superficie cultivada hacia regiones más susceptibles (Bringezu et al., 2010) hacen que los principales esfuerzos para incrementar la producción deban enfocarse principalmente en los rendimientos por unidad de área (Bruinsma, 2009).

Los rendimientos de los cultivos por unidad de área pueden aumentar por incrementos en los rendimientos potenciales o por el cierre de la brecha entre los rendimientos reales y los potenciales (Fischer y Edmeades, 2010). Esta brecha puede reducirse por el uso de fertilizantes, el control de adversidades bióticas, el riego, la mecanización, la adaptación de los cultivares a los ambientes de producción, etc. Expresada como porcentaje de los rendimientos reales, la brecha ronda el 50% en áreas más tecnificadas y puede alcanzar valores superiores al 200% en regiones menos desarrolladas como Africa subsahara (Fischer y Edmeades, 2010; Edgerton, 2009) región en la cual no se produjo el proceso de la revolución verde.

No obstante, nuevas voces de alarma surgen (Bourne, 2009) al estabilizarse los rendimientos en varias regiones del mundo (Cassman et al., 2010) y por estar la producción agrícola futura comprometida por la degradación de tierras, la contaminación (JICA-INTA, 2004) y el cambio climático (IPCC, 2007).

Enfrentamos un enorme desafío a nuestra capacidad creativa e innovadora en cuanto a satisfacer la futura demanda de pro-

ductos agrícolas y reducir el impacto ambiental no sobrepasando los límites del planeta (Nature, 2010; Godfray et al., 2010).

La agricultura ejerce una gran presión sobre el medio ambiente comprometiendo los recursos y la producción de alimentos en cantidad y calidad. Los principales efectos negativos de la actividad agrícola sobre el ambiente son: la erosión y degradación del suelo por deforestación y laboreo excesivo, la pérdida de nutrientes del suelo, la contaminación con biocidas del agua, la tierra y los alimentos, la pérdida de biodiversidad, la acumulación de nitratos y otros productos químicos en las napas, las pérdidas de tierra agrícola por salinización, el agotamiento de las fuentes de agua, la emisión de gases de efecto invernadero, y, en suma, la pérdida de servicios ecosistémicos. (JICA-INTA, 2004; Viglizzo et al., 2011). En las regiones más pobres, la mala distribución de los recursos, la marginalidad y la necesidad de alimentos fuerzan a los agricultores a cultivar tierras de alta pendiente, poco profundas y semiáridas sin los recursos adecuados, por lo que los suelos son degradados y erosionados. Por el contrario, en áreas donde el nivel tecnológico de la producción es alto, los principales problemas surgen del mal uso del riego que produce degradación de tierras por salinización y del uso indiscriminado de biocidas y fertilizantes que produce una seria contaminación ambiental y atenta contra la inocuidad de los alimentos.

La huella ecológica (Wackernagel y Rees, 1996) de la agricultura se puede disminuir i) reduciendo el incremento de la demanda de alimentos a través de una menor tasa de crecimiento poblacional (especialmente a países en vías de desarrollo), de una dieta equilibrada que evite consumos excesivos y cuantiosos desperdicios de alimentos (especialmente en países desarrollados) y ii) utilizando

tecnologías no contaminantes que no degraden el ambiente y que incrementen la eficiencia de uso de recursos e insumos.

Considerando estrictamente lo referido a la producción agrícola, el manejo racional y adecuado de los recursos implica disponer de técnicas para i) reducir la erosión y degradación de los suelos (labranza reducida, siembra directa, cultivos en franja, cultivos de cobertura, rotaciones, fijación biológica de N, abonos orgánicos, fertilización eficiente, etc.), ii) evitar la contaminación química (manejo integrado de plagas, control biológico, buenas prácticas de aplicación de agroquímicos, productos menos nocivos, transgénicos, etc.), iii) reducir la salinización (riego racional, cultivares tolerantes a sales, etc.), iv) hacer un uso más eficiente de recursos e insumos (cultivares de mayor estabilidad y potencial de rendimiento, manejo adecuado de cultivos y del riego, agricultura de precisión, etc.), y v) mantener la biodiversidad (refugios, limitaciones a la deforestación, etc.) (JICA-INTA, 2004). Algunas de estas técnicas ya han sido desarrolladas y aplicadas con éxito; otras necesitan de un mayor esfuerzo en investigación y/o adaptación.

El conjunto de técnicas indicadas, bien implementadas, puede contribuir a producir los alimentos requeridos y a la reducción del impacto ambiental (Viglizzo et al., 2011; Huang et al., 2002; Satorre, 2005). La meta es alcanzar una producción agrícola sustentable que consiste en producir la cantidad de alimentos para satisfacer de manera continua y rentable las necesidades de la creciente población haciendo un uso eficiente y seguro de los recursos naturales y de los insumos externos y asegurando los servicios ecosistémicos para la sociedad (Ikerd, 1990; Tilman et al., 2002).

El incremento de la producción no sólo debe ser considerado como un aumento en el uso de insumos, sino que deberá incluir,

como factor preponderante, tecnologías de procesos y de conocimientos que resulten de esfuerzos integrados de especialistas de distintas disciplinas (Satorre, 2004). En este sentido, la Ecofisiología de Cultivos puede contribuir al aumento sustentable de la producción.

### **3. CONTRIBUCIONES DE LA ECOFISIOLOGÍA DE CULTIVOS**

La Ecofisiología de Cultivos estudia la relación entre el funcionamiento de los cultivos y su producción, y como dicho funcionamiento es afectado por el ambiente. Integra conceptos de distintas disciplinas a mayor nivel de complejidad con la finalidad de generar pautas de manejo para los productores y de orientar al mejoramiento genético de las especies cultivadas.

Incluye el estudio de los factores que determinan el desarrollo y el crecimiento de los principales cultivos, el cociente fototermal, la plasticidad vegetativa y reproductiva de las plantas, la partición de los productos de la fotosíntesis entre los distintos destinos metabólicos, la identificación y caracterización de los momentos más críticos para la determinación del número de granos fijados y del rendimiento en cada cultivo, la relación entre la fuente de asimilados y la demanda de destinos reproductivos durante el periodo de llenado de granos, la estabilidad del índice de cosecha, la eficiencia de uso de recursos e insumos, entre muchos otros conceptos. También aborda el estudio de las relaciones hídricas en el sistema suelo-planta-atmósfera y de la dinámica de los nutrientes en las plantas, así como los efectos de las deficiencias nutricionales e hídricas en el crecimiento y rendimiento de los cultivos. Detalles sobre estos temas pueden encontrarse en Gardner

et al., 1985; Egli, 1998; Andrade y Sadras, 2002; Satorre et al., 2008; Sadras y Claderini, 2009.

El conocimiento de los procesos y mecanismos determinantes del crecimiento y rendimiento de los cultivos en los distintos ambientes es necesario para aumentar la producción de manera sustentable ya que nos orienta en la elección de prácticas de manejo más apropiadas (Andrade et al. 2005; Andrade et al., 2010), guía al mejorador en la obtención de genotipos de mayor potencial de rendimiento más eficientes y mejor adaptados a ambientes actuales y futuros (Edmeades et al., 2004; Andrade et al., 2009; Hall y Sadras, 2009) y brinda información para un manejo eficiente y adecuado de recursos e insumos, con una menor dependencia de insumos no renovables y/o contaminantes.

Provee además, los conceptos básicos necesarios para elaborar las funciones y algoritmos de los modelos de simulación del crecimiento y rendimiento de los cultivos (Boote *et al.*, 2013, Hanks y Ritchie, 1991). Estos modelos son herramientas útiles para explorar y predecir el impacto de variaciones climáticas y edáficas, del genotipo, de prácticas culturales, de paquetes tecnológicos y de adversidades bióticas sobre la productividad de los cultivos.

### **3.1. Manejo de los cultivos para rendimiento y calidad**

Los temas enunciados constituyen las bases conceptuales para entender el efecto de las prácticas del manejo, del ambiente, del genotipo y de las interacciones entre estos factores sobre la producción. Por lo tanto, son útiles para diseñar estrategias de manejo intensivas en conocimiento que contribuyan al incremento del rendimiento en cantidad y calidad y a una mejor adaptación

de los cultivos a los ambientes de producción, en el marco de una agricultura sustentable.

Los principios ecofisiológicos permitieron analizar y evaluar los efectos de distintas prácticas de manejo como fecha de siembra, densidad de plantas, espaciamento entre hileras, uniformidad de plantas, la fertilización y el riego, grupo de madurez del cultivar, siembra directa, barbecho, rotaciones, etc. sobre el crecimiento y rendimiento de los principales cultivos extensivos (Cirilo et al., 1994; Uhart y Andrade 1995; Otegui et al., 1995a; Otegui, 1997; Andrade et al., 2002a; Andrade y Sadras, 2002; Capristo et al., 2007; Sarlangue et al., 2007; Monzón et al., 2012). A continuación se presentan algunos ejemplos de la aplicación de los conocimientos de la disciplina a la producción de granos en la región pampeana.

Los periodos críticos para la determinación del número de granos y del rendimiento son la floración en maíz y girasol, preantesis en trigo, y la floración avanzada en soja (Fischer, 1985, Cantagallo et al., 1997; Uhart y Andrade, 1991; Andrade et al., 1999; Egli y Bruening, 2005). El objetivo del manejo de los cultivos es alcanzar un estado fisiológico óptimo en dichas etapas (Andrade et al., 2005) caracterizado por i) alta tasa de crecimiento de cultivo, que está directamente relacionada con la radiación interceptada (Shibles y Weber, 1966), ii) prolongada duración, que está inversamente relacionada con la temperatura (Summerfield et al., 1993), iii) alta partición de materia seca a estructuras reproductivas que es función de la fuerza relativa de los distintos destinos metabólicos (Slafer et al., 1990; Vega et al., 2001), y iv) elevada cantidad de granos fijados por unidad de biomasa asignada a estructuras reproductivas (Abbate et al, 1998). Luego, durante el periodo de llenado de granos, la fuente de asimilados no debe limitar el crecimiento de los granos (Borrás et al., 2004).

El cociente entre radiación incidente o interceptada y temperatura es, entonces, un integrador de la tasa y duración del crecimiento en las etapas críticas. Este cociente fototermal es un buen estimador del número de granos y del rendimiento en cereales invierno-primaverales (Fisher, 1985) y en girasol (Cantagallo et al., 1997), pero necesita ajustes adicionales en aquellas especies en las que el incremento de temperatura entre 15 y 30°C resulta en marcados aumentos de la eficiencia de conversión de radiación interceptada en biomasa (Maíz, Andrade et al, 1993) o en las que el fotoperíodo ejerce un importante control de la duración de las etapas reproductivas (Soja; Kantolic y Slafer, 2001).

Estos conocimientos fueron de utilidad para ajustar la fecha de siembra, el ciclo del cultivar, y el manejo del agua y los nutrientes en varios sistemas de producción con el fin de optimizar el estado del cultivo en sus momentos más críticos (Cirilo et al., 1994; Capristo et al., 2007; Andrade y Sadras 2002). Otro ejemplo de aplicación práctica de estos conocimientos fue la recomendación de reducción del espaciamiento entre hileras en aquellos casos en que esta práctica resultaba en incrementos en la radiación interceptada y en el crecimiento del cultivo durante los períodos críticos indicados (Andrade et al., 2002a).

Por otro lado, conocer la respuesta del desarrollo y el crecimiento de los diferentes cultivos a las variaciones en fecha de siembra y densidad de plantas fue también necesario para orientar el manejo agronómico. En aquellos casos en que el retraso de fecha de siembra redujo el área foliar de las plantas y la interceptación de radiación en los períodos críticos por afectar diferencialmente las velocidades de crecimiento y de desarrollo vegetativos, se recomendó incrementar la densidad de plantas y reducir el es-

paciamiento entre hileras con el objetivo de mejorar la captación de radiación por parte de las plantas (Calviño et al., 2002).

Para las recomendaciones de siembra se tuvo en cuenta, además, que las especies o cultivares con menor plasticidad vegetativa y reproductiva son menos tolerantes a reducciones en la densidad de plantas; mientras que las especies o cultivares con inestabilidad en el índice de cosecha ante la reducción en los recursos por planta son menos tolerantes a incrementos en la densidad de plantas (Vega y Andrade, 2002). La combinación de estas características confiere además menor tolerancia a incrementos en la desuniformidad del cultivo (Andrade y Abbate, 2005). Por otro lado, en casos de ambientes poco productivos por baja fertilidad o deficiencias hídricas en Diciembre-Enero, se propuso disminuir la densidad de plantas en maíz pero aumentarla en soja. En maíz, para evitar la drástica reducción en el índice de cosecha ante baja disponibilidad de recursos por planta, propia de esta especie (Vega et al., 2001; Vega y Andrade, 2002). En soja, para recuperar intercepción de radiación ya que el crecimiento foliar es un proceso fisiológico altamente sensible a deficiencias hídricas y nutricionales (Boyer 1970).

Adicionalmente, entender que el ambiente térmico y radiativo fija un techo de producción que no podemos superar con el agregado de insumos (fertilizantes y riego) (Andrade 1992) fue un concepto muy útil para la implementación de esquemas de alta producción y cuando se deseaba transferir un paquete tecnológico de una región a otra.

Los principios ecofisiológicos también fueron necesarios para adecuar el manejo del cultivo en función de la variabilidad espacial de un lote o sitio de producción en cuanto a periodo libre de heladas, disponibilidad de agua, etc. Establecimientos del SE de

la Provincia de Buenos Aires rediseñaron los límites de los potreros y las rotaciones de cultivos utilizando los conceptos mencionados (Calviño Pablo, com. personal), lo que resultó en amplios beneficios y en un uso más eficiente de los insumos y recursos.

En las lomas, caracterizadas por poseer suelos someros con poca disponibilidad de agua y un mayor periodo libre de heladas, se eliminó el cultivo de maíz por su alta susceptibilidad a sequía en floración, y se optó por utilizar variedades de soja de ciclo más largo aprovechando la elevada estabilidad de rendimiento propia de estos cultivares derivada de alta plasticidad reproductiva y prolongado periodo de floración. Además, se mantuvo el trigo en las rotaciones por crecer en momentos de bajos déficit de presión de vapor pero se anticipó la floración para aprovechar el menor riesgo de heladas. Esto resultó en un mayor cociente fototermal en el periodo crítico de preanthesis (mayor potencial de rendimiento), menor probabilidad de déficit hídrico en llenado de granos y una anticipación de la siembra del cultivo de soja de segunda.

Por otro lado, en los bajos caracterizados por mayor riesgo de heladas y mayor disponibilidad de agua en el suelo (incluso presencia de napa) se decidió cultivar maíces y sojas de ciclo más corto adecuando densidad de plantas. Los maíces en dichos ambientes presentaron rendimientos altos y estables a pesar de su precocidad, por menor probabilidad de deficiencias hídricas en floración. Además, las sojas precoces sembradas con altas densidades de plantas y reducidos espaciamientos entre hileras para asegurar una alta intercepción de la radiación, expresaron un alto potencial de rendimiento por el adelantamiento de sus períodos reproductivos críticos hacia momentos con mayores temperaturas y radiaciones incidentes y por la adecuada disponibilidad hí-

drica. Los trigos se ajustaron para florecer en momentos con bajo riesgo de heladas y se eliminó la soja de segunda de la rotación por la imposibilidad de sembrarla temprano.

La agricultura de precisión (Stafford, 2005) también requiere de los conceptos de la disciplina, por ejemplo, para ajustar dosis variables de densidad de plantas y fertilización en el cultivo de maíz en función del microambiente en un potrero.

Los conocimientos sobre los factores determinantes del crecimiento y rendimiento de las especies cultivadas también aportaron ideas para incrementar la productividad del doble cultivo secuencial o intersechado. El ciclo y las características estructurales de los cultivares, el espaciamiento entre hileras, los momentos de siembra y de intersechadura, las densidades de plantas, etc. fueron seleccionados en función del estado fisiológico de los cultivos en los periodos críticos para la determinación del rendimiento (Andrade et al., 2012; Coll et al., 2012; Caviglia y Andrade 2010).

Finalmente, los conocimientos ecofisiológicos constituyeron las bases para el estudio de los factores que determinan la calidad del producto primario. Esta variable, definida en base a uno o varios atributos valorados objetiva o subjetivamente, es afectada por el genotipo, y está generalmente controlada por pocos genes; no obstante, también puede ser modificada por el ambiente y el manejo del cultivo (Aguirrezábal y Andrade, 1998, Aguirrezábal et al., 2009 como lo indican los siguientes ejemplos. El porcentaje de aceite en el grano de girasol y soja y la dureza del grano de maíz se incrementan al aumentar la disponibilidad de radiación por grano durante el periodo de llenado (Dosio et al., 2000; Andrade y Ferreiro, 1996; Cirilo et al., 2011). Por otro lado, el porcentaje de proteína y la calidad panadera en trigo se

diluyen ante condiciones de alta radiación y baja temperatura durante el llenado de los granos que favorecen más que proporcionalmente la acumulación de almidón (Martre et al., 2011). Por último, la proporción de ácido oleico en el aceite de girasol, maíz y soja aumentan con el incremento de la radiación interceptada por grano o de la temperatura durante el periodo de llenado (Izquierdo et al., 2002; Izquierdo et al., 2009). En base a estos conceptos, se pudieron explicar efectos de la fecha de siembra, el ciclo del cultivar, la densidad de plantas, la localidad, y el año sobre la composición y calidad de los granos.

### **3.2. Mejoramiento genético de los cultivos**

La meta de los fitomejoradores es producir cultivares con rendimientos en grano altos y estables a través de los ambientes de producción (Hallauer, 2007). Esto constituye un gran desafío pues dichos rasgos complejos dependen fuertemente del ambiente, del genotipo y de sus interacciones.

La Ecofisiología de Cultivos guía al mejorador en la obtención de genotipos de mayor potencial de rendimiento, más eficientes en el uso de recursos e insumos y mejor adaptados a ambientes actuales y futuros a través del análisis de cultivares liberados en distintas épocas y de la identificación de rasgos apropiados para las especies cultivadas (Edmeades et al., 2004; Wollenweber et al., 2005; Andrade et al., 2009; Sala y Andrade, 2010).

El estudio con bases fisiológicas de cultivares liberados al mercado en diferentes décadas permitió cuantificar el aporte del mejoramiento genético al rendimiento de los cultivos e identificar los caracteres involucrados. Los híbridos modernos de maíz presenta-

ron mayores rendimientos y mayor producción por unidad de agua consumida o de N absorbido que los antiguos debido, en gran parte, al incremento en el índice de cosecha, asociado con el aumento de la capacidad de los destinos reproductivos (Robles et al., 2011; Nagore et al., 2010). Este incremento en la capacidad de los destinos reproductivos resultó, en ciertas condiciones, en limitaciones de fuente fotosintética durante el llenado de los granos (Cerrudo et al., 2013; Echarte et al., 2006). Además, los materiales modernos de maíz mostraron mayor tolerancia a altas densidades de plantas (Russell, 1984; Tollenaar y Lee, 2002; Echarte et al., 2013). La información obtenida en estos estudios indica posibles futuras vías para incrementar la eficiencia de la selección de nuevos cultivares.

Por otro lado, la Ecofisiología de Cultivos debe contribuir a i) caracterizar los ambientes de producción, ii) identificar los rasgos claves para rendimientos altos y estables y para una alta eficiencia de uso de recursos e insumos en dichos ambientes, iii) identificar caracteres secundarios fáciles de monitorear, de alta heredabilidad y asociados con el desempeño del cultivo y iv) entender y explicar las complejas interacciones de dichos rasgos con el ambiente y con el fondo genético (Hall y Sadras, 2009; Andrade et al., 2009).

Hall y Sadras (2009) presentan una lista de casos en los que los especialistas en la disciplina identificaron y evaluaron rasgos de interés para los fitomejoradores, relacionados con el rendimiento y la tolerancia a la sequía. Si bien algunos casos fueron exitosos (e.g., Bolaños y Edmeades, 1993; Rebetzke et al., 2002; Hall y Sadras, 2009), en general la fisiología de cultivos no ha contribuido significativamente al mejoramiento genético por rendimiento y estabilidad (Sinclair y Purcell, 2005). Algunas de las razones son i) los escasos vínculos entre disciplinas, ii) la limitada disponibilidad

de métodos rápidos precisos y baratos de fenotipado aplicables a grandes poblaciones de genotipos, y iii) la atenuación de los rasgos y las fuertes interacciones resultantes por subir en los niveles de organización (Wollenweber et al., 2005; Passioura, 2007; Andrade et al., 2009; Fiorani y Schurr, 2013).

Un rasgo particular generalmente se atenúa al subir en los niveles de organización debido a que los factores interactúan y la complejidad se incrementa. Además, los rasgos pueden estar controlados por redes de genes de manera que la acción de un único gen particular en una secuencia de reacciones bioquímicas puede ser poco relevante (Chapman et al., 2002; Sinclair y Purcell, 2005). Estos efectos reducen la importancia a nivel de cultivo a campo o sistemas de producción de muchos caracteres identificados en niveles inferiores de complejidad.

Las interacciones y atenuaciones se magnifican y son más difíciles de interpretar para caracteres asociados con el rendimiento potencial o el rendimiento bajo limitada disponibilidad de agua (Mackay 2001; Holland, 2007). Por ejemplo, QTLs o genes asociados con el rendimiento ante déficits hídricos son generalmente de poco efecto individual, específicos del cruzamiento y presentan fuertes interacciones con el ambiente (Campos et al., 2004; Ashraf, 2010; Maccaferri et al., 2011).

En este marco, el rol de la Ecofisiología de Cultivos en la identificación de rasgos que confieran rendimientos altos y estables, y en el entendimiento de los complejos mecanismos subyacentes, con fuerte interacción con el ambiente, es altamente relevante (Andrade et al., 2009). La disciplina puede entonces contribuir a dicha tarea en aproximaciones descendentes en la escala de complejidad (Chapman et al., 2002) pero también en aproximaciones

ascendentes, interpretando y explotando la abundante y creciente información disponible derivada de estudios moleculares (del gen al fenotipo; Ishitani et al., 2004; Ashraf, 2010). Debe aportar además, métodos rápidos, sencillos y baratos de fenotipado para monitorear grandes poblaciones (Pereyra Irujo et al., 2012).

En síntesis, para efectivizar la contribución de la especialidad a los programas de mejoramiento genético se deben identificar los caracteres relevantes para el desempeño de los cultivos en los ambientes de producción, encontrar variabilidad en sus expresiones, que dicha variabilidad sea heredable, y que se puedan monitorear fácilmente (Bruce et al., 2002; Andrade et al. 2009). Las actuales técnicas de biología molecular (i.e. transgénicos, mutaciones, uso de marcadores moleculares, genómica, etc.), pueden facilitar los tres últimos pasos de este proceso (Jones et al., 1997). Quedan como factores limitantes de la cooperación interdisciplinaria la identificación de los procesos y mecanismos determinantes del rendimiento y su estabilidad y el desarrollo de métodos simples de fenotipado, campos en los cuales la Ecofisiología de Cultivos puede hacer importantes aportes.

Paralelamente, el estudio de los mecanismos determinantes de la producción y adaptación de los cultivos al ambiente puede hoy ser facilitado por las técnicas disponibles en el campo de la biología molecular (líneas o cultivares casi isogénicos, transgénicos, sobreexpresión y silenciamiento de genes, poblaciones caracterizadas a través de marcadores moleculares, genes candidatos, genómica, etc.; Tuberosa y Salvi, 2009, Tuberosa et al., 2011). Estas técnicas deben proveer la principal fuente de materiales genéticos a evaluar para investigar caracteres potencialmente relevantes (León et al., 2001; Fonts et al., 2008; Creus et al., 2007).

Finalmente, algunos fitomejoradores han venido aplicando los conceptos ecofisiológicos en su trabajo cotidiano de selección. Es común encontrar materiales recientes de alto potencial de rendimiento y tolerantes a estrés (Santa Eduvigis, 2010; Tester y Landgridge, 2010, Castro 2013). En maíz, este resultado puede ser consecuencia de que los mejoradores hayan seleccionado los nuevos cultivares en altas densidades de siembra y de que se realicen las pruebas de nuevos materiales en un amplio rango de ambientes que incluyen situaciones de estrés hídrico y nutricional. La tolerancia a altas densidades es sucedánea de tolerancia a estrés ambiental (Andrade et al., 2002b). Este concepto, junto con otros principios ecofisiológicos tales como i) la removilización de reservas y debilitamiento del tallo de maíz mediante una baja relación fuente/destino reproductivo durante el llenado de los granos para seleccionar por tolerancia a vuelco y quebrado, ii) la identificación de periodos críticos durante los cuales se debe optimizar el estado fisiológico del cultivo, entre otros, conforman una base conceptual que asiste al fitomejorador en su tarea diaria.

### **3.3. Eficiencia de uso de recursos e insumos y reducción de la contaminación**

Los principios de la Ecofisiología de Cultivos brindan información para un manejo eficiente y adecuado de recursos y con una menor dependencia de insumos no renovables y/o contaminantes.

El incremento del rendimiento y su estabilidad como resultado de la aplicación de prácticas de manejo de cultivos intensivas en conocimiento y del mejoramiento genético resultan en un uso más eficiente de los limitados recursos e insumos.

Los conocimientos sobre i) la dinámica de acumulación de nutrientes en las plantas, ii) los requerimientos de nutrientes minerales y de agua y iii) los efectos de deficiencias hídricas y nutricionales sobre el crecimiento vegetal, (Andriani et al., 1991; Uhart y Andrade, 1995; Otegui, et al., 1995b; Della Maggiora et al., 2002) constituyeron las bases para un manejo eficiente y sustentable de la fertilización y del agua disponible. Por otro lado, altas densidades de plantas, espaciamiento entre hileras reducidos junto con características adecuadas del genotipo resultaron en una alta eficiencia de captura o absorción de nutrientes por parte del cultivo (Barbieri, 2008; Pietrobón, 2012). Dichas prácticas culturales y los cultivos dobles incrementaron la captura de recursos hídricos reduciendo excesos por percolación y escurrimiento superficial (Caviglia et al., 2004; Andrade et al., 2012, Barbieri et al., 2012).

En un proyecto multidisciplinario (Caviglia et al., 2012) la elección de paquetes productivos para el maíz, basados en un manejo racional intensivo en conocimiento que incluyó cultivares de alto potencial y estabilidad del rendimiento, altas densidades de plantas, espaciamiento entre hileras reducidos, stand uniforme, fertilización en función de los requerimientos y del momento de demanda de nutrientes, etc. resultó en incrementos en la captura de nutrientes y en la eficiencia de uso de nitrógeno y agua disponibles y, por lo tanto, en una producción más homeostática proporcionalmente menos dependiente de insumos externos.

Los conceptos de la Ecofisiología de Cultivos también ayudaron a interpretar y analizar los daños que producen los organismos perjudiciales. En concordancia, Boote et al. (1983) y Johnson (1987) establecieron distintos tipos de daños considerando aspectos fisiológicos entre los que destacan reducción de área

foliar e intercepción de radiación, pérdida de eficiencia fotosintética, reducción de partición de biomasa a destinos de interés comercial, etc. A continuación se presentan algunos ejemplos de la utilización de conocimientos que pueden resultar en una reducción del uso de agroquímicos.

Los umbrales de daño por reducción de área foliar activa durante las etapas vegetativas y las necesidades de control dependen del momento y, principalmente, de la plasticidad de los individuos y de los factores ambientales, que en conjunto determinan la capacidad de recuperación de cobertura foliar previo a los momentos críticos de determinación del número de granos (Sadras 2002). Además, los umbrales de daño por pérdida de área foliar y de eficiencia fotosintética durante el llenado de granos son función, entre otras variables, de la relación entre la demanda de los destinos reproductivos y la capacidad fotosintética del cultivo, que a su vez son moduladas por el ambiente.

Por otro lado, la habilidad competitiva del cultivo con las malezas depende de las prácticas culturales y del genotipo. Así, el incremento de la densidad de plantas, la reducción del espaciamiento entre hileras, y la utilización de cultivares más foliosos y de hojas más planófilas incrementaron la intercepción de radiación por parte del cultivo en etapas tempranas y, por lo tanto, su habilidad competitiva contra las malezas (Bedmar et al., 2002 Mc Donald y Gill, 2009), posibilitando la reducción de las dosis de herbicidas.

Los conocimientos ecofisiológicos indicados, sumados al uso de i) cultivares tolerantes o resistentes por mejoramiento tradicional y por biotecnologías (transgénicos, mutaciones, marcadores moleculares; Creus et al., 2007), ii) agroquímicos menos tóxicos y persistentes derivados de sustancias naturales (Viglizzo et al.,

2010), iii) buenas prácticas de aplicación de fertilizantes y biocidas (Jayasundara et al., 2007; INTA 2013), y iv) todas aquellas otras actividades incluidas en un manejo integrado de organismos perjudiciales (Dent, 1995) contribuyen a reducir la utilización de agroquímicos contaminantes y constituyen uno de los pilares para alcanzar una agricultura eficiente y sustentable.

#### **4. CONCLUSIONES**

La proyección de la demanda de productos agrícolas para las próximas décadas implica un enorme desafío a nuestra capacidad creativa e innovadora. Los ingenieros agrónomos tienen una responsabilidad central en satisfacer dichas demandas reduciendo a la vez el impacto ambiental de las actividades agropecuarias.

Los conocimientos sobre los procesos y mecanismos determinantes del crecimiento, rendimiento y calidad del producto primario, en interacción con el ambiente, son críticos y estratégicos para diseñar estrategias de manejo intensivas en conocimiento con el fin de i) aumentar la producción por unidad de superficie y por unidad de tiempo, ii) mejorar la calidad de producto primario; iii) adecuar los cultivos a los ambientes de producción, iv) lograr una mayor eficiencia de uso de recursos e insumos y v) disminuir el uso de agroquímicos contaminantes. Por otro lado, dichos conocimientos pueden guiar a los mejoradores genéticos de cultivos en la obtención de genotipos con alta potencialidad y estabilidad de rendimiento.

Por lo tanto, la Ecofisiología de Cultivos tiene un rol fundamental en la generación de tecnologías de procesos y de conocimientos necesarias para una intensificación sustentable de la producción agrícola.

## 5. REFERENCIAS

Abbate P., F. Andrade, L. Lázaro, J. Bariffi, H. Berardocco, V. Inza and F. Marturano. 1998. Grain Yield Increase in Recent Argentine Wheat Cultivars. *Crop Sci.* 38:1203-1209.

Aguirrezábal L., y F. Andrade. 1998. Calidad de productos agrícolas. Bases ecofisiológicas, genéticas y de manejo agronómico. Unidad Integrada Balcarce INTA, FCA UNMP. 315pp.

Aguirrezábal L., P. Martre, G. P. Irujo, N. Izquierdo, and V. Allard. 2009. Management and breeding strategies for the improvement of grain and oil quality. Chapter 16 in V. Sadras and D. Calderini (Eds). *Crop Physiology. Applications for genetic Improvement and agronomy.* Academic Press. Elsevier. Amsterdam. 581pp.

Andrade F. 1992. Radiación y temperatura determinan los rendimientos máximos de maíz. *Bol. Tec.* 106. EEA INTA Balcarce. 16 pp.

Andrade F. 2011. La tecnología y la producción agrícola. El pasado y los actuales desafíos. Ediciones INTA. 60 pp.

Andrade F., and M.A. Ferreiro. 1996. Reproductive growth of maize, sunflower and soybean at different source levels during grain filling. *Field Crops Res.* 48:155-165.

Andrade F., y V. Sadras. 2002. Bases para el Manejo del Maíz, el Girasol y la Soja, INTA Balcarce, Facultad de Ciencias Agrarias, UNMP, Buenos Aires, Argentina. 450 pp.

Andrade F., and P. Abbate. 2005. Response of maize and soybean to variability in stand uniformity. *Agron. J.* 97:1263-1269.

Andrade F., S.A. Uhart, and A.G. Cirilo. 1993. Temperature affects radiation use efficiency in maize. *Field Crops Res.* 32:17-25.

Andrade F., A. Cirilo, S. Uhart, y M. Otegui. 1996. Ecofisiología del Cultivo de Maíz. Editorial La Barrosa, Dekalb Press. INTA, FCA UNMP. 292 pp.

Andrade F., C.R. Vega, S.A. Uhart, A.G. Cirilo, M. Cantarero, and O. Valentinuz. 1999. Kernel number determination in maize. *Crop Sci.* 39:453-459.

Andrade F., P. Calviño, A. Cirilo, and P. Barbieri. 2002a. Yield responses to narrow rows depend on increased radiation interception. *Agron. J.* 94:975-980.

Andrade F., L. Echarte, R. Rizzalli, A. Della Maggiora, and M. Casanovas. 2002b. Kernel number prediction in maize under nitrogen or water stress. *Crop Sci.* 42:1173-1179.

Andrade F., V. Sadras, C. Vega, and L. Echarte. 2005. Physiological determinants of crop growth and yield in maize, sunflower and soybean. Applications to crop management, modeling and breeding. *J. Crop Improvement* 14:51-101.

Andrade F., R. Sala, A. Pontaroli, and A. León. 2009. Integration of biotechnology, plant breeding and crop physiology. Dealing with complex interactions from a physiological perspective. Chapter 11 in V. Sadras and D. Calderini (Eds). *Crop Physiology. Applications for genetic Improvement and agronomy.* Academic Press. Elsevier. Amsterdam. 581pp.

Andrade F., P.E. Abbate, M.E. Otegui, A.G. Cirilo and A. Cerrudo. 2010. Eco-physiological basis for crop management. *The Americas Journal of Plant Science & Biotechnology* 4:23-34. ISSN 1752-3877.

Andrade J.F., A. Cerrudo, R. Rizzalli, and J. Monzon. 2012. Sunflower–soybean intercrop productivity under different water conditions and sowing managements. *Agron. J.* 104:1049–1055.

Andriani J., F. Andrade, E. Suero, and J. Dardanelli. 1991. Water deficits during reproductive growth of soybeans. 1. Their effects on dry matter accumulation, seed yield and its components. *Agronomie* 11: 737-746.

Ashraf M. 2010. Inducing drought tolerance in plants: recent advances. *Biotechnology advances* 28:169–183.

Barbieri P., H. Sainz Rozas, H. Echeverría, and F. Andrade. 2008. Nitrogen use efficiency in maize as affected by nitrogen availability and row spacing. *Agron. J.* 100:1094-1100

Barbieri P., L. Echarte, A. Della Maggiora, V.O. Sadras, H. Echeverria, and F.H. Andrade. 2012. Maize yield, evapotranspiration and water-use efficiency in response to row spacing at different N supply and water regimes. *Agron. J.* 104:939-944.

Bedmar F., J. Eyherabide y E. Satorre. 2002. Bases para el manejo de malezas. Capítulo 10 en F. Andrade y V. Sadras (Eds). *Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja.* Unidad Integrada INTA Balcarce FCA UNMP. 450pp.

Bellis M. 2010. *The Agricultural Revolution. Introduction to the Agricultural Revolution.* About.com Guide.

Bolaños J., and G.O. Edmeades. 1993. Eight cycles of selection for drought tolerance in lowland tropical maize. I. Responses in grain yield, biomass, and radiation utilization. *Field Crops Res.* 31:233-252.

Boote K., J. Jones, J. Mishoe, and R. Berger. 1983. Coupling pests to crop growth simulators to predict yield reductions. *Phytopathology* 73:1581-1587.

Boote K., J. Jones, J. White, S. Asseng, and J. Lizaso. 2013. Putting mechanisms into crop production models. *Plant, Cell & Environment* 36:1658–1672.

Borlaug N. 2007. Sixty-two years of fighting hunger: personal recollections. *Euphytica* 157:287–297.

Borrás L., G.A. Slafer, and M.E. Otegui. 2004. Seed dry weight response to source–sink manipulations in wheat, maize and soybean: a quantitative re-appraisal. *Field Crops Res.* 86:131-146.

Bourne J. 2009. El fin de la abundancia. *Nacional Geographic.* 439-459. [nacionalgeographic.com/2009/.../el-fin-de-la-abundancia-la-crisis-alimentaria-mundial-articulos](http://nacionalgeographic.com/2009/.../el-fin-de-la-abundancia-la-crisis-alimentaria-mundial-articulos).

Boyer J. 1970. Leaf enlargement and metabolic rates in corn, soybean and sunflower at various leaf water potentials. *Plant Physiol.* 46:233-235.

Bringezu S., M. O'Brien, W. Pengue, M. Swilling, and L. Kauppi. 2010. Assessing global land use and soil management for sustainable resource policies. Scoping Paper. International Panel for Sustainable Resource Management. UNEP.

Bruinsma J. (2009). The Resource Outlook to 2050: By how much do land, water, and crop yields need to increase by 2050? Paper presented at the FAO Expert Meeting, 24-26 June 2009, Rome on "How to Feed the World in 2050".

Calviño P., V. Sadras and F. Andrade. 2002. Development, growth and yield of late-sown soybean in the southern Pampas. *Europ. J. Agronomy* 19:265-275.

Campos H., M. Cooper, J. Habben, G. Edmeades, and J. Schussler, 2004. Improving drought tolerance in maize: a view from industry. *Field Crops Res.* 90:19-34.

Cantagallo J., C. Chimentí, and A. Hall. 1997. Number of seeds per unit area in sunflower correlates well with a photothermal quotient. *Crop Sci.* 37:1780-1786.

Capristo P., R. Rizzalli, and F. Andrade. 2007. Ecophysiological yield components of maize hybrids with contrasting maturity. *Agron. J.* 99:1111-1118.

Cassman K., P. Grassini, and J. van Wart. 2010. Crop yield potential, yield trends, and global food security in a changing climate. Chapter 3 in D. Hillel

and C. Rosenzweig (Eds). Handbook of climate change and agroecosystems. Imperial College Press. London. 452pp.

Castro S. 2013. Estabilidad de rendimiento y mecanismos ecofisiológicos asociados con la fijación de granos en híbridos de maíz y en sus líneas parentales. Tesis de Magister Scientiae, UNMP.

Caviglia O., and F. Andrade. 2010. Sustainable intensification of agriculture in the Argentinean Pampas: Capture and use efficiency of environmental resources. *The Americas Journal of Plant Science & Biotechnology* 3:1-8.

Caviglia O., V. Sadras, and F. Andrade. 2004. Intensification of agriculture in the south-eastern Pampas I. Capture and efficiency in the use of water and radiation in double-cropped wheat–soybean. *Field Crops Res.* 87:117–129.

Caviglia O., R. Rizzalli, N. Van Opstal, P. Barbieri, R. Melchiori, A. Cerrudo A., V. Gregorutti, J. Monzón, P. Barbagelata, J. Martinez, F. García, y F. Andrade. 2012. Productividad y eficiencia en el uso de agua y nitrógeno en sistemas intensificados. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica* 7:6-10.

Cerrudo A., J. Di Matteo, E. Fernandez, E., M. Robles, L. Olmedo Pico, and F. Andrade. 2013. Yield components of maize as affected by short shading periods and thinning. *Crop & Pasture Science* 64: in press.

Chapman S.C., G. Hammer, D. Podlich, and M. Cooper. 2002. Linking biophysical and genetic models to integrate physiology, molecular biology and plant breeding. In: M. Kang (Ed). *Quantitative genetics, genomics and plant breeding*. CAB International, pp. 167-187.

Cirilo A.G., and F.H. Andrade. 1994a. Sowing date and maize productivity. I. Crop growth and dry matter partitioning. *Crop Sci.* 34:1039-1043.

Cirilo A.G., M. Actis, F.H. Andrade, and O.R. Valentinuz. 2011. Crop management affects dry-milling quality of flint maize kernels. *Field Crops Res.* 122:140-150.

Coll L., A. Cerrudo, R. Rizzalli, J. Monzon, and F. Andrade. 2012. Capture and use of water and radiation in summer intercrops in the south-east Pampas of Argentina. *Field Crops Res.* 134:105–113.

Creus, C., M. Bazzalo, M. Grondona, F. Andrade, and A. León. 2007. Disease expression and ecophysiological yield components in sunflower isohybrids with and without *Verticillium dahliae* resistance. *Crop Sci.* 47:703-710.

Della Maggiora A. J. Gardiol y A. Irigoyen, 2002. Requerimientos hídricos. Capítulo 6 en F. Andrade y V. Sadras (Eds). Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. Unidad Integrada INTA Balcarce FCA UNMP. 450pp.

De Santa Eduvigis J.M. 2010. Potencial de rendimiento y tolerancia a sequía en híbridos de maíz. Tesis Magister Scientiae. Facultad de Ciencias Agrarias UNMP. 70 pp.

Dent D. 1995. Integrated pest management. Chapman and Hall. London. 356 pp.

Dosio G.A., L. Aguirrezábal, F. Andrade, and V. Pereyra. 2000. Solar radiation intercepted during seed filling and oil production in two sunflower hybrids. *Crop Sci.* 40:1637-1644.

Dubos R. 1985. *Pasteur*. Salvat Editores SA. Barcelona España. Carles Scribner's sons.

Echarte L., F. Andrade, V. Sadras, and P. Abbate. 2006. Kernel weight and its response to source manipulations during grain filling in Argentinean Maize Hybrids Released in different decades. *Field Crops Res.* 96:301-312.

Echarte L., L. Nagore, J. Di Matteo, M. Cambareri, M. Robles, and A. Della Maggiora. 2013. Grain Yield Determination and Resource Use Efficiency in Maize Hybrids Released in Different Decades. In: M. Stoytcheva (Ed.) "Agricultural Chemistry" <http://dx.doi.org/10.5772/5528>.

Edgerton M.D. 2009. Increasing crop productivity to meet global needs for feed, food and fuel. *Plant Physiology* 149:7-13.

Edmeades G., G. McMaster, J. White, and H. Campos. 2004. Genomics and the physiologists: bridging the gap between genes and crop response. *Field Crop Res.* 90:5-18.

Egli D. 1998. Seed biology and the yield of grain crops. CAB International. 178 pp.

Egli D., and W. Bruening. 2005. Shade and temporal distribution of pod production and pod set in soybean. *Crop Sci.* 45:1764-1769.

Evans L.T. 1997. Adapting and improving crops: the endless task. *Phil Trans R. Soc. Lond. B.* 354:901-906.

FAO 2011. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. FAO Statistical Database. <<http://www.fao.org/>>.

Fiorani F., and U. Schurr. 2013. Future Scenarios for Plant Phenotyping. *Annual Review of Plant Biology* 64:267-291.

Fischer R.A. 1985. Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. *J. Agric. Sci.* 105:447-461.

Fischer R.A., and G. Edmeades. 2010. Breeding and cereal yield progress. *Crop Sci.* 50:585-598.

Fischer R.A., D. Byerlee, and G.O. Edmeades. 2009. Can technology deliver on the yield challenge to 2050? Paper prepared for expert meeting on "How to Feed the World in 2050." 24–26 June 2009. FAO, Rome.

Fonts, C., F. Andrade, M. Grondona, A. Hall, and A. León. 2008. Phenological characterization of near-isogenic sunflower families bearing two QTL for photo-periodic response. *Crop Sci.* 48:1579-1585.

Gardner F., R. Pearce, and R. Mitchel. 1985. *Physiology of crop plants*. Iowa State University Press. USA. 327 pp.

Godfray H.C., J. Beddington, I. Crute, L. Haddad, D. Lawrence, J. Muir, J. Pretty, S. Robinson, S. Thomas, and C. Toulmin. 2010. Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. *Science* 327:812-818.

Hall A. and V. Sadras. 2009. Whither crop physiology? Chapter 21 in V. Sadras and D. Calderini (Eds). *Crop Physiology. Applications for genetic Improvement and agronomy*. Academic Press. Elsevier. Amsterdam. 581pp.

Hallauer A.R., 2007. History, contribution, and future of quantitative genetics in plant breeding: Lessons from maize. *Crop Sci.* 47:S4-S19.

Hanks J., and J. Ritchie. 1991. *Modelling plant and soil systems*. ASA, CSSA, SSSA. Wisconsin.

Holland J.B., 2007. Genetic architecture of complex traits in plants. *Curr. Opin. Plant Biol.* 10:156-161.

Huang J., C. Pray, and S. Rozelle. 2002. Enhancing the crops to feed the poor. *Nature* 418:678-684.

Ikerd J. 1990. Agriculture's search for sustainability and profitability. *J. Soil Water Cons.* 45:18-23.

INTA. 2013. *Criterios para la gestión de uso de los agroquímicos con un marco de ordenamiento territorial*. Cerbas, Balcarce. 50 pp.

IPCC. 2007. Intergovernmental Panel on Climate Change Climate change 2007: the physical science basis (summary for policy makers), <http://www.Ipcc.ch>

Ishitani M., I. Rao, P. Wenzl, S. Beebe, and J. Tohme. 2004. Integration of genomics approach with traditional breeding towards improving abiotic stress adaptation: drought and aluminium toxicity as case studies. *Field Crops Res.* 90:35-45.

Izquierdo N., L. Aguirrezábal, F. Andrade and V. Pereyra. 2002. Night temperature affects fatty acid composition in sunflower oil depending on the hybrid and the phenological stage. *Field Crops Res.* 77:115-126.

Izquierdo N. L. Aguirrezábal, F. Andrade, C Geroudet, M. Pereyra Iraola, and O. Valentinuz. 2009. Intercepted solar radiation affects oil fatty acid composition in crop species. *Field Crops Res.* 114:66-74.

Jayasundara S., C. Wagner-Riddle, G. Parkin, P. von Bertoldi, J. Warland, B. Kay, and P. Voroney. 2007. Minimizing nitrogen losses from a corn–soybean–winter wheat rotation with best management practices. *Nutr Cycl Agroecosyst* 79:141–159.

JICA-INTA. 2004. Seminario: Sustentabilidad de la producción agrícola. 29 y 30 de Marzo de 2004. Buenos Aires, Argentina.

Johnson K.B. 1987. Defoliation, disease and growth: a reply. *Phytopathology* 77:1495-1497.

Jones N., H. Ougham, and H. Thomas. 1997. Markers and mapping: we are all geneticists now. *New Phytol.* 137:165-177.

Kantolic A., and G. Slafer. 2001. Photoperiod sensitivity after flowering and seed number determination in indeterminate soybean cultivars. *Field Crops Res.* 72:109-118.

León, A., M. Lee, and F. Andrade. 2001. Quantitative trait loci for growing degree days to flowering and photoperiod response in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Theor. Appl. Genet.* 102:497-503.

Maccaferri M., M. Sanguineti, A. Demontis, A. El-Ahmed, L. Garcia del Moral, F. Maalouf, M. Nachit, N. Nserallah, H. Ouabbou, S. Rhouma, C. Royo, D. Villegas, and R. Tuberosa. 2011. Association mapping in durum wheat grown across a broad range of water regimes. *J. Exp. Botany* 62:409-438.

Mackay T. 2001. The genetic architecture of quantitative traits. *Annu. Rev. Genet.* 35:303-339.

Malthus T. 1798. *An Essay on the Principle of Population*. Johnson, London. 1st edition.

Martre P., N. Bertin, C. Salon, and M. Génard. 2011. Modelling the size and composition of fruit, grain and seed by process-based simulation models. *New Phytologist* 191:601-618.

Mc Donald G. and G. Gill. 2009. Improving crop competitiveness with weeds : adaptations and trade offs. Chapter 18 in V. Sadras and D. Calderini (Eds). *Crop Physiology. Applications for genetic Improvement and agronomy*. Academic Press. Elsevier. Amsterdam. 581pp.

Meadows D., J. Randers J., y D. Meadows. 2012. *Los límites del crecimiento*. Tauros. Buenos Aires. 424 pp.

Monzón P., V. Sadras, and F. Andrade. 2012. Modelled yield and water use efficiency of maize in response to crop management and Southern Oscillation Index in a soil-climate transect in Argentina. *Field Crops Res.* 130: 8-18.

Nagore M.L., L. Echarte, A. Della Maggiora, y F. Andrade. 2010. Rendimiento, consumo y eficiencia de uso del agua del cultivo de maíz bajo estrés hídrico. IX Congreso Nacional de Maíz, Simposio Nacional de Sorgo. 17 al 19 de Noviembre de 2010, Rosario, Buenos Aires, Argentina.

Nature 2010. How to feed a hungry World. *Nature Editorials* 466:531-532.

Otegui M. 1997. Kernel set and flower synchrony within the ear of maize: II. Plant population effects. *Crop Sci.* 37:448-455.

Otegui M., M. Nicolini, R. Ruiz, and P. Dodds. 1995a. Sowing date effects on grain yield components for different maize genotypes. *Agron. J.* 87:29-33

Otegui M., F. Andrade, and E. Suero. 1995b. Growth, water use, and kernel abortion of maize subjected to drought at silking. *Field Crops Res.*40:87-94.

Passioura J.B., 2007. The drought environment: physical, biological and agricultural perspectives. *J. Exp. Bot.* 58:113-117.

Pereyra-Irujo G., E. Gasco, L. Peirone, and L. Aguirrezábal. 2012. Glyph: a low-cost platform for phenotyping plant growth and water use. *Functional Plant Biology* 39:905-913.

Pietrobon, M. 2012. Densidad de plantas en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) y su efecto sobre la eficiencia de uso de nitrógeno. Tesis. MSc UNdMP. 92 pp.

Raskin P., T. Banuri, G. Gallopin, P. Gutman, A. Hammond, R. Kates, and R. Swart. 2002. Great Transition. The Promise and Lure of the Times Ahead. A report of the Global Scenario Group. Stockholm Environment Institute – Boston.

Rebetzke G.J., A. Condon, R. Richards, and G. Farquhar. 2002. Selection for reduced carbon isotope discrimination increases aerial biomass and grain yield of rainfed bread wheat. *Crop Sci.* 42:39-745.

Robles M., A. Cerrudo, J. Di Matteo, P. Barbieri, R. Rizzalli, y F. Andrade. 2011. Nitrogen use efficiency of maize hybrids released in different decades. ASA Congress. USA. 2011.

Russell WA. 1984. Agronomic performance of maize cultivars representing different eras of maize breeding. *Maydica* 29:375-390.

Sadras V. 2002. Plagas y cultivos. Una perspectiva fitocéntrica. Capítulo 12 en F. Andrade y V. Sadras (Eds). Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. Unidad Integrada INTA Balcarce FCA UNMP. 450pp.

Sadras V., and D. Calderini. 2009. Crop Physiology. Applications for genetic Improvement and agronomy. Academic Press. Elsevier. Amsterdam. 581pp.

Sala R. y F. Andrade. 2010. Perspectivas de interacción entre mejoradores y ecofisiólogos a la luz de las nuevas biotecnologías. En D. Miralles, L. Aguirrezábal, M. Otegui, B. Kruk, y N. Izquierdo (Eds). Avances en ecofisiología de cultivos de granos. Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. 1ra ed. 306 pp.

Sarlangue T., F. Andrade, P. Calviño, and L. Purcell. 2007. Why do maize hybrids respond differently to variations in plant density? *Agron. J.* 99:984-991.

Satorre E. 2004. Marco conceptual de la sostenibilidad. Seminario: Sustentabilidad de la producción agrícola. Bs As. JICA-INTA.

Satorre E. 2005. Cambios tecnológicos en la agricultura actual. *Ciencia Hoy* 15:24–31.

Satorre E.H., R. Benech Arnold, G. Slafer, E. de La Fuente, D. Miralles, M. Otegui, y R. Savin. 2008. Producción de Granos. Bases funcionales para su manejo. (3ra edición) Editorial Facultad de Agronomía, Buenos Aires, Argentina. 783 pp.

Shibles R.M., and C.R. Weber. 1966. Interception of solar radiation and dry matter production by various soybean planting patterns. *Crop Sci.* 6:55-59.

Sinclair T.R., and L. Purcell. 2005. Is a physiological perspective relevant in a 'genocentric' age? *J. Exp. Bot.* 56:2777-2782.

Slafer G., F. Andrade, and E. Satorre. 1990. Genetic-improvement effects on pre-anthesis physiological attributes related to wheat grain-yield. *Field Crops Res.* 23:255-263.

Stafford J. 2005. *Precision agriculture*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands. 1005 pp.

Summerfield R., R. Lawn, A. Qi, R. Ellis, E. Roberts, P. Chay, J. Brower, J. Rose, S. Shanmugasundram, S. Yeates, and S. Sandover. 1993. Towards a reliable prediction of time to flowering in six annual crops. I. The development of simple models for fluctuating field environments. *Expl. Agric.* 27:11-31.

Tester M., and P. Langridge. 2010. Breeding Technologies to increase crop production in a changing World. *Science* 327:818-822.

Tilman D., K. Cassman, P. Mayson, R. Naylor and, S. Polasky. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 418:671-677.

Tollenaar M, and E. Lee. 2002. Yield potential, yield stability and stress tolerance in maize. *Field Crops Research* 75:161-169.

Tollenaar M., and E. Lee. 2010. Strategies for enhancing grain yield in maize. *Plant Breeding Reviews* 30:37-82.

Tuberosa R., and S. Salvi. 2009. QTL for agronomic traits in maize production. *Handbook of maize: its biology*. In J. Bennetzen and S. Hake (Eds). Springer. London. Pp. 501-541.

Tuberosa R., S. Salvi, S. Giuliani, M. Sanguineti, E. Frascaroli, S. Conti, and P. Landi. 2011. Pp. 179-204 in *Root Genomics*. A. Costa de Oliveira and R. Varshney (Eds). Springer. London.

UN, 2008. United Nations Population division. World population prospects. The 2008 revision. <http://www.un.org/esa/population/>.

Uhart S., and F. Andrade. 1991. Source-sink relationship in maize grown in a cool temperate area. *Agronomie*11:863-875.

Uhart S., and F. Andrade. 1995. Nitrogen deficiency in maize. Effects on crop growth, development, dry matter partitioning and kernel set. *Crop Sci.* 35:1376-1383.

Vega C., y F. Andrade. 2002. Densidad de plantas. Capítulo 4 en F. Andrade y V. Sadras (Eds). Bases para el Manejo del Maíz, el Girasol y la Soja, INTA Balcarce, Facultad de Ciencias Agrarias, UNMP, Buenos Aires, Argentina.

Vega V., F. Andrade, and V. Sadras. 2001. Reproductive plasticity and seed set efficiency in sunflower, soybean and maize. *Field Crops Res.* 72:163-175.

Viglizzo E., F. Frank, L. Carreño, E. Jobbagy, H. Pereyra, J. Clatt, D. Pince, and M. Ricard. 2011. Ecological and environmental footprint of 50 years of agricultural expansion in Argentina. *Global Change Biology* 17:959-973.

Wackernagel M., and W. Rees. 1996. "Our ecological footprint . Reducing human impact on the Earth. *Environment and Urbanization* 8:216–216.

Wollenweber B., J. Porter, and T. Lubberstedt. 2005. Need for multidisciplinary research towards a second green revolution. *Current Opinion in Plant Biology* 8:337-341.



## **Premios 2012**

PREMIO Pérez Compañc, versión 2012

### **Apertura a cargo del Presidente de la ANAV**

**Dr. Carlos O. Scoppa**

4 de diciembre de 2012

Señores Académicos

Señores Representantes de la Fundación Pérez Compañc

Autoridades Nacionales y Universitarias

Señores Recipientarios del Premio Pérez Compañc, versión 2012

Señores Familiares, Amigos y Colegas de los Recipientarios

Señoras y Señores

La Sesión Pública Extraordinaria de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria que iniciamos, y efectuamos conjuntamente con la Fundación Pérez Compañc, para hacer entrega de la decima versión del Premio, que con ese nombre otorga dicha entidad de bien publico y discierne nuestra corporación, constituye como siempre, un acto destacado, trascendente y demostrativo de la vida académica. Es que reconocer públicamente los frutos del talento, de la faena virtuosa, del querer saber más, es siempre un acontecimiento grato que se inserta en los objetivos de ambas instituciones.

Estos actos son ya parte de sus ritos y sus fiestas; se entroncan en ideales e intereses comunes, y son un aliciente para el recuerdo perpetuo de quienes reciben gozosos el estímulo y la gratificación que lo acompañan, pero que simultáneamente aceptan los desafíos y obligaciones que toda distinción conlleva.

Entregamos hoy este importante galardón a un conjunto de universitarios jóvenes, unidos por esa verdadera pasión que despierta la investigación cuando esta conducida con real vocación, integridad y rigor científico.

Tributamos a estos esclarecidos pensadores de la era nueva el homenaje del que son merecedores, recordándoles, siempre, que las conquistas quedan definitivamente consagradas cuando pasa a ser patrimonio de todos lo que al principio solo fue visión exclusiva del genio. Es que la validez de los universitarios debe juzgarse, no por comparaciones relativas a su información científica, sino por un concepto mas amplio de ciencia y cooperación social, y con relación a deberes de orden superior derivados de su condición de ciudadanos de una democracia, llamados a actuar de manera preponderante en su destino. Es la pesada carga moral que el hombre ilustrado tiene obligación de cumplir para con su país y la sociedad toda.

Y es así, no solo por la galanura que la frase conlleva y la elevación de los pensamientos, sino también por la serenidad doctrinaria, por la impersonalidad del discurso y por el aliento que exhala.

Hoy premiamos a cuatro mujeres y a tres hombres jóvenes, integrantes de un equipo de investigación, por su trabajo "Productividad, fertilidad, y secuestro de carbono en suelos pampeanos: efectos del uso agrícola", obra que fuera seleccionada por el Jurado Académico y cuyo dictamen fuera aprobado unánimemente por el cuerpo.

La alocución de circunstancias estará a cargo del Presidente de ese Jurado, el Sr. Académico, Ing. Agr. Rodolfo Sánchez, quien nos formulara las consideraciones y meritos que aconsejaran su otorgamiento.

Finalmente, solo esperamos que estos encuentros entre la Fundación Pérez Compañc y esta Academia se continúen, en pos de nuestras aspiraciones e incumbencias comunes dando un ejemplo que ayude a superar la aridez intelectual que nos condujo a un mundo elemental lejano de aquel horizonte superador siempre soñado.

Personalmente, deseo expresarle a los premiados mis felicitaciones, y la de todos los miembros de esta corporación, por la gratificación que tan justamente reciben, por el modelo que brindan a las generaciones por venir, las cuales se fortalecerán y levantarán al impulso de los ideales avivando sus espíritus en la cultura de las tradiciones académicas, y con el sincero deseo de que continúen abriendo surcos y arrojando semillas para germinar con el mismo éxito del que hoy les ha permitido ser los verdaderos protagonistas de esta fiesta.

Premios 2012

PREMIO Pérez Compañc, versión 2012

**Trabajo premiado**

## **Productividad, fertilidad y secuestro de carbono en suelos pampeanos: efecto del uso agrícola**

Roberto Alvarez<sup>1</sup>, Gonzalo Berhongaray<sup>2</sup>, Josefina De Paepe<sup>1</sup>, María Rosa Mendoza<sup>1</sup>, Haydee S. Steinbach<sup>1</sup>, Constanza Caride<sup>1</sup> y Rodolfo Cantet<sup>1</sup>

1. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires-CONICET.  
Av. San Martín 4453 (1417) Buenos Aires, Argentina.

2. Department of Biology, University of Antwerp, Research group of Plant and Vegetation Ecology (PLECO), Campus Drie Eiken, Universiteitsplein 1, B-2610 Wilrijk (Antw.), Belgium. Gonzalo.berhongaray@student.ua.ac.be

Autor de contacto: R. Alvarez, ralvarez@agro.uba.ar

Tel.: 5411-4524-8080

Fax: 5411-4524-8076

Mails de los demás autores

G. Berhongaray: Gonzalo.berhongaray@student.ua.ac.be

J. De Paepe: depaepe@agro.uba.ar

M.R. Mendoza: mmendoza@agro.uba.ar

H.S. Steinbach: steinbac@agro.uba.ar

C. Caride: ccaride@agro.uba.ar

## **Resumen**

Nuestro objetivo fue determinar qué efectos ha tenido el uso agrícola sobre la productividad de los suelos pampeanos, su capacidad de suministrar nutrientes a los cultivos, las cantidades de carbono orgánico e inorgánico secuestradas, y hacer estimaciones de futuros cambios en el stock de carbono orgánico en función del manejo del suelo. Se eligieron 82 establecimientos productivos distribuidos en la región en los que se muestrearon entre 2007-08 diferentes tipos de uso del suelo apareados, entre ellos controles nunca cultivados, lotes agrícolas en la fase pastura de una rotación mixta y lotes agrícolas en la fase agrícola de la rotación. Se determinó en los suelos la densidad aparente, el car-

bono secuestrado en la materia orgánica y en forma de carbonatos, el nitrógeno total, la textura, el pH, la conductividad eléctrica y el nivel de fósforo extractable hasta 1 m de profundidad. La precipitación y temperatura de los sitios se obtuvo de registros climáticos. Utilizando modelos generados localmente se estimó la productividad de los suelos cultivados y no cultivados para trigo y su capacidad de mineralizar nitrógeno durante el ciclo de este cultivo. Los suelos cultivados sufrieron una leve densificación superficial que no llegó en casi ningún caso a valores críticos para el desarrollo de las raíces. La textura fue escasamente afectada por el cultivo en la capa superficial del suelo pero no en profundidad, indicando bajas pérdidas de suelo por erosión a nivel regional. No se detectaron efectos significativos del cultivo sobre el pH ni problemas de acidificación. En los sitios cultivados fue menor la conductividad eléctrica respecto de los controles, posiblemente debido a lavado de sales. Los contenidos de carbono orgánico fueron muy diferentes entre tratamientos. El cultivo determinó una reducción significativa del 16 % del carbono orgánico hasta 50 cm de profundidad en la región. En el estrato 50-100 cm se observó una reducción del 9 %, pero que no fue significativa. El nitrógeno total mostró tendencias semejantes al carbono orgánico, no siendo la relación C/N afectada por el uso del suelo. El carbono en carbonatos representó un tercio del total de carbono de los suelos y no fue afectado por el uso. Los niveles de fósforo extractable fueron muy afectados por el cultivo decreciendo significativamente al 30-40 % del contenido de los controles hasta 75 cm de profundidad. La productividad para trigo, estimada sobre la base de características estables de los suelos, no mostró diferencias significativas entre sitios cultivados y no cultivados.

Por el contrario, la capacidad de mineralizar nitrógeno cayó en los sitios cultivados al 20-30 % de los valores de suelos no cultivados. El uso agrícola determinó una pérdida de fertilidad de los suelos afectando muy poco las características estables asociadas a la productividad. Se generaron modelos de redes neuronales artificiales capaces de estimar con buen ajuste los contenidos de carbono orgánico ( $R^2= 0.64$ ) y nitrógeno total ( $R^2= 0.73$ ) de los suelos sobre la base del clima, las propiedades edáficas y el tipo de uso. Estos modelos, asociados a información generada por clasificación de imágenes satelitales sobre la superficie asignada a cada tipo de uso de suelo, permitieron estimar los stocks de carbono orgánico y nitrógeno de los suelos pampeanos. El stock de carbono orgánico hasta 1 m de profundidad se estimó en  $4.22 \pm 0.14$  Gt para un área relevada de 48.2 Mha. Usando los datos de los mapas de suelo, generados con resultados de relevamientos realizados principalmente entre 1960-1980, se estimó un stock de  $3.96 \pm 0.22$  Gt. Consecuentemente, no se produjeron cambios a nivel de toda la región en el stock de carbono orgánico durante las últimas décadas. A una escala menor, los partidos con niveles de carbono orgánico mayores a  $95 \text{ t ha}^{-1}$  hasta 1 m de profundidad perdieron carbono, detectándose incrementos por debajo de ese umbral. El umbral equivalente para nitrógeno fue de  $12 \text{ t ha}^{-1}$ . El cultivo determinó un flujo de C-CO<sub>2</sub> hacia la atmósfera de 326 Mt que se produjo, principalmente, antes de la expansión agrícola registrada durante los últimos 40 años en la región. Utilizando un modelo generado para suelos pampeanos se estimó futuros cambios en los niveles de carbono orgánico para algunos suelos bajo posibles escenarios productivos. Suelos de áreas originalmente ricas en materia orgánica, que perdieron carbono

hasta el presente, seguirán perdiendo carbono pero a una velocidad decreciente, debido al incremento de los aportes de residuos de los cultivos, para empezar a recuperar sus niveles de materia orgánica dentro de un par de décadas. Nuestros resultados indican que la productividad de los suelos pampeanos ha sido poco afectada por la agricultura. Los efectos más importantes se han producido sobre la capacidad de aportar nutrientes a los cultivos. Las pérdidas de carbono orgánico por uso agrícola han sido bajas y tenderán a revertirse en el largo plazo si se mantiene la tendencia de incremento de los rendimientos de los cultivos. Para lograr sistemas productivos sustentables deberá reponerse la fertilidad perdida con aporte externo de nutrientes.

**Palabras clave:** Región Pampeana, productividad de los suelos, fertilidad del suelo, secuestro de carbono.

## **Introducción**

El uso agrícola de los suelos lleva comúnmente a procesos de degradación como la erosión (Follet, Stewart 1985), la compactación (Hamza, Anderson 2005), la acidificación (Bünemann et al. 2006), la salinización (Huffman et al. 2000), la pérdida de materia orgánica (Davidson, Ackerman 1993; Houghton et al. 1983) y la de nutrientes (McLauchlan 2006). Estos procesos de degradación pueden afectar la productividad de los suelos (Follet, Stewart 1985, Pan et al. 2009) y la sustentabilidad de los sistemas productivos (Doran et al. 1994). A su vez, en un contexto de cambio climático, el foco de los estudios recientes sobre la materia orgánica de los suelos apunta a determinar no solo su impacto sobre la productivi-

dad sino su función como posible destino del carbono de la atmósfera y mitigar el cambio climático (Mishra et al., 2009, Meersmans et al., 2009). Actualmente el secuestro de carbono es uno de los servicios ecosistémicos de mayor interés en suelos cultivados y no cultivados. Muchos estudios en el Mundo tratan de estimar la capacidad de secuestro de carbono de los suelos según las condiciones climáticas, edáficas y de manejo (Schulp et al., 2008, Liang et al., 2005). También los contenidos de carbono inorgánico pueden ser afectados por el cultivo del suelo, especialmente en zonas áridas y semiáridas. Incrementos del contenido de carbono inorgánico se pueden producir por riego con aguas carbonatadas (Wu et al., 2009), y pérdidas luego de la labranza pueden ocurrir por exposición de suelo previamente enterrado a la atmósfera (Moreno et al., 2006) o acidificación por fertilización (Wu et al., 2009).

La Región Pampeana es considerada una de las principales áreas agrícolas del Mundo debido a su extensión y productividad (Satorre, Slafer, 1999). La agricultura se ha expandido exponencialmente en las últimas cuatro décadas, principalmente con el cultivo de soja (MinAgri 2012). Esto ha generado preocupación debido a la posible degradación causada en los suelos por la combinación de mayor uso agrícola con un cultivo de baja producción de residuos (Viglizzo et al. 2001, 2010). Sin embargo, el rendimiento medio de los cultivos de grano se ha duplicado-triplicado en los últimos 40 años (Alvarez 2011, MinAgri 2012), sin que esos posibles efectos se hagan evidentes en la producción. Esto podría deberse a que la degradación de los suelos fue compensada por las mejoras tecnológicas introducidas. Por ejemplo, durante el mismo período se adoptó y extendió marcadamente

en la Región Pampeana la práctica de la fertilización con nitrógeno y fósforo (Alvarez et al. 2012).

Gran cantidad de trabajos puntuales han estudiado aisladamente los efectos del uso agrícola sobre variables asociadas a la degradación edáfica pero no se ha realizado una evaluación regional de las mismas y de su posible efecto sobre la productividad de los suelos pampeanos. Los pocos trabajos regionales realizados han mostrado que algunas áreas de la Región Pampeana han sufrido pérdidas de suelo por erosión (Prego 1996) y, utilizando modelos de simulación, se ha estimado que algunas áreas habrían perdido carbono orgánico en los primeros 20 cm del suelo (Alvarez 2001, Caride et al. 2012). Los efectos de la agricultura sobre otras variables que podrían impactar la productividad edáfica no se han cuantificado regionalmente ni se han determinado sus efectos sobre las capas subsuperficiales y profundas de los suelos.

Una manera de estimar qué efectos tiene el uso agrícola de los suelos sobre su productividad es evaluar su impacto sobre características asociadas al rendimiento a través de índices de productividad. Esto permitiría determinar el impacto de la agricultura sobre los suelos, que podría estar enmascarado por los avances tecnológicos y no ser detectado analizando solamente la evolución del rendimiento de los cultivos. Si bien la productividad es consecuencia de todas las características de los suelos que afectan a los cultivos, para la elaboración de los índices de productividad suelen incluirse normalmente características estables, dejando de lado variables de fertilidad que pueden modificarse rápidamente por el manejo (Kiniry et al. 1983, Pierce et al., 1983).

Entre las variables comúnmente incluidas se encuentran aquellas relacionadas al suelo como medio de enraizamiento y reservorio de agua, el pH y el nivel de material orgánica (Riquier et al. 1970, Wilson et al. 1991). La utilización de estos índices lleva aparejada la necesidad de una evaluación paralela de la disponibilidad de nutrientes para lograr una representación global de la capacidad productiva edáfica. En la Región Pampeana se ha determinado que la productividad de los suelos para el cultivo de trigo, que es el que está geográficamente más difundido, depende de la interacción entre la profundidad, la textura y el contenido de materia orgánica del suelo (Alvarez, De Paepe 2011).

Nuestros objetivos fueron: (1) determinar en la Región Pampeana los efectos del uso del suelo sobre sus propiedades, la productividad para trigo y sobre las reservas de nutrientes, (2) cuantificar los stocks de carbono de los suelos bajo diferentes usos y compararlos con los obtenidos de relevamientos realizados hace 30-50 años y (3) hacer estimaciones de futuros cambios de los stocks de carbono en función del manejo del suelo.

## **Materiales y Métodos**

### **Descripción de la región**

La Región Pampeana es una vasta planicie de unas 60 Mha ubicada entre 28 y 40 °S en Argentina. Su relieve es plano o levemente ondulado con Molisoles, formados sobre materiales loésicos, como suelos predominantes (Alvarez, Lavado 1998). La vegetación natural son pastizales de gramíneas con formaciones boscosas en algunas áreas. La precipitación varía de 200 mm en

el oeste a 1200 mm en el este, siendo la temperatura media 14 °C en el sur y 20 °C en el norte. Debido al origen eólico de los sedimentos provenientes del sudoeste y al gradiente climático, los suelos varían de arenosos con poco desarrollo en el oeste a finos y profundos en el este, siendo illita la arcilla más común (Alvarez, Lavado 1998). Horizontes petrocálcicos aparecen dentro del primer metro del perfil en muchos sitios en los bordes oeste y sur de la región (Teruggi 1957). Un 60 % del área, con precipitaciones superiores a 500 mm, se utiliza para la agricultura, principalmente en suelos bien drenados, dejando los suelos hidromórficos para pastoreo (Hall et al., 1992). Soja (*Glicine max* (L.) Merr.), trigo (*Triticum aestivum* L.), y maíz (*Zea mays* L.) son los cultivos principales (MinAgri 2012). Los bosques representan un 7 % de la superficie. En la porción húmeda de la región especies introducidas hace 150 años son usadas como barreras contra el viento ocupando menos del 0.2 % del área (INDEC 2002). Estas áreas forestadas han sufrido cambios menores durante las últimas décadas (Soriano 1991). Desde 1970 se intensificó el uso agrícola de los suelos y se adoptó en forma generalizada la soja como componente, primero minoritario y luego principal, de las rotaciones (Viglizzo et al. 2001). Este cultivo representa un 60 % del área bajo agricultura actualmente (MinAgri 2012).

### **Muestreo de suelos y métodos analíticos**

Entre agosto de 2007 y febrero de 2008 se muestrearon 82 establecimientos productivos distribuidos en la zona cultivada de la región (Figura 1). Se eligieron los establecimientos por considerarlos representativos de cada subregión y porque permitían generar una grilla de muestreo con sitios relativamente equidistan-

tes. En cada uno se muestrearon cinco usos comunes del suelo: arboledas, controles nunca cultivados bajo vegetación predominante graminoide, sitios cultivados que al momento de muestreo se encontraban en la fase pastoril de una rotación mixta, sitios cultivados en la fase agrícola de la rotación y áreas inundables con suelos hidromórficos. Los suelos con horizonte petrocálcico se muestrearon hasta el límite superior del mismo y se tomaron muestras de carbonato. El barreno usado permitía una determinación precisa del volumen de suelo extraído y el cálculo de la densidad aparente. Las características de cada tratamiento y la metodología de muestreo y las técnicas analíticas usadas para determinar carbono orgánico, carbono en carbonatos, textura, pH y conductividad eléctrica se han descrito en detalle en Berhongaray et al. (2013). La determinación de nitrógeno total está descrita en Mendoza et al. (2012 a y b). El fósforo extractable por se determinó por Bray 1 (Kuo 1996). El carbono de carbonatos en los horizontes petrocálcicos se estimó asumiendo un espesor de esos horizontes de 25 cm (Pazos, Mestelan 2002). Los resultados de stock de carbono orgánico se transformaron a masa equivalente en la forma descrita en Berhongaray et al. (2013). Todos los sitios fueron georeferenciados.

### **Datos climáticos y de mapas de suelo**

La temperatura y precipitación media anual de los sitios muestreados se estimó con LocClim y la clasificación del suelo en los sitios muestreados se obtuvo de la base digital de suelos georeferenciados de Argentina en la forma descrita en Berhongaray et al (2013). Se agrupó a los suelos con fines de comparaciones estadísticas en: 1) suelos de textura gruesa de zonas semiáridas,

Haplustol, Argiustol, Calciustol, Torripsament y Ustipsament (23 %); 2) suelos de textura gruesa de zonas húmedas, Hapludol (21 %); 3) suelos de textura fina de zonas húmedas, Argiudol, Peludert and Argialbol (36 %); y 4) suelos hidromórficos, Natracualf, Natracuol y Natralbol (20 %).

Para la estimación de los stocks de carbono en el pasado se usaron datos de los relevamientos de suelos de INTA de las provincias de Buenos Aires, La Pampa, Córdoba, Santa Fe y Entre Ríos integrados a nivel de departamento en la forma descrita en De Paepe y Alvarez (2010). Estos relevamientos fueron realizados entre 1960 y 1980 para un área de ca. 74 Mha. Los resultados de textura, modelizados a nivel de departamento se usaron posteriormente como inputs para los modelos de redes neuronales artificiales en la estimación de los niveles presentes de carbono orgánico de los suelos (ver subsección Análisis estadístico). El área efectiva de cada departamento usada para la estimación fue el resultado de la diferencia entre los límites políticos del partido y el área ocupada por ciudades, lagos, lagunas y salinas (ver subsección sobre Estimación de las superficies por tipo de uso del suelo). Para estimar los stocks de carbono en carbonato se tomó una densidad aparente del horizonte petrocálcico de  $2.1 \text{ g cm}^{-3}$ , 6.4 % de contenido de carbono y un espesor de 25 cm (ver sección de Resultados).

### **Estimación de las superficies por tipo de uso del suelo**

Para la estimación de las áreas por tipo de uso del suelo se utilizó una combinación de clasificación de imágenes satelitales, datos del Censo Nacional Agropecuario 2002 e información del

tipo de suelo obtenida de mapas de suelo de INTA en la forma descripta por Berhongaray et al. (2013). El área de cada tipo de uso se calculó por departamento y la superficie efectiva del departamento se determinó como la suma de los 5 tipos de uso definidos (arboledas, no cultivados, agrícolas, pasturas y bajos).

### **Estimación de la productividad de los suelos y de la mineralización de N**

Para la estimación de la productividad de los suelos se utilizó un modelo desarrollado localmente para trigo (Alvarez 2002). Este modelo, basado en una regresión polinómica, caracteriza la productividad en función de la capacidad de almacenamiento de agua útil del suelo y su contenido de carbono orgánico. Se estimó la productividad para suelos nunca cultivados y cultivados en fase pastura o agrícola a nivel departamento teniendo en cuenta su profundidad y textura, que determinan la capacidad de almacenamiento de agua útil, y el contenido medido de carbono orgánico estimado por la red neuronal ajustada (ver sección Resultados). También se hicieron estimaciones a nivel departamento para los suelos cultivados en función de las proporciones de suelos bajo pasturas y agricultura en cada departamento, surgidas de la clasificación de imágenes satelitales. La capacidad de almacenamiento de agua se tomó de la integración de los datos de los mapas de INTA, debido al escaso efecto del cultivo sobre las texturas de los suelos (ver sección Resultados) y los stocks de carbono orgánico se estimaron como se indica más abajo (ver subsección Análisis estadístico).

La capacidad de mineralización de nitrógeno de la materia orgánica durante el ciclo de trigo se estimó usando un modelo de red neuronal artificial desarrollado para los suelos pampeanos (Alvarez, Steinbach 2011). El modelo estima mineralización a campo en función de la textura, el nivel de nitrógeno del suelo y el nivel de residuos vegetales. Se corrió el modelo para las condiciones de suelos nunca cultivados y cultivados fase pastura y agrícola a nivel departamento, estimado los stock de nitrógeno con el modelo desarrollado (ver sección Resultados) con un nivel medio de residuos en todos los casos. La red necesita también resultados de test de mineralización *in vitro*. Para ello se hicieron incubaciones siguiendo la metodología descrita en Alvarez y Steinbach (2011) de muestras superficiales de los tratamientos control y cultivados. También se hicieron estimaciones a nivel departamento siguiendo los mismos criterios que para la estimación de la productividad.

### **Análisis estadístico**

Se testeó la normalidad de todas las variables pero como en casi todos los casos hubo cierta evidencia de ausencia de normalidad, no lográndose la normalización con diferentes transformaciones, se apeló a argumentos asintóticos para el análisis de las variables que convergían a una distribución normal (Amemiya 1985): carbono orgánico, nitrógeno total, fósforo extractable, densidad aparente, arcilla, limo y arena, usando modelos lineales mixtos con un criterio fuertemente restrictivo sobre el tamaño del test de hipótesis ( $P < 0.01$ ). Se testeó el efecto de variables de clima y suelo como covariables y los efectos lineales y cuadráticos de la profundidad se anidaron dentro de los tratamientos como efectos fijos, ajustándo-

se además una estructura espacial por profundidad mediante Proc Mixed de SAS. Se testeó también un término para considerar el tipo de suelo como efecto fijo y su interacción con los tratamientos. En este último caso, como el tratamiento bajos inundables se asociaba a un tipo de suelo (suelos hidromórficos), para no generar un diseño excesivamente desbalanceado, se excluyó ese tratamiento del análisis. Variables con distribución bimodal como carbono de carbonato y conductividad eléctrica (que incluían muchos ceros en las distribuciones) se analizaron por Kruskal-Wallis usando tratamiento como variable clasificatoria y profundidad como partición. Los modelos empleados y su implementación han sido descriptos en Berhongaray et al. (2013).

Se utilizó análisis de regresión y correlación para buscar asociaciones entre variables y redes neuronales artificiales para modelar el impacto de las variables ambientales sobre los stocks de carbono orgánico, nitrógeno total y otras variables respuesta. Los datos se partitionaron aleatoriamente en 70 % para training y 30 % para validación, ajustando los modelos con el set training y testeándolos con el de validación para determinar su capacidad de generalización. La metodología de construcción de redes neuronales está descripta en Berhongaray et al. (2013). Las redes generadas para estimar los stocks de carbono orgánico y nitrógeno total de los suelos, combinadas con los resultados de la clasificación de imágenes satelitales, permitieron estimar los contenidos de carbono y nitrógeno a escala de departamento y su integración el stock total de los suelos pampeanos (ver sección Resultados). Se realizó un análisis de incertidumbre de los stocks de carbono orgánico estimados (0.5\* intervalo de confianza 95

%/media) por una combinación de conocimiento experto y los métodos usuales de propagación de errores que se describió en Berhongaray et al. (2013).

### **Modelización de los cambios futuros del stock de carbono de los suelos**

Se simularon cambios futuros de los stocks de carbono orgánico de suelos de la Pampa Ondulada (departamentos de Arrecifes, Carmen de Areco, Chacabuco, Rojas y Salto) bajo diferentes rotaciones posibles utilizando una metodología de balance de carbono del suelo basada en modelos de redes neuronales artificiales desarrollada para los suelos de la subregión (Alvarez et al. 2011). Los suelos para los que se realizaron las simulaciones corresponden a la categoría de los que perdieron marcadamente carbono por efecto del cultivo (ver sección Resultados). La metodología usa una red neuronal artificial que estima aportes de carbono al suelo por los cultivos y otra que estima pérdidas de carbono como C-CO<sub>2</sub>, generado por la respiración heterotrófica del suelo. Ambas se aplicaron de la manera descrita en Alvarez (2011 y 2012a). Se ajustaron modelos de regresión simples a los datos de rendimiento de los cultivos de trigo, soja y maíz (MinAgri 2012) en función del tiempo y con esas regresiones se estimó la evolución de los rendimientos futuros, asumiendo una ganancia anual equivalente al promedio observado en los últimos 40 años (35 kg grano ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> para trigo, 41 kg grano ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> para soja y 112 kg grano ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> para maíz). Los rendimientos estimados fueron uno de los inputs de la red neuronal que estimó aportes de carbono al suelo. Se estimó un nivel medio de carbono orgá-

nico del suelo en la actualidad con el modelo desarrollado con ese fin (ver sección Resultados) para el mismo grupo de departamentos y para ese nivel inicial de carbono se calculó la evolución del balance de carbono. Ese nivel sirvió para la inicialización de la red estimativa de la respiración edáfica. También se hicieron estimaciones para suelos con bajo nivel actual de carbono orgánico. Se asumió que para fines del Siglo XXI la temperatura de la subregión será 4 °C mayor a la actual (IPCC 2007) y los coeficientes de mineralización de la red neuronal se ajustaron por ese incremento de temperatura (ca. 0.04 °C año<sup>-1</sup>). La composición de la rotación media usada en la actualidad fue tomada de Alvarez et al. (2011). El balance de carbono se calculó como la diferencia entre los aportes de carbono en los residuos de los cultivos y la vegetación espontánea y la respiración heterotrófica.

## **Resultados**

### **Efecto de los tratamientos sobre las variables edáficas**

Las variables climáticas y de suelo presentaron una muy amplia variación entre los sitios muestreados (Tabla 1), siendo Molisoles los suelos presentes en 80 % de los sitios. En 11 % de los sitios no se pudo muestrear hasta 1 m de profundidad por la presencia del horizonte petrocálcico que aparecía generalmente entre 50 y 100 cm, pero en 3 % de los sitios apareció entre 25-50 cm de profundidad. Este horizonte tenía una densidad aparente de entre 1.9 y 2.3 g cm<sup>-3</sup>, con una media de 2.1 g cm<sup>-3</sup>. No contenía carbono orgánico y más del 50 % era carbonato, con un contenido promedio de carbono del 6.35 %. Analizando las variables a nivel de estrato de suelo (n= 1493) a medida que la temperatura

y la precipitación del sitio aumentaban también se incrementaba el contenido de arcilla de las muestras ( $R^2 > 0.22$ ). La densidad aparente decreció a mayor contenido de carbono orgánico en las muestras ( $R^2 = 0.20$ ) y la conductividad eléctrica estuvo asociada a pH ( $R^2 = 0.13$ ).

El cultivo de los suelos determinó un aumento de su densidad aparente del 9-10 % hasta 50 cm de profundidad sin diferencias entre fases de la rotación (Figura 2). La densidad media del estrato 0-25 cm de suelos cultivados fue  $1.21 \text{ g cm}^{-3}$ , con solo 1 % de los casos con densidad mayor a  $1.5 \text{ g cm}^{-3}$ . El uso agrícola tuvo muy poco efecto sobre la textura de los suelos, solamente en el estrato 0-25 cm se detectaron diferencias entre sitios cultivados y no cultivados (Figura 2) siendo la concentración de arcilla 2-3 % mayor bajo cultivo (sobre el total de la masa de la capa de suelo). Limo y arena no difirieron significativamente entre tratamientos. No hubo efecto del cultivo sobre el pH de los suelos en ninguna de las profundidades analizadas ni efectos significativos sobre los stocks de carbono de carbonatos, que promediaron  $50 \text{ t C ha}^{-1}$  hasta 1 m de profundidad (Figura 2). Alrededor del 35 % del carbono total de los suelos estaba en forma de carbonato, ascendiendo este porcentaje a 80 % en suelos de zonas semiáridas. El carbonato estaba estratificando en los suelos con las mayores acumulaciones en el estrato 75-100 cm (50 % del total hasta 1 m). Contrariamente, la conductividad eléctrica fue menor de 25 a 100 cm en los suelos cultivados respecto de los controles no cultivados (Figura 2). El carbono orgánico fue marcadamente afectado por el uso del suelo. Los controles no cultivados tuvieron un contenido promedio hasta 1 m de  $101 \text{ t ha}^{-1}$ , mientras

que los sitios cultivados promediaron  $87 \text{ t ha}^{-1}$ , sin diferencias significativas entre pasturas y sitios agrícolas. En todos los casos 50 % del stock total de carbono se encontraba en el estrato 0-25 cm. Las diferencias entre suelos cultivados y no cultivados fueron significativas hasta 50 cm de profundidad, siendo el stock en los suelos bajo cultivo 16 % menor que en los controles. El rango de diferencias entre sitios no cultivados y cultivados varió de -22 a +64 %. Debajo de 50 cm los suelos cultivados tenían en promedio 9 % menos de carbono orgánico que los controles pero la diferencia no fue significativa. La transformación de los stocks de carbono orgánico por profundidad a masa equivalente no produjo cambios en los resultados de los análisis estadísticos. El nitrógeno total presentó similares tendencias al carbono orgánico, siendo menor en los suelos cultivados que en los controles hasta 50 cm de profundidad sin diferencias entre suelos en fase pastura o agrícola (Figura 2). La relación C orgánico/N total no fue afectada por el uso del suelo o la profundidad, promediando 8.9. Respecto del fósforo extractable, esta fue la variable más impactada por el cultivo de los suelos. Decreció al 30-40 % del valor de los controles en los sitios cultivados en todos los estratos de suelo, siendo las diferencias significativas hasta 75 cm de profundidad (Figura 2). El valor medio de fósforo en los controles de 0 a 25 cm fue de 59 ppm y en los suelos cultivados 19 ppm, independiente del uso pastura o agrícola.

### **Impacto del cultivo sobre la productividad y capacidad de mineralización de nitrógeno**

La productividad de los suelos para trigo no fue afectada por el cultivo (Figura 3). No hubo diferencias significativas entre los

índices de productividad estimados para los suelos control y los cultivados, que en promedio difirieron solo 2 %. A nivel de la Región Pampeana los partidos correspondientes a la subregión húmeda tienen suelos cultivados de mayor productividad que los de la subregión semiárida, consecuencia de sus mayores profundidades medias y texturas más finas, que determinan mayor capacidad de almacenamiento de agua útil y también de niveles más altos de carbono orgánico. Contrariamente, sí fue muy afectada por el cultivo la capacidad de mineralizar nitrógeno de los suelos durante el ciclo de trigo (Figura 4). En los suelos cultivados en fase pastura esta capacidad fue del 29 % de la de los controles y en los suelos en fase agrícola del 16 %. Hubo a su vez diferencias significativas entre suelos con pasturas o agricultura, los primeros duplicaron a los segundos en su capacidad de mineralización. Estas diferencias se debieron a los efectos del uso del suelo sobre el stock total de nitrógeno de los suelos y, principalmente, sobre su labilidad. Mientras el stock de nitrógeno decreció un 20 % por el cultivo en el estrato 0-25 cm del suelo en relación a los controles, su labilidad fue muy afectada por el uso siendo la mineralización in vitro unas cinco veces menor en los suelos cultivados que en los controles. La mineralización estimada en el Este Pampeano es mucho mayor a la del Oeste debido a las grandes diferencias del contenido de nitrógeno entre esas áreas.

### **Modelización de los stocks de carbono orgánico y nitrógeno de los suelos**

Fue posible modelizar con buena performance la distribución espacial del carbono orgánico y el nitrógeno total en función del uso del suelo y la profundidad. Las redes neuronales ajustadas

explicaron la mayor parte de la variabilidad con buena capacidad de generalización (Figura 5). No hubo diferencias en los  $R^2$  entre los sets training y validación siendo las ordenadas y pendientes de la rectas de datos observados vs. estimados no diferentes de 0 y 1 respectivamente. Los inputs con efecto significativo fueron: tipo de uso del suelo, temperatura, precipitación, profundidad, arcilla y arena. Los modelos indicaron que el carbono y el nitrógeno eran mayores en áreas más lluviosas y suelos con más arcilla y que decrecían en áreas más cálidas, con la profundidad o a medida que el contenido de arena del estrato de suelo aumentaba. En cuanto al impacto del uso, el modelo indicó que a igualdad de otras condiciones el nivel de carbono o nitrógeno variaba en el siguiente orden: arboledas>controles no cultivados>cultivado fase pastura=cultivado fase agrícola> bajos. Otras variables como carbono en carbonato, pH y fósforo extractable no pudieron modelizarse con ajustes aceptables ( $R^2 < 0.30$ ).

### **Cambios en los stocks de carbono y nitrógeno**

Utilizando los datos de los relevamientos de suelos realizados por INTA, mayormente en el período 1960-1980, se estimó un stock de carbono orgánico para un área de 74 Mha (prov. de Buenos Aires, Santa Fé, La Pampa, Córdoba y Entre Ríos) de 5.50 Gt y de carbono en carbonatos de 3.58 Gt hasta 1 m de profundidad. Alrededor del 40 % del total de carbono del suelo estaba presente como carbonato. La red neuronal ajustada a resultados del relevamiento 2007-2008, acoplada a los datos de uso del suelo generados por la clasificación de imágenes satelitales, se usó para hacer una estimación para un área de 48.2 Mha, correspondiente a las porciones húmeda y semiárida de la Región Pampeana.

na. Para esta área, que incluye la mayoría de los suelos cultivados de la región, el stock de carbono orgánico estimado fue 4.22 Gt. La información de los relevamientos del período 1960-1980 indica un stock de 3.96 Gt para esa misma área (Figura 6). Los stocks en el estrato 0-25 cm fueron de 2.04 Gt en 1960-1980 y 1.93 Gt en 2007-2008.

El análisis de incertidumbre indicó que las incertidumbres de las estimaciones eran bajas. La incertidumbre de la estimación del stock del período 1960-1980 en el estrato 0-25 cm fue de 9.8 %, y 5.9 % para la del período 2007-2008, disminuyendo a 5.7 y 3.3 % respectivamente para los stocks acumulados a 1 m de profundidad. En el relevamiento 1960-1980 la fuente principal de incertidumbre fue la del área correspondiente a cada tipo de suelo estimada en los mapas de INTA. Las incertidumbres asociadas a la técnica de Walkley-Black, la modelización de los perfiles de carbono y la estimación de densidad aparente promediaron 8 % al nivel de capa de suelo. Para el relevamiento 2007-2008, las incertidumbres del modelo de red neuronal y de los inputs combinadas variaron entre 35 y 49 %, dependiendo del tipo de uso del suelo y estrato de profundidad, mientras que el cambio de escala generó una incertidumbre del 68 %. Estos resultados sugieren que a nivel regional las pérdidas de carbono orgánico por efecto del cultivo se produjeron en la Región Pampeana antes del período 1960-1980, pues no hay diferencias detectables durante los últimos 30-50 años, debido a que los intervalos de confianza del 95 % de las estimaciones de stock pasadas y presentes se superponen. Contrariamente, si se contrastan los resultados a escala departamento, los departamentos con stocks de carbono

mayores a 95 t ha<sup>-1</sup> tendieron a perder carbono y por debajo de ese umbral los incrementos fueron más frecuentes (Figura 7). Tendencias similares se estimaron para el nitrógeno total con un umbral cercano a 12 t ha<sup>-1</sup>. Para variables no afectadas por el cultivo de los suelos y que no se pudieron modelizar, como carbono inorgánico y pH, solo se pudieron elaborar mapas a nivel de la Región Pampeana, utilizando la información de los mapas de suelo de INTA (Figura 8).

### **Cambios futuros del carbono orgánico**

Se calculó que si se mantiene la velocidad de incremento de rendimiento de los cultivos de trigo, soja y maíz y la composición media de la rotación usada actualmente (trigo-soja de segunda-maíz-soja de primera-soja de primera-soja de primera) durante las próximas dos décadas se va a producir una disminución de los niveles de carbono en la materia orgánica la Pampa Ondulada en promedio (Figura 9). Esta caída sería menor de aplicarse rotaciones con menor proporción de soja que la actual. El nivel de carbono comenzaría a recuperarse en unos 20 años debido al incremento de los aportes de residuos de cultivos de mayor rendimiento y a la disminución de la emisión de C-CO<sub>2</sub> por respiración heterótrofa de suelos con menor nivel de materia orgánica. Sin embargo, no se llegará a nivel regional a la recuperación del carbono orgánico de los suelos al nivel anterior al de la introducción del cultivo durante el Siglo XXI. Debería disminuirse la proporción de soja en la rotación para evitar que los suelos ricos en carbono orgánico de la subregión lo pierdan por efecto del uso agrícola. En cambio, en el caso particular de los suelos de la Pampa Ondulada que actualmente tienen niveles de materia

orgánica bastante más bajos que la media se producirá secuestro de carbono, aún con rotaciones con alta proporción de soja en su composición (Figura 9).

## **Discusión**

El tratamiento control debe representar las condiciones de los suelos previas al cultivo. Se utilizaron aquí como controles, en la mayor parte de los casos, los parques de los establecimientos, que han demostrado ser referencias adecuadas en la presente comparación (Berhongaray et al. 2013). Debido a su cercanía, en cada establecimiento no hubo diferencias en el escenario climático entre usos del suelo. Los usos arboleda, control, cultivado fase pastura y cultivado fase agrícola correspondieron al mismo Gran Grupo de suelos en todos los establecimientos. En 50 % de los establecimientos se dispuso de información a nivel de la serie de suelo (INTA 2010). En 95 % de esos establecimientos la serie de suelos era la misma entre los tratamientos indicados. Consecuentemente, el clima y las condiciones de suelo fueron muy similares entre los diferentes usos del suelo, excepto en el caso de los suelos hidromórficos, y la comparación entre sitios cultivados y no cultivados no parece estar afectada por efectos confundidos.

La densificación observada en los suelos pampeanos sometidos a cultivo ha sido causada, como en muchos otros lugares del Mundo, por una combinación de los efectos de la labranza, que destruye los agregados (Carter 1990), el tránsito de maquinaria (Richard et al. 1999), y el descenso del contenido de materia orgánica (Rawls 1983). Esta densificación ha sido moderada, no

excediendo en casi ningún caso el umbral a partir del que puede restringirse el crecimiento de las raíces de los cultivos, aceptado generalmente como  $1.5 \text{ g ml}^{-1}$  (Hassan et al. 2007).

Los escasos cambios texturales detectados entres sitios no cultivados y cultivados pueden deberse a la erosión de los suelos bajo cultivo. En los sitios cultivados el contenido de arcilla era 2-3 % mayor que en los controles en el estrato 0-25 cm. La pérdida de suelo superficial por erosión y el mezclado de los horizontes por las labranzas pueden generar estos resultados. Los horizontes B suelen encontrarse entre 25 y 80 cm de profundidad (INTA 1981, 1983, 1989) y en áreas donde el uso agrícola ha sido muy intenso por más de un siglo, como la Pampa Ondulada, los 3-5 cm superiores del perfil se han perdido por erosión (Alvarez et al. 1995), con afloración de material del horizonte B, mas arcilloso, mezclado con el horizonte A. Estos cambios no han tenido impacto sobre la capacidad de almacenamiento de agua de los suelos, que estimados por la función de pedotransferencia de Rawls et al. (1982), casi no cambia entre sitios con y sin cultivo (resultados no presentados).

No se detectó efectos del cultivo sobre el pH del suelo ni los stocks de carbono secuestrado como carbonato. La agricultura generalmente acidifica los suelos debido a la extracción de cationes y, especialmente, la liberación de protones por la nitrificación del amonio de los fertilizantes (Tisdale et al. 1993). En la Región Pampeana la historia agrícola es corta, dependiendo de la subregión considerada, varía entre 60-130 años (Alvarez 2001) y el uso de fertilizantes solo se ha difundido en los últimos años y con dosis bajas (FAO 2004). Los menores niveles de sales en

los suelos cultivados respecto del control son la resultante de las diferencias en la absorción y cosecha de nutrientes y en el reciclado de residuos y agua (Jobbágy, Jackson 2001, 2007).

La disminución de los contenidos de carbono orgánico del suelo detectada en la Región Pampeana es baja en comparación a la reportada en muchas otras áreas cultivadas del Mundo, en las que se ha reportado disminuciones del 30-50 % en los primeros 20-30 cm del suelo (Guo, Gifford 2002). Este efecto se produce por la reducción de los aportes de carbono al suelo bajo cultivo (Lauenroth et al. 2000), como consecuencia del barbecho y la cosecha, y las mayores temperaturas de los suelos labrados (Grant et al. 1995), que llevan a un aumento de la mineralización. En la Región Pampeana los aportes de carbono de los cultivos promedian 30-70 % del de los pastizales (Alvarez, Steinbach 2010a). Esta reducción de los aportes de carbono produjo la disminución del contenido de carbono orgánico del suelo hasta 1 m de profundidad, aunque solo se detectó diferencias significativas hasta 50 cm. La erosión del suelo es otra causa de la disminución del carbono orgánico. En la Pampa Ondulada se ha estimado que por erosión se ha perdido un 8 % del carbono orgánico secuestrado a 1 m de profundidad (Alvarez et al. 1995). La fase de la rotación no impactó significativamente sobre el stock de carbono orgánico del suelo siendo las diferencias entre fase pastura y agrícola del 5 % (no sig.). Los experimentos de larga duración realizados en la región han mostrado que, tanto bajo escenarios húmedos (Casanovas et al. 1995) como semiáridos (Galantini 2005), fases pastoriles de pocos años de duración solo tienen un efecto menor sobre el total de carbono orgánico del suelo, pero que sí afectan marcadamente la fracción fácilmente mineralizable de la materia

orgánica. La selección de sitios apareados para el muestreo de stocks de carbono en el suelo, como se hizo en este estudio, es una metodología potente para evaluar cambios de los stock de carbono que no pueden detectarse por otros métodos (Heim et al. 2009). Sin embargo, solo se detectaron efectos significativos hasta 50 cm. A pesar de ello, los resultados obtenidos sugieren que, si bien no se alcanzó significancia debido a la variabilidad, el cultivo afectó los stocks de carbono orgánico de los suelos pampeanos hasta 1 m de profundidad. Como la relación C/N no fue afectada por el uso, las mismas tendencias observadas para carbono orgánico se observaron para el nitrógeno total.

El efecto del cultivo sobre el fósforo extractable fue mucho más marcado que sobre la materia orgánica, disminuyendo a un tercio de los niveles de los controles no cultivados hasta 1 m, con efectos significativos detectados hasta 75 cm. En el estrato 0-25 cm los sitios muestreados, a pesar de ser sitios que normalmente recibían fertilización fosforada, en un 77 % tenían niveles menores a 20 ppm. Por debajo de este umbral el rendimiento está restringido y es generalizada la respuesta de trigo y maíz a la fertilización (Alvarez 2012b). Además, el 67 % tenía niveles menores a 15 ppm, que hacen altamente probable la respuesta a la fertilización fosforada de soja (Alvarez 2012b). En consecuencia, el cultivo deprimió marcadamente la fertilidad fosforada del suelo llevándola en muchos casos a ser limitante de la producción.

La estimación de la productividad de los suelos para trigo, considerando solamente características edáficas de lenta variación, indicó que la misma ha sido poco afectada por la agricultura

en la Región Pampeana. Los cambios determinados por el uso agrícola sobre los stocks de carbono orgánico no han sido de una magnitud tal que produzcan caídas de productividad para este cultivo, según el modelo usado. En cambio, la capacidad de mineralizar nitrógeno de los suelos fue muy afectada por el uso. La fertilidad de los suelos cultivados ha decrecido, considerando la capacidad de aporte de nitrógeno y también la de fósforo, a alrededor de un tercio de los valores de los suelos no cultivados. Esto puede atribuirse en parte al muy bajo uso de fertilizantes y los balances negativos de éstos nutrientes en la agricultura pampeana, aún en la actualidad en que un flujo importante de nitrógeno ingresa a los mismos por fijación biológica de nitrógeno en soja (Alvarez 2011, Alvarez et al. 2012b). Además, aunque el contenido total de materia orgánica de los suelos no sea fuertemente afectado, las fracciones lábiles se reducen bajo agricultura, llevando a la pérdida de fertilidad nitrogenada (Heumann et al. 2003). Los niveles de capacidad de mineralización de nitrógeno estimados para los suelos cultivados a nivel departamental fueron bajos en comparación con suelos pampeanos de media y alta fertilidad (Alvarez, Steinbach, 2010b), indicando limitaciones para el rendimiento de trigo. Por ejemplo, para un rendimiento de  $4000 \text{ kg ha}^{-1}$ , fácilmente alcanzable en establecimiento de buen nivel tecnológico, se requiere una absorción de unos  $120 \text{ kg N ha}^{-1}$  que, asumiendo una eficiencia de uso del 85 %, representan una oferta requerida desde el suelo de aproximadamente  $140 \text{ kg N ha}^{-1}$  (Alvarez et al. 2004). La disponibilidad media de nitrógeno de nitratos a la siembra de trigo en la Región Pampeana es alrededor de  $50 \text{ kg N ha}^{-1}$  (Steinbach, Alvarez 2012). Por ende el suelo debería liberar desde los componentes orgánicos unos 70

kg N ha<sup>-1</sup> para sostener el rendimiento indicado. Considerando que unos 15 kg N ha<sup>-1</sup> son liberados por residuos en descomposición (Alvarez et al. 2004) la mineralización desde la materia orgánica debería aportar otros 55 kg N ha<sup>-1</sup>. Solo el 3 % de los departamentos de la Región Pampeana tiene en promedio suelos bajo uso agrícola con esa capacidad. Este porcentaje sube a 65 % si se considera los suelos en fase pastura, pero esa capacidad se perdería rápidamente durante la fase agrícola de la rotación, como muestran experimentos locales (Alvarez, Steinbach 2012). Los agrosistemas pampeanos requieren, por lo tanto, del aporte de nutrientes externos para frenar la disminución de su fertilidad y mantener su sustentabilidad.

La distribución tridimensional del carbono orgánico y del nitrógeno total a nivel sitio y capa de suelo se pudieron describir adecuadamente por modelización empírica con redes neuronales artificiales. La representatividad del modelo de carbono ajustado y las estimaciones basadas en el mismo han sido discutidas anteriormente (Berhongaray et al. 2013). Se estimó los efectos del cultivo sobre los stocks totales de carbono orgánico asumiendo que la superficie ocupada por tierras inundables y forestadas no cambió durante los últimos 150 años, período durante el cual la agricultura fue introducida en la Región Pampeana y se produjo su expansión, reemplazando principalmente pastizales naturales. Si el área cultivada actualmente era originalmente cubierta por pastizales naturales, puede estimarse una pérdida de carbono orgánico de los suelos-flujo de C-CO<sub>2</sub> a la atmósfera de 326 Mt para el área relevada (Berhongaray et al. 2013). Este flujo equivale al consumo de combustibles fósiles de 9 años de dicha área (CIA

World Factbook 2008). El cambio regional del contenido de carbono orgánico de los suelos parece haberse producido antes del período 1960-1980, ya que el stock de carbono en ese período es similar al actual. La intensificación del uso agrícola de los suelos y la introducción de soja en las rotaciones no han tenido aparentemente efectos negativos en el stock de carbono secuestrado a nivel regional detectable.

Las estimaciones de los efectos del uso del suelo sobre los stocks de carbono orgánico secuestrado contrastan con las realizadas en un trabajo previo que utilizó la metodología del IPCC. En ese trabajo se estimó que se produjeron pérdidas de carbono en la Región Pampeanos durante los últimos 50 años (Viglizzo et al. 2010). Se testeó la posibilidad de usar la metodología del IPCC en la Región Pampeana utilizando los datos de los sitios muestreados en el relevamiento 2007-2008. Se confrontó los niveles de carbono orgánico de sitios control y cultivados con los estimados por la metodología IPCC ( $n= 230$ ) obteniéndose pobres resultados (regresión de datos observados vs. estimados:  $R^2= 0.26$ ,  $a \gg 0$ ,  $b \ll 1$ ), lo que indicó que esa metodología es inadecuada para la región.

Estudios recientes realizados en diferentes partes del Mundo indican tendencias diferentes en la evaluación del carbono orgánico de los suelos en las últimas décadas. Mientras muchos suelos europeos están perdiendo carbono (Jones et al. 2009), en USA grandes áreas llegaron al equilibrio hace ca. 50 años (David et al. 2009), y ganancias netas se han reportado en el este de China (Sun et al. 2009). Incrementos de la productividad primaria neta en ecosistemas naturales y manejados por el hombre se

han descrito como consecuencia de cambios en el clima y la tecnología (Twine, Kucharik 2009). Estos incrementos llevan a mayores aportes de carbono al suelo en forma de residuos y las ganancias de carbono orgánico. En la Región Pampeana se han estimado aumentos de los aportes de carbono en suelos cultivados durante los últimos 30 años a pesar de la inclusión de soja en las rotaciones (Alvarez et al. 2011). Este proceso fue la consecuencia de los mayores aportes de residuos al suelo asociados a incrementos de rendimiento de trigo, maíz y también soja. Esos mayores aportes de residuos parecen haber equilibrado las pérdidas, permitiendo incrementos del carbono orgánico en suelos originalmente pobres en carbono, pero no en los ricos en carbono orgánico. Los balances de carbono realizados en experimentos de campo en la Región Pampeana han mostrado que suelos ricos en carbono orgánico lo pierden bajo cultivo (Alvarez et al. 1998). En cambio, suelos con bajos niveles de carbono tienen menores pérdidas o se mantienen cerca del equilibrio (Bono et al. 2008). Adicionalmente, la precipitación ha registrado incrementos, principalmente en la porción semiárida de la región durante los últimos 40 años (Magrin et al. 2005), lo que puede haber generado un incremento de la productividad en suelos arenosos de bajo nivel de carbono orgánico.

Tendencias similares del carbono en carbonatos se observaron en los datos del relevamiento 2007-2008 y el del período 1960-1980. En promedio 35-40 % del total de carbono del suelo estaba presente en carbonatos, con un rango de 0 a 30 % en la porción húmeda pampeana y del 0 al 85 % en la porción semiárida. En otras regiones del Mundo se han reportado resultados si-

milares (Li et al. 2007). Los horizontes petrocálcicos raramente se observaron en la porción húmeda de la región pero fueron muy comunes en los sitios de la porción semiárida. En algunos sitios del este seco de la Región Pampeana hasta 99 % del carbono en carbonatos llegó a estar incluido en el horizonte petrocálcico. En los casos que los suelos tenían este tipo de horizontes las estimaciones de carbonato presentadas son menos confiables porque no se determinó el espesor de los mismos. A pesar de esta limitación, resultados similares se obtuvieron en la comparación de stock de carbono de carbonato considerando solo el carbonato en la masa del suelo. No hubo efectos significativos del uso sobre este carbonato tampoco. El cultivo no afectó el stock de carbono inorgánico secuestrado en los suelos de la región, lo que puede atribuirse a la corta historia agrícola y las bajas cantidades de fertilizantes recibidas.

La validez de las estimaciones referidas a futuros cambios del contenido de carbono orgánico de los suelos de la Pampa Ondulada se basa en asumir que la estructura de los cultivos no cambiará respecto del período 1997-2006. En ese período se realizaron los experimentos que permitieron ajustar la red neuronal artificial usada para estimar ingreso de carbono al suelo en el cálculo del balance de carbono. A la vez, debería mantenerse la ganancia anual de rendimiento. Los índices de cosecha de los cultivos han aumentado en las últimas décadas, tendiendo a estabilizarse (Hay 1995). Respecto a la ganancia del rendimiento, al fijar un valor constante de incremento anual se consideró implícitamente que la ganancia porcentual anual decrecerá. Por ejemplo, en la actualidad una ganancia anual de 112 kg grano ha<sup>-1</sup> en maíz re-

presenta un 1.6 % de aumento (rendimiento medio año 2010= 7000 kg grano ha<sup>-1</sup>) pero representaría un 0.6 % de ganancia a fines del Siglo XXI. Los rendimientos estimados a que se llegaría, dentro del período de la estimación, son trigo: 6500 kg ha<sup>-1</sup>, maíz: 18200 kg ha<sup>-1</sup>, soja: 7300 kg ha<sup>-1</sup>. Estos rendimientos ya se logran hoy en día en planteos y sitios de muy alto rendimiento y no parece exagerado que se logren como rendimientos medios zonales dentro de un siglo.

La disminución de los niveles de carbono orgánico de los suelos ricos en carbono, estimada si se mantiene la proporción actual de soja en las rotaciones, tendrá poco efecto sobre la productividad de los suelos para trigo. El modelo de productividad indica una reducción del 5 % para cuando se arriben a los más bajos contenidos de carbono orgánico en los suelos. Parece lógico pensar que esta disminución será fácilmente compensada por la mejora tecnológica. Para otros cultivos no pueden hacerse predicciones similares por falta de modelos adecuados. Bajo el escenario estimado de menor nivel medio de materia orgánica en la Pampa Ondulada, y muy posiblemente con menor capacidad de mineralizar nitrógeno, será la fertilización la herramienta indispensable para mantener la sustentabilidad de esos agrosistemas. Esto podría extrapolarse a toda la Región Pampeana, debido a la generalizada disminución de su fertilidad, que limita ya actualmente los rendimientos de los principales cultivos.

## **CONCLUSIONES**

Este trabajo determinó los efectos del cultivo sobre los suelos pampeanos. Sus principales conclusiones son: 1) ha habido esca-

so efecto del cultivo sobre la textura y no se detectó acidificación ni se han salinizado los suelos, 2) se ha producido una compactación superficial en suelos cultivados que no llega en general a umbrales críticos para el desarrollo de las raíces, 3) los stock de carbono como carbonato no fueron afectados por el cultivo, 4) el carbono orgánico en suelos cultivados sufrió en promedio una reducción del 16 % en el estrato 0-50 cm y del 9 % en el estrato 50-100 cm del perfil, 5) propiedades estables que impactan la productividad de los suelos han sufrido poco impacto por el uso agrícola a nivel regional, 6) entre relevamientos realizados entre 1960-1980 y 2007-2008 no se encontraron diferencias en el stock de carbono orgánico de toda la región, 7) en los últimos 30-50 años áreas ricas en carbono orgánico perdieron carbono y áreas pobres aumentaron su nivel, 8) la relación C orgánico/N total no fue afectada por el uso del suelo, presentando el nitrógeno total una variación similar al carbono, 9) la fertilidad nitrogenada y fosforada de los suelos decreció al 30 % en los suelos cultivados respecto de la situación sin uso agrícola, limitando el rendimiento de los cultivos, 10) es esperable que en suelos ricos en carbono orgánico se produzcan más pérdidas si la soja es el componente principal de las rotaciones. Para revertir esta situación, y mantener o secuestrar carbono en esos suelos, deberán pasar varias décadas de mejoras tecnológicas que produzcan aumentos de rendimientos y se deberá disminuir la proporción de la misma en las rotaciones. En suelos con bajos niveles de carbono es esperable secuestro de carbono durante las próximas décadas.

## Agradecimiento

Este trabajo fue subsidiado por la Universidad de Buenos Aires (G004 and G033), el CONICET (PIP 02050 and PIP 02608) y el FONCYT (PID-BID 37164 - 49). Agradecemos a J. P. Gerschman por aportar los datos de la clasificación de MODIS.

## Referencias

- Alvarez, C.R., Steinbach, H.S., Alvarez R. 2012. Capítulo 3. El rol de los fertilizantes en la agricultura. En: Alvarez, R., Prystupa, P., Rodríguez, M., Alvarez C.R. 2012. (Eds.). Fertilización de cultivos y pasturas. Diagnóstico y recomendación en la Región Pampeana. Editorial Facultad de Agronomía-UBA, pág. 51-64.
- Alvarez, R. 2001. Estimation of carbon losses by cultivation from soils of the Argentine Pampa using the Century model. *Soil Use Management* 17, 62-66.
- Alvarez, R. 2002. La disponibilidad de agua como reguladora del rendimiento de trigo en la Región Pampeana. XVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, 2002. Actas 4 pág.
- Alvarez, R. 2011. Cambios en los flujos de carbono y nitrógeno de los agrosistemas de la Pampa Ondulada producidos por la incorporación de soja en la rotación. En: Soja, pág. 11-16. O. Correa et al. (eds.). Editorial Facultad de Agronomía-UBA, Buenos Aires.
- Alvarez R. 2012a. Soil organic carbon stock in pampean soils: changes associated to rotation and tillage. Roberto Alvarez. Actas 19th ISTRO Conference, 19 pág., Uruguay.
- Alvarez, R. 2012b. Estimación del umbral económico para la aplicación de la metodología de reposición y enriquecimiento en fósforo. XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Actas 4 pág.
- Alvarez, R., De Paepe, J. 2011. Establishing productivity indices for wheat in the Argentine Pampas by an artificial neural network approach. *Focus on Artificial Neural Networks*. Pág. 75-95. Ed. John A. Flores, de Nova Science Publishers, Inc.
- Alvarez, R., Lavado, R.S. 1998. Climatic control of the organic matter of the Pampas and Chaco soils. *Geoderma* 83, 127-141.
- Alvarez, R., Russo, M., Prystupa, P., Sheiner, J., Blotta, L. 1998. Soil

- carbon pools under conventional and no-tillage systems in the Argentine Rolling Pampa. *Agron. J.* 90, 138-143.
- Alvarez, R., Santanatoglia, O.J., Garcia R. 1995. Soil respiration and carbon inputs from crops in a wheat-soybean rotation under different tillage systems. *Soil Use Manag.* 11, 45-50.
- Alvarez, R., Steinbach, H.S. 2010a. Efecto del uso agrícola sobre el nivel de materia orgánica. In: Fertilidad de suelos. Caracterización y manejo en la Región Pampeana. Editorial Facultad de Agronomía-Universidad de Buenos Aires, Argentina. Pp. 181-202.
- Alvarez, R., Steinbach, H.S. 2010b. Ciclado de nitrógeno en agrosistemas. En: Fertilidad de suelos. Caracterización y manejo en la Región Pampeana. Editorial Facultad de Agronomía-Universidad de Buenos Aires, Argentina. Pag. 231-269.
- Alvarez, R., Steinbach, H.S. 2011. Modeling apparent nitrogen mineralization under field conditions using regressions and artificial neural networks. *Agron. J.* 103:1159-1168.
- Alvarez, R., Steinbach, H.S. 2012. Capítulo 7. Disponibilidad de nitrógeno en función del manejo. En: Fertilidad de suelos. Caracterización y manejo en la Región Pampeana. Editorial Facultad de Agronomía-UBA, pág. 301-331.
- Alvarez, R., Steinbach, H.S., Bono, A., 2011. An artificial neural network approach for predicting soil carbon budget in agroecosystems. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 75: 965-975.
- Alvarez, R., Steinbach, H.S., Grigera, S., Cartier, S., Obregón, G., García, R. 2004. The balance sheet methods as a conceptual framework for nitrogen fertilization of wheat in pampean agroecosystems. *Agron. J.* 96: 1050-1057 2004.
- Amemiya, T. 1985. *Advanced econometrics*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Berhongaray G, Alvarez R, De Paepe J, Caride C, Cantet R. 2013. Land use effects on soil carbon in the Argentine Pampas. *Geoderma* 192: 97-110.
- Bono, A., Alvarez, R., Buschiazzi, D.E., Cantet, R. 2008. Tillage effects on soil carbon balance in a semiarid agroecosystem. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 72, 1140-1149.
- Bünemann, E.K., Schwenke, G.D., Van Zwieten, L. 2006. Impact of agricultural inputs on soil organisms-a review. *Austr. J. Soil Res.* 44: 379-406.
- No se detectó efectos del cultivo sobre el pH del suelo ni los stocks de carbono secuestrado como carb*
- Caride, C., Piñeiro, G., Paruelo, J.M. 2012. How does agricultural management modify ecosystem services in the Argentine Pampas? The effects on soil C dynamics. *Agric. Ecosys. and*

- Environm. 154, 23-33.
- Carter, M.R. 1990. Relative measures of soil bulk density to characterize compaction in tillage studies on fine sandy loams. *Can. J. Soil. Res.* 70, 425-433.
- Casanovas, E.M., Echeverría, H.E., Studdert, G.A. 1995. Materia orgánica del suelo bajo rotaciones de cultivos. I Contenido total y de distintas fracciones. *Ciencia del Suelo* 13,16-20.
- CIA World Factbook. 2008. (available in: [www.cia.gov](http://www.cia.gov)).
- David, M.B., Mclsaar, G.F., Darmody, R.G., Omonde, R.A. 2009. Long-term changes in Mollisol organic carbon and nitrogen. *J. Environm. Qual.* 38: 200-211.
- Davidson, E.A., Ackerman, I.L. 1993. Changes on soil carbon inventories following cultivation of previously untilled soils. *Biogeochemistry* 20, 161-193.
- De Paepe, J., Alvarez, R. 2010. Uso de datos de mapas de suelos para determinar el stock de carbono orgánico y otras variables edáficas a nivel regional. XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Actas en CD, 4 pág.
- Doran, J.W., Coleman, D.C., Bezdicek, D.F., Stewart, B.A. 1994. (Eds.). *Defining soil quality for a sustainable environment.* Soil Sci. Soc. Am. Inc. Madison, USA, 244 pág.
- FAO. 2004. *Fertilizer use by crop in Argentina.* Rome, Italy, Pp. 88.
- Follett R.F., Stewart, BA. 1985. (Eds.). *Soil erosion and crop productivity.* Amer. Soc. Agron. INC. Madison, USA, 533 pág.
- Galantini, J. 2005. Calidad y dinámica de las fracciones orgánicas en sistemas naturales y cultivados. *Proceedings Jornadas Materia Orgánica y Sustancias Húmicas.* Argentina. Pp. 6.
- Grant, R.F., Izaurralde, R.C., Chanasyk, D.S. 1995. Soil temperature under different surface managements: testing a simulation model. *Agric. Forest Meteorol.* 73,89-113.
- Guo, L.B. and Gifford, M. 2002. Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis. *Glob. Change Biol.* 8, 345-360.
- Hall, A.J., Rebella, C.M., Ghersa, C.M., Culot, J.P. 1992. Field crop systems of the Pampas. Pp. 413-450 en: CJ Pearson (ed.). *Field crop ecosystems of the World* 18. Elsevier, Amsterdam.
- Hamza, M.A., Anderson, W.K. 2005. Soil compaction in cropping systems. A review of the nature, causes and possible solutions. *Soil Till. Res.* 82: 121-145.
- Hassan, F.U., Ahmad, M., Ahmad, N., Kaleen Abbasi, M., 2007. Effects of subsoil compaction on yield and yield attributes of wheat in the sub-humid region of Pakistan. *Soil Till. Res.* 96: 361-366.
- Hay, R.K. 1995. Harvest index: a review of its use in plant breeding and crop physiology. *Ann. Appl. Biol.* 126: 197-216.

- Heim, A., Wehrli, L., Eugster, W., Schmidt, M.W.J. 2009. Effects of sampling design on the probability to detect soil carbon stock changes at the Swiss CarboEurope site Lägeren. *Geoderma* 149, 347-354.
- Heumann, S., Böttcher, J., Springob, G. 2003. Pedotransfer functions for the pool size of slowly mineralizable N in sandy arable soils. *J. Plant. Nutr. Soil Sci.* 166: 308-318.
- Houghton, R.A., Hobbie, J.E., Melillo, J.M., Moore, B., Peterson, B.J., Shaver, G.R., Woodwell, G.M.. 1983. Changes in the carbon content of terrestrial biota and soils between 1860 and 1980: a net flux release of CO<sub>2</sub> to the atmosphere. *Ecol. Monograph.* 53, 235-262.
- Huffman, E., Eilers, R.G., Padbury, G., Wall, G., MacDonald, K.B. 2000. Canadian agri-environmental indicators related to land quality: integrating census and biophysical data to estimate soil cover, wind erosion and soil salinity. *Agric. Ecosys. Environm.* 81: 113-123.
- INDEC 2002. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas. (available at <http://www.indec.gov.ar/agropecuaria/cna.asp> (10/12/1910)).
- INTA. 1981. Mapa de suelos de la Provincia de Santa Fe, Parte I. Buenos Aires, Argentina, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Pp. 245.
- INTA. 1983. Mapa de suelos de la Provincia de Santa Fe, Parte II. Buenos Aires, Argentina, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Pp. 216.
- INTA. 1989. Mapa de suelos de la Provincia de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Pp. 525.
- INTA. 2010. (available at: <http://geointa.inta.gov.ar>).
- IPCC. 2007. Fourth Assessment Report: Climate Change, (AR4), Ginebra, Suiza, 104 pág.
- Jobbágy, E.G., Jackson, R.B. 2001. The distribution of soil nutrients with depth: global patterns and the imprint of plants. *Biogeochem.* 53, 51-77.
- Jobbágy, E.G., Jackson, R.B. 2007. Groundwater and soil chemical changes under phreatophytic tree plantation. *J. Geophys. Res.* 112, 1-15.
- Jones, R.J.A., Stolbovov, V., Rusco, E., Gentile, A.R., Gardi, C., Marechal, B., Montanarella, L. 2009. Climate change in Europe. 2. Impact on soil. A review. *Agronomy* 29, 423-432.
- Kiniry, K.N., Scrivner, C.L., Keener, M.E. 1983. A soil productivity index based upon predicted water depletion and root growth.

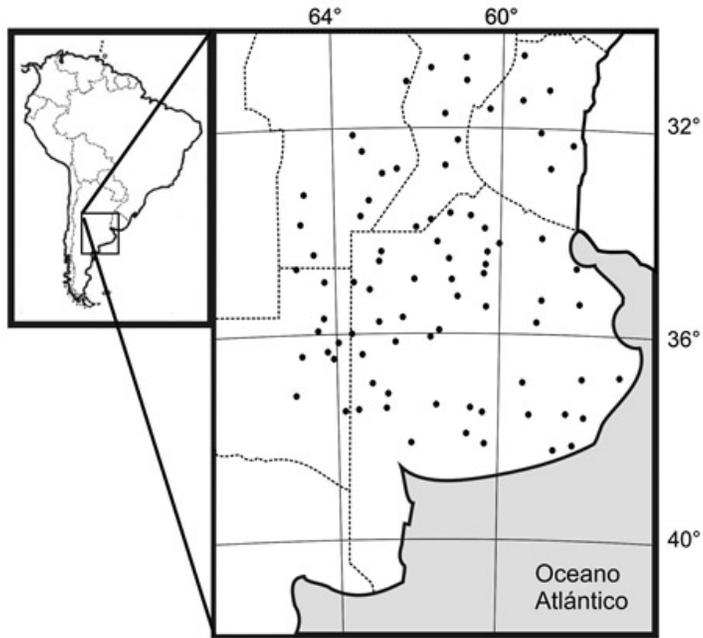
- Research Bulletin 1051: 1-25.
- Kuo, S. 1996. Chapter 32. Phosphorus. In: *Methods of Soil Analysis*. Soil Sci. Soc. Am. Book Series 5; Part. 3-Chemical Methods. Madison; Wisconsin; USA. Pp. 869-919.
- Lauenroth, W.K., Burke, I.C., Paruelo, J.M. 2000. Patterns of production and precipitation-use efficiency of winter wheat and native grasslands in the central great plains of the United States. *Ecosystems* 3,334-351.
- Liang, B.C., Campbell, C.A., McConkey, B.G., Padbury, G., Collas, P., 2005. An empirical model for estimating carbon sequestration on the Canadian prairies. *Can. J. Soil Sci.* 85, 549-556.
- Li, Z.P., Han, F.X., Su, Y., Zhang, T.L., Sun, B., Monts, D.L., Plodinec, M.J. 2007. Assessment of soil organic and carbonate carbon storage in China. *Geoderma*, 138, 119-126.
- Magrin, G.O., Travasso, M.I., Rodríguez, G.R. 2005. Changes in climate and crop production during the 20<sup>th</sup> Century in Argentina. *Climatic Change* 72: 229-249.
- McLauchlan, K. 2006. The nature and longevity of agricultural impacts on soil carbon and nutrients: a review. *Ecosystems* 9: 1364-1382.
- Meersmans, J., Van Wesemael, B., De Ridder, F., Van Molle, M. 2009. Modelling the three-dimensional spatial distribution of soil organic carbon (SOC) at regional scale (Flanders, Belgium). *Geoderma* 152, 43-52.
- Mendoza, M.R., Berhongaray, G., Alvarez, R. 2012a. Organic nitrogen stock in pampean soil profiles. XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Actas 4 pág.
- Mendoza MR, Berhongaray G, Álvarez R. 2012b. Stratification of the organic nitrogen stock in pampean soil profiles as a function of vegetation type and land use. Actas 19th ISTRO Conference, 1 pág., Uruguay.
- MinAgri. 2012. Series y estadísticas agrícolas. (disponible en: [www.minagri.gob.ar](http://www.minagri.gob.ar))
- Mishra, U., Lal, R., Slater, B., Calhoun, F., Liu, D., Van Meirvenne, M, 2009. Predicting soil organic carbon stock using profile depth distribution functions and ordinary kriging. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 73, 614-621.
- Moreno, F., Murillo, J.M., Pelegrín, F., Girón, I.F. 2006. Long-term impact of conservation tillage on stratification ratio of soil organic carbon and loss of total and active CaCO<sub>3</sub>. *Soil Till. Res.* 85, 86-93.
- Pan, G., Smith, P., Pan, W. 2009. The role of soil organic matter in maintaining the productivity and yield stability of cereals in China. *Agric. Ecosys. Environm.* 129: 344-348.
- Pazos, M.S., Mestelan, S.A.. 2002. Variability of depth to tosca in Udolls and soil classification, Buenos Aires Province, Argentina. *Soil*

- Sci. Soc. Am. J. 66:1256-1264.
- Pierce, F.J., Larson, W.E, Dowdy, R.H., Graham, W.A.P. 1983. Productivity of soils: assessing long-term changes due to erosion. *J. Soil and Water Conser.*, Research reports: 39-44.
- Prego, A.J. 1996. (Ed.). *El deterioro del ambiente en la Argentina*. FECIC, Buenos Aires, 519 pág.
- Rawls, W.J. 1983. Estimating soil bulk density from particle size analysis and organic matter content. *Soil Science* 135, 123-125.
- Rawls, W.D., Brakensiek, D., Saxton, K.E. 1982. Estimation of soil water properties. *Trans. ASAE* 25: 1316-1332.
- Richard, G., Boizard, H., Roger-Estrade, J., Boiffin, J., Guérif, J. 1999. Field study of soil compaction due to traffic in Northern France: pore space and morphological analysis of the compacted zones. *Soil Till. Res* 51,151-160.
- Rogers, L.L., Dowla, F.U. 1994. Optimization of groundwater remediation using artificial neural networks with parallel solute transport modeling. *Water. Res.* 30, 457-481.
- Satorre, E.H., Slafer, G.A. 1999. Wheat Production systems of the Pampas. In *Wheat. Ecology and physiology of yield determination*. E.M. Satorre and G.A. Slafer Eds. The Haworth Press, Inc. New York. Pp.333-348.
- Schulp, C.J.E., Nabuurs, G.J., Verburg, P.H., 2008. Future carbon sequestration in Europe - Effects of land use change. *Agric. Ecosys. Environ.* 127, 251-264.
- Soriano, A. 1991. Río de la Plata Grasslands. In: RT Coupland (ed.). *Ecosystems of the world. 8A. Natural Grassland*. Elsevier, Amsterdam. Pp. 367-407.
- Steinbach, H.S., Alvarez, R. 2012. Capítulo 2. Análisis de la variabilidad de la fertilidad del suelo. En: *Caracterización y manejo en la Región Pampeana*. Editorial Facultad de Agronomía-UBA, Segunda edición, Pág. 513-538.
- Sun, W., Huang, Y., Zhang, W., Yu, Y. 2009. Estimating topsoil SOC sequestration in croplands of eastern china from 1980-2000. *Austr. J. Soil. Res.* 47: 261-272.
- Teruggi, M.E. 1957. The nature and origin of argentine loess. *J Sed. Petrol.* 27, 322-332.
- Tisdale, S., Nelson, W.L., Beaton, J.D., Haulin, J.L. 1993. *Soil Fertility and Fertilizers*. Mcmillan Publishing Compan, New York, USA. 631pp.
- Twine, T.E., Kucharik, C.J. 2009. Climate impacts on net primary productivity trends in natural and managed ecosystems of the central and eastern United States. *Agric. Forest Meteorol.* 149, 2143-2161.
- Viglizzo, E.F., Frank, F.C., Carreño, L.V., Jobbágy, E.G., Pereyra, H., Clatt, J., Pincén, D., Ricard, F. 2010. Ecological and environmental

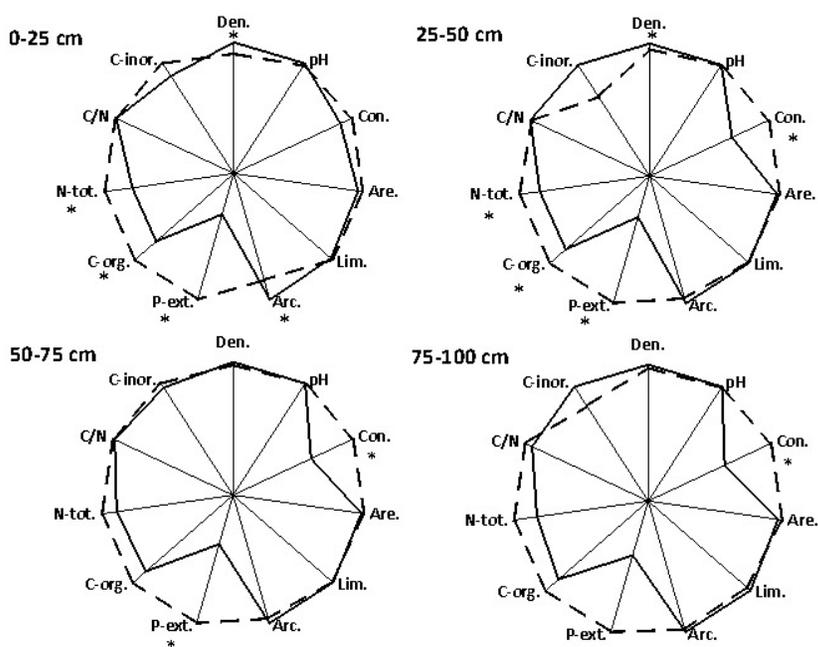
- footprint of 50 years of agricultural expansion in Argentina. *Global Change Biol.* 17: 959-973.
- Viglizzo, E.F., Létora, F., Pordomingo, A.J., Bernardos, J.N., Roberto, Z.E., Del Valle, H. 2001. Ecological lessons and applications from one Century of low external-input farming in the pampas of Argentina. *Agric. Ecosys. Environ.* 83, 64-81.
- Wilson, J.P., Sandor, S.P., Nielsen, G.A. 1991. Productivity index model modified to estimate variability of Montana Small grain yields. *Soil Science Society of America* 55: 228-234.
- Wu, H., Guo, Z., Gao, Q., Peng, C. 2009. Distribution of soil inorganic carbon storage and its changes due to agricultural land use activity in China. *Agric. Ecosyst. Environ.* 129, 413-421.

**Tabla 1.** Caracterización de las principales variables determinadas. Tabla elaborada con datos de Berhongaray et al. (2013), Mendoza y Alvarez (2012 a y b) y datos generados para este trabajo.

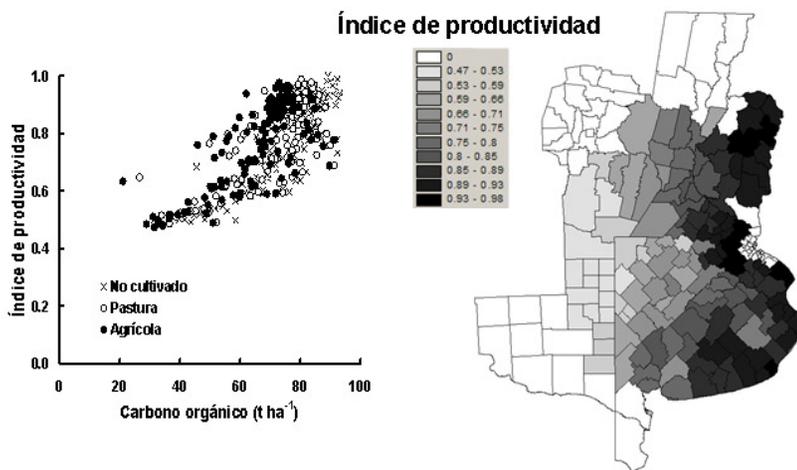
Variable	Mínimo	Media	Máximo
Temperatura media anual (°C)	12.8	15.8	19.1
Precipitación media anual (mm)	564	860	1156
Profundidad de muestreo (cm)	25	96	100
Densidad aparente (g cm <sup>-3</sup> )	0.82	1.15	1.60
Carbono orgánico (t ha <sup>-1</sup> )	15.3	96.4	321.2
Carbono en carbonatos (t ha <sup>-1</sup> )	0.0	47.0	376.6
Nitrógeno orgánico	2.9	11.6	28.9
Relación C/N	2.6	8.9	29.1
pH	4.90	6.40	9.47
Conductividad eléctrica (dS m <sup>-1</sup> )	0.20	1.90	27.0
Arcilla (g kg <sup>-1</sup> )	16	162	427
Limo (g kg <sup>-1</sup> )	8	336	590
Arena (g kg <sup>-1</sup> )	118	468	972
Fósforo extractable (mg kg <sup>-1</sup> )	0.8	23.6	192



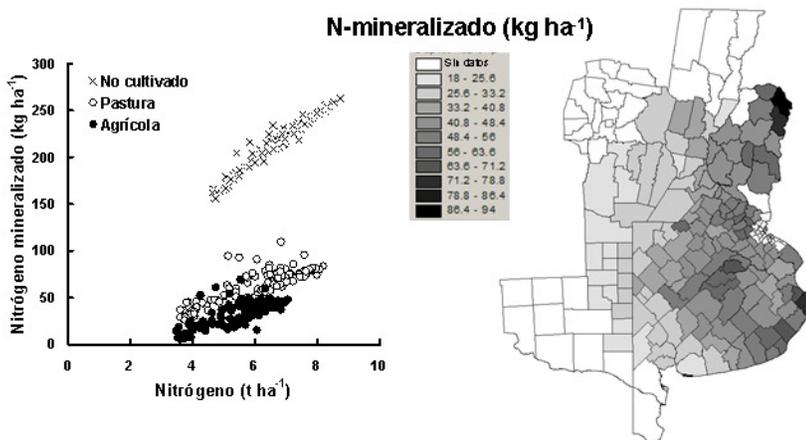
**Figura 1.** Ubicación de los establecimientos agropecuarios muestreados. Tomado de Berhongaray et al (2013).



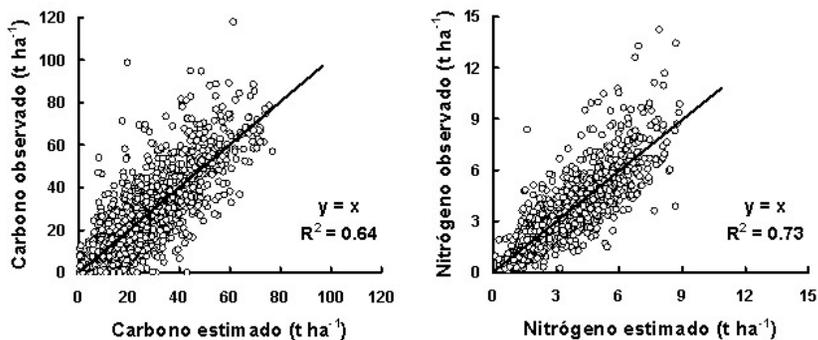
**Figura 2.** Comparación de los valores de las variables edáficas determinadas a diferentes profundidades en sitios no cultivados y cultivados (promedios de cultivados en fase agrícola y fase pastura). Línea de barras: no cultivado, línea continua: cultivado. Los asteriscos indican diferencias significativas para la variable. Den.= densidad aparente, pH= pH, Con.= conductividad eléctrica, Are.= concentración de arena, Lim.= concentración de limo, Arc.= concentración de arcilla, P-extr.= fósforo extractable, C-org.= concentración de carbono orgánico, N-tot.= concentración de nitrógeno total, C/N= relación carbono orgánico/N total, C-inor.= carbono inorgánico en carbonatos. Elaborado con datos de Berhongaray et al. (2013), Mendoza y Alvarez (2012 a y b) y datos generados para este trabajo.



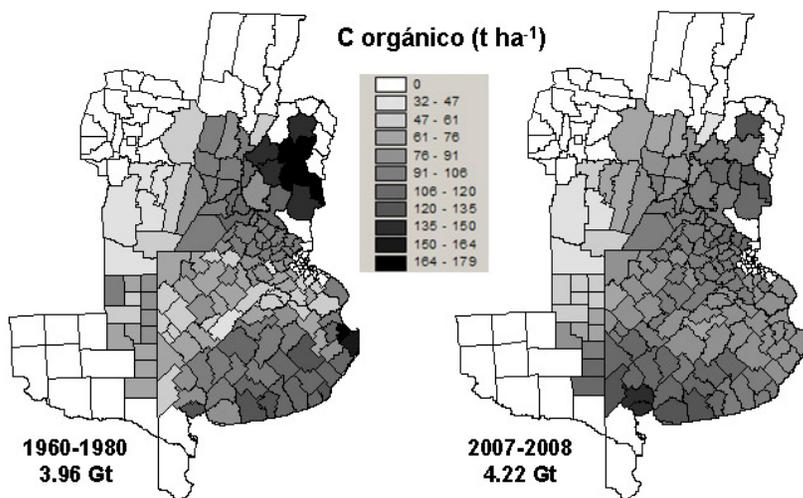
**Figura 3. Izquierda:** relación entre un índice local de productividad de los suelos para trigo y el uso del suelo en función del contenido de carbono orgánico. **Derecha:** mapa de productividad media a nivel de partido para los suelos cultivados con trigo (promedio ponderado de las superficies cultivadas en fase pastura y agrícola).



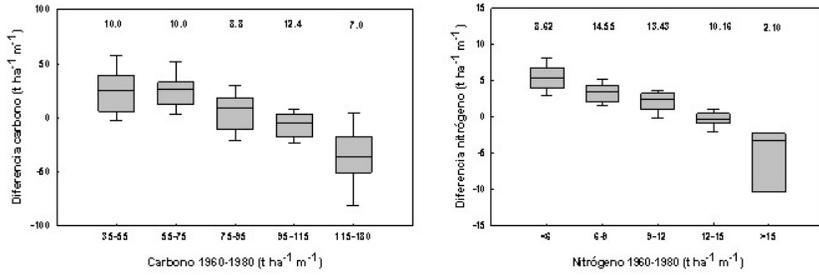
**Figura 4. Izquierda:** relación entre la capacidad de mineralización de nitrógeno durante el ciclo de trigo estimada por un modelo desarrollado localmente y el uso del suelo (datos muestreo 2007-08). **Derecha:** mapa de capacidad de mineralización durante el ciclo de trigo (promedio ponderado de las superficies cultivadas en fase pastura y agrícola).



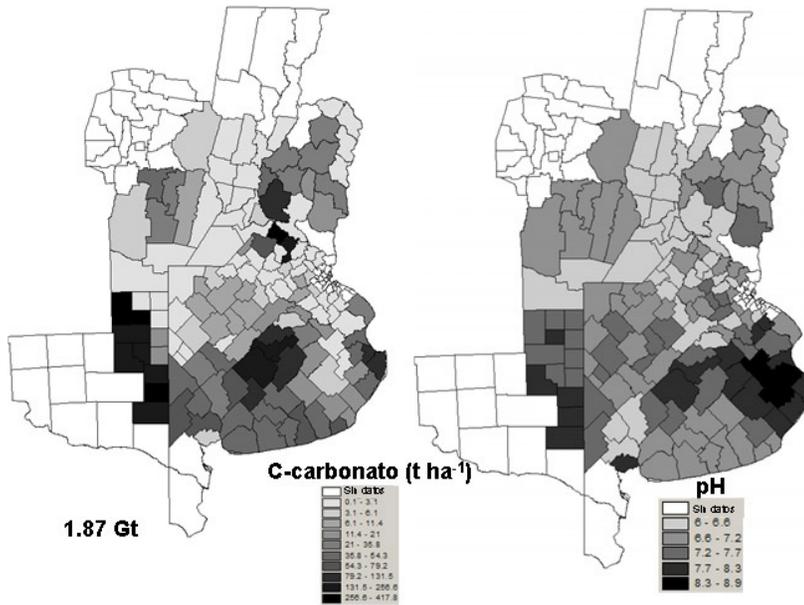
**Figura 5.** Relación entre el contenido de carbono y nitrógeno orgánicos observados y estimados por redes neuronales artificiales para todos los sitios y estratos de profundidad. Al no haber diferencias significativas en los ajustes entre los datos usados para training y validación se graficó la relación para todos los datos en conjunto. Performance de la red para carbono reelaborada con datos de Berhongaray et al. (2013).



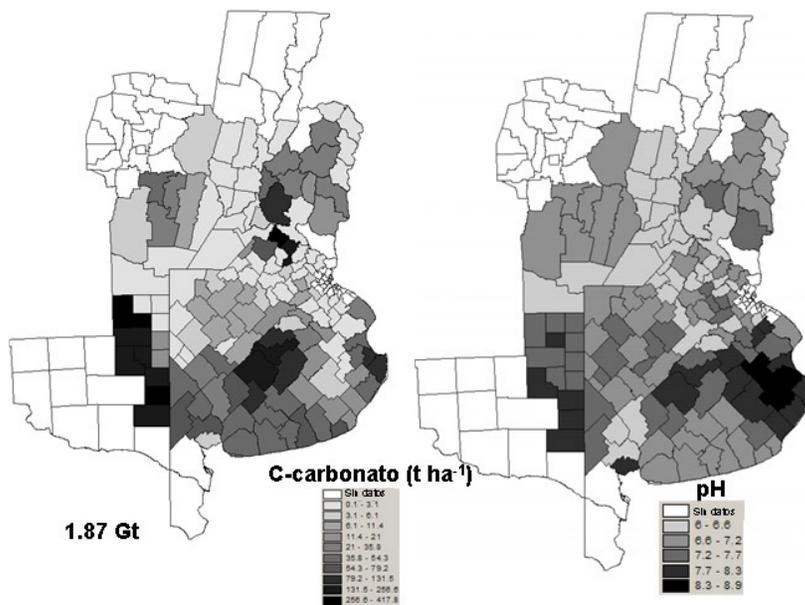
**Figura 6.** Contenidos de carbono orgánico hasta 1 m de profundidad de los suelos pampeanos a nivel partido estimados usando los mapas de suelo de INTA, basados en relevamientos realizados principalmente entre 1960 y 1980, y un relevamiento realizado en 2007-2008. Reelaborado sobre datos de Berhongaray et al. (2013).



**Figura 7.** Box plot (percentiles 5, 25, 50, 75 y 95 %) de los cambios en los contenidos de carbono y nitrógeno orgánicos de los suelos pampeano (muestreo 2007-08 – muestreo 1960-1980) en función de los niveles calculados usando los mapas de INTA del período 1960-1980. Los números sobre las cajas indican la superficie correspondiente a cada categoría (Mha). Los resultados para carbono se tomaron de Berhongaray et al. (2013).



**Figura 8.** Contenidos de carbono inorgánico y pH hasta 1 m de profundidad de los suelos pampeanos a nivel partido estimados usando los mapas de suelo de INTA, basados en relevamientos realizados principalmente entre 1960 y 1980. Los resultados de carbonato se tomaron de Berhongaray et al. (2013) y los de pH de De Paepe y Alvarez (2010).



**Figura 9.** Evolución estimada del nivel de carbono orgánico en el futuro de dos suelos de la Pampa Ondulada con diferente nivel inicial de carbono, calculada usando un modelo de balance de carbono basado en redes neuronales artificiales, para dos posibles rotaciones con diferente composición de soja (33 % de soja: trigo/soja de segunda-maíz y 66 % de soja: trigo/soja de segunda-maíz-soja de primera-soja de primera-soja de primera). La rotación actual en la subregión corresponde a 66 % de soja. El nivel de carbono del suelo no cultivado (precultivo) se calculó usando la red neuronal desarrollada en este trabajo para estimar carbono orgánico. La subfigura de la izquierda corresponde a suelos con un nivel promedio de carbono para la zona que en la actualidad es de 75 t C ha<sup>-1</sup> (0-50 cm); la subfigura de la derecha corresponde a suelos que actualmente tienen un nivel bajo de carbono de 50 t C ha<sup>-1</sup> (0-50 cm). Se asumió un incremento de la temperatura de 4 °C para fines del siglo XXI.

## **Bases anatómicas y fisiológicas relacionadas con la tolerancia a la inundación en plantas de los pastizales de la Pampa Deprimida**

**Ing Agr. Dr. Rolando J.C. León (Director)**

**Colaboradores:** Ing Agr. M Sc. Dr Pedro Insausti, Lic. Dr. Federico P.O. Mollard, Ing. Agr. Dr. Gustavo G. Striker, Biól. M Sc. Dra. Milena E. Manzur

Las inundaciones son disturbios naturales frecuentes que afectan el crecimiento de las plantas de los pastizales de la Pampa Deprimida de la provincia de Buenos Aires. En los últimos años se ha ganado conocimiento acerca de cuáles son los rasgos y mecanismos que confieren a especies gramíneas, y a algunas especies dicotiledóneas, tolerancia a este disturbio. En particular, se ha avanzado en el análisis del crecimiento de los órganos aéreos de las plantas bajo estrés anaeróbico por inundación, pero poco se sabe sobre el crecimiento de las raíces en suelo anegado. Este proyecto tuvo como objetivo principal examinar el crecimiento de raíces de especies gramíneas y dicotiledóneas herbáceas del pastizal en medio anaeróbico con relación a su capacidad de generar aerénquima, la pérdida radial de oxígeno, y las características de las capas externas de la corteza (i.e. deposición de suberina). Para ello se seleccionaron individuos de especies del pastizal representativas de los cuatro principales tipos de aerénquima, como *Paspalidium geminatum*, *Cyperus eragrostis*, *Rumex cris-*

pus y *Lotus tenuis*, y se los cultivó bajo un sistema de hidroponia aireado con solución nutritiva Hoagland por dos semanas para facilitar su aclimatación. Luego, dichas plantas fueron sometidas a dos tratamientos que representaron condiciones de crecimiento aeróbico (7.9 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>) y anaeróbico simulando inundación por estancamiento (0.5 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>) por un lapso de 10 días. Para cada especie se midió (i) el porcentaje de aerénquima sobre cortes histológicos, (ii) el patrón espacial de la pérdida radial de oxígeno (ROL) desde al ápice hacia la base de la raíz en 5 posiciones, (iii) la deposición de suberina en las capas externas de la corteza radical como posible barrera física previniendo la pérdida de oxígeno (ROL) hacia la rizósfera, y (iv) elongación de las raíces. Los resultados mostraron que la proporción de aerénquima en raíces aumentó en todas las especies bajo condiciones anaeróbicas (37% vs. 17% en *P. geminatum*; 54% vs. 29% en *R. crispus*, 38.5% vs. 16.9% en *C. eragrostis* y 55% vs. 44% en *L. tenuis*). Sin embargo, los patrones de pérdida radial de oxígeno (ROL) y de elongación radical variaron entre especies. Al respecto, se encontró que el ROL fue constitutivamente bajo en *P. geminatum* sin diferir entre tratamientos ni a lo largo de las distintas posiciones de la raíz. En esta especie, la deposición de suberina fue alta a lo largo de las raíces en ambos tratamientos. En *C. eragrostis* el patrón espacial de ROL mostró una mayor pérdida en el ápice bajo las dos condiciones de crecimiento, que fue disminuyendo hacia la base de la raíz. Dicha disminución fue mayor bajo condiciones de anaerobiosis a partir de los 3 cm de distancia desde el ápice ( $p < 0.05$ ; 106 vs. 44 ng.cm<sup>-2</sup>.min<sup>-1</sup> entre tratamientos), posición a partir de la cual se detectó una mayor deposición de suberina en la corteza externa bajo tratamiento de anaerobiosis.

En *R. crispus* y en *L. tenuis* la pérdida de oxígeno fue alta a lo largo de la raíz ( $> 100 \text{ ng.cm}^{-2}\text{.min}^{-1}$ ) en ambos tratamientos, registrándose a su vez, los menores valores de deposición de suberina como barrera a la pérdida de oxígeno. La tasa de elongación de las raíces, como variable integradora e indicadora del crecimiento radical no se vio afectada bajo condiciones de estrés anaeróbico en las especies gramíneas *P. geminatum* y *C. eragrostis* ( $p>0.05$ ) mientras que se redujo sensiblemente en las dicotiledóneas *R. crispus* y *L. tenuis* ( $p<0.01$ ; 64% y 45% menor tasa de elongación con respecto a los controles bien aireados, respectivamente). En conclusión, si bien todas las especies fueron capaces de generar tejido aerenquimático en sus raíces, solo las gramíneas fueron capaces de mantener la tasa de elongación de sus raíces. Esto estaría relacionado con la baja pérdida de oxígeno hacia la rizósfera que presentan estas especies como resultado de la presencia – constitutiva o inducida – de suberina en la corteza externa radical que actuaría como barrera a la salida de oxígeno de la raíz. Así, el mantenimiento del crecimiento de las raíces bajo condiciones de inundación les brindaría a las especies gramíneas ventajas para continuar con la exploración de suelo y con la absorción de agua y nutrientes durante eventos de anegamiento del suelo.

