

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

A N A L E S

TOMO LXVII

2013



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 LXVII

2013



**BUENOS AIRES
REPÚBLICA ARGENTINA**

CONTENIDO

PAG.

Scoppa CO. Acto de homenaje con motivo de cumplirse el centenario del nacimiento de los Académicos Ings Agrs Milán J. Dimitri, Manfredo A. L. Reichart y Dr Carlos T. Rosenbusch. Discurso de Apertura del Sr Presidente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Dr Carlos O. Scoppa	7-10
León RJC. Ing Agr Milán Jorge Dimitri. Centésimo aniversario del natalicio	11-14
Casas RR. Semblanza y homenaje al Académico Ing Agr Manfredo A.L. Reichart.	15-20
Casas RR. Semblanza y homenaje al Académico Ing Agr Manfredo A.L. Reichart.	21-24
Gimeno Eduardo J. Premio "Al Desarrollo Agropecuario" Versión 2012. Palabras del Académico Dr Eduardo J. Gimeno en representación del Presidente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Dr. Carlos O. Scoppa.	25-27
Blanco ME. Palabras introductorias	27-29
Gimeno Eduardo J. Palabras del Académico Dr Eduardo J. Gimeno en representación del Jurado	30-32
Bell A. Mensaje del Consejo de Administración de FUCOFA referido a la entrega del Premio "Al Desarrollo Agropecuario" leído por el Ing Alfredo Bell	33-35
Bartosik R. Secado y Calidad de Maíz	37-47
Cirilo AG & Izquierdo NG. El ambiente y el manejo del cultivo afectan la dureza del grano de maíz	49-57
Depetris G J. Valor nutricional del grano y ensilaje de maíz en la alimentación de bovinos para carne.	59-68
Eyhérbide GH. Determinantes genéticos de la calidad de maíz	69-81

	PAG.
Izquierdo NG & Cirilo AG. Usos del maíz. Efectos del ambiente y del manejo sobre la composición del grano	83-92
Lagomarsino H. Uso de maíz grano y silaje en sistemas lecheros del Sur de Córdoba	93-113
Scoppa CO. Apertura del acto de la conferencia del Ing Agr Julián Cámara Hernández por el Presidente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Dr Carlos O. Scoppa	115-116
Cámara Hernández J. Un recurso para el futuro: la agrobiodiversidad de los maíces nativos de la Argentina	117-136
Scoppa CO. Apertura del acto de la conferencia del Dr Rodolfo J. Cantet por el Presidente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Dr Carlos O. Scoppa.	137-138
Cantet RJC. La otra carne de la historia: mejoramiento genético en Brangus y Braford en Argentina	139-160
Scoppa CO. Apertura por el Sr Presidente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Dr Carlos O. Scoppa de la Sesión Publica Extraordinaria de Incorporación del Académico de Número, Dr Alberto Carugati.	161-165
Cerrizuela E. Los tratados sobre temas agropecuarios en la historia de Inglaterra	167-191
Gómez N. Presentación como Académico de Número del Dr Alberto J. Carugati	193-213
Cucchi N J A. Contribución a la evolución fitosanitaria de la producción agrícola cuyana en los últimos cincuenta y cuatro años (1959 – 2013)	215-235
Scoppa CO. Resultados de Proyectos: Modelos Experimentales para el Estudio de la Patogenia de la Muerte Embrionaria en Tricomonososis Bovina y Herpesvirosis Equina. Apertura del acto.	237-238

	PAG.
Galosi CM et al. Modelos experimentales para el estudio de la patogenia de la muerte embrionaria en tritrichomonos bovinos y herpesvirosis equina	239-332
Scoppa CO. Sesión Extraordinaria. Apertura para la disertación del Lic. Jorge García González por el Sr. Presidente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Dr. Carlos O. Scoppa	333-335
García González J. Conferencia. La Salud del Suelo y la Seguridad Alimentaria	379-382
Scoppa CO. Apertura acto de Incorporación del Académico Correspondiente, Dr. Alberto Guglielmone por el Señor Presidente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Dr. Carlos O. Scoppa	383-388
Gimeno EJ. Incorporación del Académico Correspondiente, Dr. Alberto Guglielmone. Presentación por el Académico de Número Dr MV Eduardo J. Gimeno	389-397
Guglielmone, AA . Las garrapatas (Ixodidae) de la Argentina como parásitos de los vacunos y el hombre.	399-403
Nome S. Presentación del Académico Correspondiente, Ing. Agr. (PhD) Sergio Luis Lenardón por el Ing. Agr. Sergio Nome	405-408
Scoppa CO. Apertura del acto de incorporación del Académico Correspondiente en Córdoba, Dr. Carlos A. Guzmán por el Señor Presidente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Dr. Carlos O. Scoppa	409-413
Scoppa. Apertura de la Sesión Pública Extraordinaria para la entrega del premio Fundación Manzuolo, versión 2013, por el Señor Presidente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Dr. Carlos O. Scoppa	415-420
Carrillo B. Presentación de la Dra. Bibiana Brihuega, por el Señor Académico Dr. Bernardo J. Carrillo, en representación del Jurado del Premio.	421-427

PAG.

Brihuega B. Importancia de la leptospirosis en el sector ganadero y en la salud pública en Argentina	329-432
Scoppa CO. Apertura del Acto de entrega del Premio Fundación Pérez Companc, versión 2013, por el Presidente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Dr. Carlos O. Scoppa	329-432
Hecker YP et al.. Premio Pérez Companc, versión 2012 Disertación Desarrollo de una vacuna experimental para la prevención de la neosporosis bovina.	433-456
Scoppa CO. Premio Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. Apertura del acto de entrega del Premio ANAV, v. 2011, al Programa de Postgrado en Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional del Sur	457-461
Scoppa CO. II Encuentro Interacadémico Rioplatense sobre Riesgos Emergentes y Reemergentes Asociados a la Producción de Alimentos, Buenos Aires, 29 de noviembre de 2013. Apertura.	463-468
Dr. Hebert Trenchi. II Encuentro Interacadémico Rioplatense sobre Riesgos Emergentes y Reemergentes Asociados a la Producción de Alimentos. Salmonelosis: Uno de los Agentes de Enfermedades Transmitidas por Alimentos que Desafía a la Industria Avícola	469-490
Scoppa CO. Sesión Pública Extraordinaria de Incorporación del Académico Correspondiente en Francia Dr. Bernard Vallat. Apertura por el Sr Presidente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Dr Carlos O. Scoppa.	491-495
Gimeno Emilio J. Presentación del Dr. Bernard Vallat como Académico Correspondiente en Francia 4 4 143	497-499
Vallat B. El rol de la OIE en la educación veterinaria	501-515

Acto de homenaje con motivo de cumplirse el centenario
del nacimiento de los Académicos Ings Agrs Milán J. Dimitri,
Manfredo A. L. Reichart y Dr Carlos T. Rosenbusch
Buenos Aires, 12 de setiembre de 2013

Discurso de Apertura del Sr Presidente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria Dr Carlos O. Scoppa

Distinguidos Señoras y Señores, si solamente y nada menos que ese dirigirme a ustedes, como lo hago siempre en escenarios como este, donde la atmósfera que todo lo domina es la gratitud y la conmoción que surge de la admiración, los títulos y las representatividades no cuentan, están de más.

Y esto es aun mas necesario porque en esta tierra de los homenajes cómodos y donde el olvido cubre demasiado rápido las lápidas de aquellos que hicieron, se tiende con mayor razón y justicia este recuerdo entusiasmado para esos universitarios nobles y sobresalientes dotados de un espíritu y vocación de servir con la inteligencia superior de la que fueran dotados.

Y es, precisamente, con ese sentimiento que hoy la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria se reúne en Sesión Publica Extraordinaria para rendir incuestionable, justo, emocionado y reverente homenaje a tres distinguidos cofrades que honraran a la corporación, los Ings Agrs Milán Dimitri y Manfredo Reichart y el Dr Carlos Rosenbusch, los cuales posibilitaron cumplir mas acabadamente con las obligaciones que la sociedad nos asigna.

Reitero también que el espíritu que nos convoca es un acto en honor, de veneración a tres personas, pero es siempre juramento solemne de fidelidad que se le hace a alguien superior.

Y es con esta última acepción que nuestra Academia se une a esta consideración, pretendiendo ser devota y leal a su ideario y a su prospectiva.

Al discernirle este tributo, que es aplauso por lo que realizaron y estímulo para el devenir, nos congregamos en este augusto salón con la promesa de continuar transitando sin declinaciones, por encima de la ansiedad de nuestras propias preocupaciones y desvelos, para fecundar las acciones felices derivadas de las especulaciones del espíritu, de la ciencia y el trabajo que ellos nos señalaran para continuar dando motivos para el aplauso y la imitación.

Es que, si a los vivos se les debe respeto, a los muertos solo verdad, y si sus voces callaron con la muerte, su ejemplo y sus enseñanzas nos siguen hablando.

Es que ellos nos orientaron para ver esa la realidad mudable y compleja, que es la vida, estimulándonos para la acción, que debe ser la finalidad de toda investigación científica por lo que los estamos evocando con fidelidad y gratitud auténticas.

Hundieron su sandalia peregrina en las arenas de una encumbrada ciencia por la que deambularon místicamente y así repletos de merecimientos llegaron a la Academia a la cual se brindaron sirviéndola con idénticos procederes y lealtades.

Sus esfuerzos no fueron fútiles y las huellas de sus existencias perduran palmarias y enérgicas para que podamos seguirlas recogiendo las enseñanzas que se desprenden de su savia y su faena.

Gracias Cofrades que ya no están, pero que no obstante subsisten, y que nos permiten, en estas ceremonias espontáneas y pulsadoras, mirar hacia un futuro promisorio recordando a esas grandes generaciones de ciudadanos y académicos que honraran nuestra República.

Acto de homenaje con motivo de cumplirse el centenario
del nacimiento de los Académicos Ings Agrs Milán J. Dimitri,
Manfredo A. L. Reichart y Dr Carlos T. Rosenbusch
Buenos Aires, 12 de setiembre de 2013

Ing Agr Milán Jorge Dimitri Centésimo aniversario del natalicio

por el **Ing Agr Rolando León**

Estamos reunidos para recordar a algunos de los académicos que nos precedieron y personalmente tengo el honor de evocar al Ing. Agr. Milán Dimitri.

Durante la segunda mitad de la década del 1950 compartí con el Ing. Agr. Dimitri el mismo lugar de trabajo: el Pabellón de Genética de la FAUBA. Allí trabajábamos ambos como Jefe de Trabajos prácticos en dos Cátedras muy relacionadas. Él en la de Botánica Agrícola del Ing Lorenzo Parodi adonde se iniciaba en la docencia. Yo en la de Fisiología y Fitogeografía, del Ing Alberto Soriano. Se había recibido en 1943 en esta Facultad pero ya había trabajado en el laboratorio de Botánica del ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación desde 1937, oportunidad en que se alejó de la empresa citrícola de sus padres en Entre Ríos.

Allí fui testigo de sus tareas en la colaboración que le brindaba al Ing Agr Lorenzo Parodi en la preparación de la obra "Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería" que llenó un vacío tan importante en agronomía del país. Respecto de su labor docente viví desde muy cerca la admiración y el apego que generaba en muchos de sus alumnos. Los más activos entre ellos experimentaban el mismo entusiasmo que Parodi nos despertaba en 1952, 10 años antes cuando siendo sus alumnos, nos hacía trabajar

determinando las plantas del Jardín Botánico, probando las claves que él y sus colaboradores preparaban para el reconocimiento de la flora cultivada.

Dimitri continuaba esa meticulosa tarea de prueba de las nuevas claves sistemáticas, y probablemente basadas en las que Bailey publicó en New York en 1949, fue el autor de la mayor parte de los capítulos de la citada obra que finalmente apareció en 1959. Fue una obra de consulta obligada, en nuestro país y en los vecinos. Sus 2 reimpresiones lo tuvieron a Dimitri como director, merecieron el elogio de otro gran botánico el Ing Agr Arturo Burkart que también fue su cofrade cuando Dimitri fue designado Académico de Número de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria en el año 1984.

El Ing Orfila, quién compartió con él la docencia en la Cátedra de Parodi, fue tal vez su discípulo mas cercano. Con él trabajó cuando se desempeñó como investigador del CONICET, en la Cátedra de Dasonomía de la Facultad de Agronomía de la UBA.

Milán Jorge Dimitri, nació en Buenos Aires, el 3 de febrero de 1913, cuando contaba dos años su familia se trasladó a Punta Arenas, Chile, adonde realizó sus estudios primarios y secundarios en colegios salesianos.

De nuevo en la Argentina, la familia se radicó en Concordia, donde tenían productos de granja y cultivaban cítricos.

En 1937, a los 24 años se emplea en Buenos Aires como ayudante técnico en el "Laboratorio de Botánica C. Spegazzini" del "Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación", comienza así su amor por la Botánica. Con el Ing Agr Clos se ocupa de la descripción de árboles y arbustos plantados en la ciudad y publica un trabajo que estudió las razones climáticas de la distribución del mandarino en Argentina.

En 1943 obtuvo el título de Ingeniero Agrónomo en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad de Buenos Aires.

Fue jefe de la "División Sistemática" del "Instituto de Botánica Agrícola" del MAG de la Nación, hasta 1953; Director de "Protección de la Naturaleza en Parques Nacionales" de 1953 a 1969, donde promueve la realización de un herbario de las floras de los Parques Nacionales Argentinos. Allí publica entre otras obras una hermosa flora ilustrada de los Parques Nacionales Andino -Patagónicos.

En 1955 inicia la carrera docente universitaria en la UBA, como ya lo mencionara. Desde 1961 a 1978 fue Profesor Titular Ordinario de la Cátedra de Morfología y Sistemática Vegetal de la Facultad de Agronomía de la Universidad de La Plata, de la cual llega a ser Decano y luego Profesor Emérito. También fue Rector de la Universidad Nacional de Río Cuarto y Decano Fundador de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Morón.

Fue becario de la Fundación Guggenheim en 1962, gracias a la cual realizó estudios en Colorado State University de Fort Collins, sobre procesos de sucesión vegetal en bosques montanos. Con esa temática aparecieron numerosos artículos suyos en "Anales de Parques Nacionales", "New Zealand J. Bot.", "Anales Instituto de la Patagonia de Punta Arenas", y "Anales de la Sociedad Científica Argentina". En esta sociedad organizó campañas de estudios en Islas Malvinas entre 1974 y 1979.

Fue promotor y autor de proyectos de creación de parques y de reservas nacionales, Parque Nacional El Palmar en Colón, Entre Ríos; Parque Nacional Lihué Calel en La Pampa y Reserva Natural Formosa.

A partir de 1989, se dedicó a escribir el "Índice dendrológico de la Flora Argentina", comenzado por Julio A. Castiglioni y Arturo Ragonese, para reemplazar el "Índice de la flora leñosa

argentina” de F.E. Devoto y M. Rothkugel, terminándolo en 1993, estando inédito.

Publicó más de 100 títulos, especialmente en el área de la botánica y parte de ellos con énfasis en los aspectos ecológicos y de conservación de la naturaleza.

Fue Académico Correspondiente de la Academia Nacional de Ciencias de Buenos Aires, Miembro Correspondiente del Instituto Ecuatoriano de Ciencias Naturales de Quito, y Académico de Número de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria de Argentina.

Falleció en la localidad de Florida, Provincia de Buenos Aires, el 21 de febrero de 1994 a los 81 años de edad, lamentablemente parte de su obra se encuentra aún inédita.

Acto de homenaje con motivo de cumplirse el centenario
del nacimiento de los Académicos Ings Agrs Milán J. Dimitri,
Manfredo A. L. Reichart y Dr Carlos T. Rosenbusch
Buenos Aires, 12 de setiembre de 2013

Semblanza y homenaje al Académico Ing Agr Manfredo A.L. Reichart

por el **Ing Agr Roberto R. Casas**

Tengo el honor de haber sido designado por la Academia para efectuar una semblanza en homenaje a un hombre extraordinario de la Agronomía Argentina: el Profesor Ing Agr Manfredo Alberto Leopoldo Reichart.

Nació en la ciudad de Campana, Provincia de Buenos Aires, el 25 de febrero de 1913. Cursó sus estudios en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad de Buenos Aires, graduándose con Medalla de oro y Diploma de Honor al mejor promedio del curso 1933 -1936, con el título de Ingeniero Agrónomo.

Recién finalizada su carrera universitaria, obtuvo una beca para realizar estudios de especialización en Edafología en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Milán y luego en el Instituto de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Berlín, bajo la dirección de los profesores Patrolongo y Kuron. Su formación, se completó con visitas a centros de investigaciones agronómicas en Austria y Suiza.

A su regreso de Europa, a principios de 1939 comenzó a desarrollar su carrera docente en la Facultad de Agronomía de la UBA, siendo designado Jefe de Trabajos Prácticos de Agricultura General y Encargado del Laboratorio de Edafología Agrícola del Instituto de Química e Investigaciones Agropecuarias.

En 1940 fue designado en el cargo de Jefe de Trabajos Prácticos de Edafología Agrícola, desarrollando a partir de este momento actividades y desempeñando cargos de responsabilidad creciente, tanto en investigación como en docencia.

En 1945 obtuvo la adscripción en la Cátedra de Edafología Agrícola, hasta obtener en abril de 1948 la designación como Profesor Titular de la misma, con 35 años de edad. Hacia mediados de 1945 obtuvo una beca de la Fundación Rockefeller que le permitió obtener en 1946 el grado de Master Science en la especialidad Suelos en la Universidad de Cornell en Ithaca, Nueva York, Estados Unidos de América, de la cual recibió la Llave de Oro. Al término de sus estudios, la misma Fundación le subvencionó una gira para visitar diversas instituciones del Norte, Centro y Sudamérica, que abarcó 9 países y 37 instituciones, que le permitió ampliar sus conocimientos y tomar contacto con autoridades científicas de relevancia mundial en el campo de la edafología. Durante esta gira se destaca la visita a prestigiosas Universidades de los EEUU tales como las de Michigan, Cornell, Wisconsin, Purdue, Louisiana, Florida, Ohio y al servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de ese país. La gira la completó con visitas a Facultades de Agronomía y Centros Internacionales de Investigación de Méjico, Guatemala, Honduras, Costa Rica, Colombia, Perú y Chile.

Durante su proficua etapa en la Universidad, dictó innumerables cursos de formación, investigación y divulgación asumiendo también diversas responsabilidades y cargos como Profesor Titular de Edafología Agrícola, Director de Publicaciones, Consejero Académico, Vicedecano y Vicedecano en ejercicio de Decanato, al tiempo que cumplió diversas comisiones ante organismos y

participación en Congresos y Conferencias en el país y en el exterior.

Fuera del ámbito universitario el Ing Reichart también tuvo una actuación destacada en la actividad privada y oficial desempeñándose como Asesor Técnico de Suelos y Fertilizantes en la firma Pindapoy SA, en el período 1942 -1968, como Asesor Técnico de la Gerencia Departamental de Colonización del Banco de la Nación Argentina en el período 1952 – 1956 y como Director del Departamento de Suelos del Instituto Agro-Técnico – Económico de Misiones (IATEM) en 1957.

Desde 1957 y hasta su retiro se dedicó al ejercicio libre de su profesión realizando numerosos estudios y asesoramientos sobre fertilidad, manejo y conservación de suelos, fundamentalmente en la región subtropical de la Argentina y otros países del Cono Sur, como consultor o asesor de organizaciones de planificación nacionales, provinciales y privadas.

Por todo este destacado conjunto de virtudes tanto profesionales como personales, el Ing Agr Manfredo Reichart fue designado por esta Academia como Académico de Número en 1974 y Académico Emérito en 2001.

Su vasto conocimiento de la especialidad, así como su experiencia profesional los plasmó mediante la autoría de numerosos trabajos entre los que se destacan “El suelo: complejo mecanismo de producción”; “Análisis de los factores básicos que afectan la productividad de los suelos tropicales cultivados de Misiones” “El factor suelo en el desarrollo de la Agricultura y Ganadería Argentina” y “Conceptos y reflexiones sobre la fertilidad del suelo y nutrición de las plantas”.

Sus estudios sobre la dinámica y toxicidad del aluminio y el manganeso en relación al grado de acidez de los suelos Misioneros efectuados en la década de los 70, basados en un muestreo de numerosos ensayos y lotes de productores, mantienen hoy plena vigencia, constituyendo un auténtico modelo de cómo se plantean soluciones agronómicas para aumentar la productividad de los suelos a partir de la aplicación del conocimiento científico.

Su sobresaliente formación académica, su gran capacidad docente y la hombría de bien que lo distinguían fueron referencia ineludible para sus alumnos privilegiados de entonces, constituyéndose en el referente de la Ciencia del Suelo en el país durante casi medio siglo. Justamente uno de sus alumnos, el Académico Ing Agr Lucio Rea lo recuerda como un docente ejemplar por la claridad de sus exposiciones y la profundidad con que analizaba las temáticas abordadas, lo cual determinaba siempre una nutrida, asistencia a sus clases y la atención permanente de sus alumnos. Era un examinador justo, serio y previsible: para aprobar Edafología había que saber y no recuerda a nadie quejarse por haber sido aplazado injustamente ni ufanarse de haber aprobado la materia porque la suerte le había sonreído.

Desearía finalizar este homenaje con un párrafo extraído de las palabras pronunciadas por el entonces Presidente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Dr Antonio Pires en ocasión de la incorporación a la Academia del Ing Reichart en 1974, por considerar que define en muy pocas palabras su personalidad, virtudes y talentos. Decía el Dr Pires: "sus manos habían recibido la medalla de oro del curso 1933 – 1936 y el diploma de honor. Hoy recibirá medalla y diploma. También ocupará la tribuna. Trae consigo otro mensaje: el de su madurez. Estos galardones nos

dicen que las luchas de Reichart sirvieron a la humanidad y al país; que sus derrotas fueron fuente de energía e instrumentos de perfeccionamiento, de fortaleza; que hizo el gran esfuerzo en la dirección debida y que tal esfuerzo continúa con igual vigor; nos dicen que dignificó el trabajo con su conducta y su talento; nos advierten que hoy llega a la Academia un hombre curioso, dúctil y tenaz, que busca con arte, paciencia y sabiduría el porqué de las cosas ofreciendo soluciones de bien público”

El Académico Profesor Ing Agr Manfredo Reichart ha constituido un ejemplo de vida, de tenacidad, de fortaleza, de ética y en definitiva de sabiduría, que sin duda constituye el legado máspreciado de un hombre.

Muchas gracias

Acto de homenaje con motivo de cumplirse el centenario
del nacimiento de los Académicos Ings Agrs Milán J. Dimitri,
Manfredo A. L. Reichart y Dr Carlos T. Rosenbusch
Buenos Aires, 12 de setiembre de 2013

**Dr M.V. Carlos Teobaldo
Rosenbusch (1913–2003)
Centésimo aniversario del natalicio**

por la **Dra. Nélica V. Gómez**

Carlos Rosenbusch fue hombre de rara modestia y vida retirada al que costaba hacerlo frecuentar otros ámbitos diferentes del Instituto; le encantaba el paisaje montañoso de Bariloche y acercarlo a la Academia no fue trámite fácil. Esa misma humildad y austeridad fue lo que intentó reflejar en todos los momentos de su vida.

Fue un trabajador incansable, no tenía sábados ni domingos, él decía “hay que trabajar como si fuera el último día de nuestra vida”. Era demandante de sus ayudantes y colaboradores diversos y un singular diseñador de protocolos de investigación que llamaban la atención y que tenían que ver con su formación.

A la muerte del Dr Francisco Rosenbusch en 1969, su padre, el Dr. Carlos Rosenbusch se puso al frente del Instituto. Las siguientes tres décadas, tiempo que duró su presidencia, estuvieron signadas por un crecimiento sostenido del laboratorio en el mercado nacional y también en el extranjero. En dicho período se desarrollaron diversos productos para la sanidad animal, entre

ellos una vacuna de peste porcina clásica que aún hoy se está empleando en Perú a los efectos de erradicar esta enfermedad.

El lema del Dr. Carlos Rosenbusch para el laboratorio era “diagnóstico y extensión”. No permitía que quienes dieran charlas nombraran los productos del laboratorio, no elaboraban prospectos de sus productos, en fin no tenía una mentalidad industrial sino que sus objetivos giraban en torno del servicio y la calidad de los productos. Estuvo muy interesado en el control de la carne que se vendía y fue un pionero (1986) en la búsqueda de priones en carnes para evitar la entrada de la “vaca loca” a nuestro país.

Siendo él director del Instituto se desarrolló un sistema de calificación de las carnes, al que llamó Pampa mía y por el cual se otorgaba una calificación a la carne, con lo que los compradores podían elegir un mejor producto, fruto de un mejor trabajo de producción y sanidad.

El Dr Carlos T. Rosenbusch fue electo Académico de Número en 1994, y ocupó el Sitial N° 6 hasta que en 1998 pasara a la categoría de Académico en Retiro debido al quebranto de su salud. Como se dijera antes, era hijo del recordado maestro Don Francisco Rosenbusch que también había ocupado un Sitial, el 26, en nuestra Academia.

Carlos T. Rosenbusch, T por Teobaldo y éste por la gran amistad personal de su padre con Theobald Smith, un norteamericano que aclaró el gran problema etiológico de la “Texas Fever”.

Hizo sus estudios primarios y secundarios en la Argentina y universitarios en Estados Unidos, en la Escuela de Veterinaria del Estado de Iowa, en Ames, se graduó en 1936 y obtuvo su PhD en 1938. Comenzó también estudios de Agronomía que, según nos dijo textualmente, eran mucho para él, pero que dejaron cierta

impronta en su amor por las plantas a las que personalmente cuidaba hasta sus días finales, entre ellas orquídeas. En la planta del Instituto, gran cantidad de árboles que se encuentran en la entrada fueron plantados por él en persona.

El impulso de ampliar conocimientos lo llevó al Instituto Rockefeller en Princeton, sin duda un lugar selecto, y posteriormente también a la Universidad de Baltimore y al Instituto de Biología Marina de Woodshole, en Massachussets, otro lugar de primera línea.

Ya en Ames, encontró su vocación y predilección por la Microbiología, y comenzó su relación con el mundo microbiológico en la persona de Merchant que junto con Shope, Sabin, Ten Broeck y Baker contribuyeron a completar su preparación por la que a posteriori sería su línea profesional. Con Merchant, por ejemplo, pusieron orden en el Género *Pasteurella*, y debemos agradecerlo pues, hasta ese entonces, una serie de padecimientos animales de importancia patológica de gran repercusión comercial eran asignados a una variedad de gérmenes, cosa que, luego de los trabajos de Merchant y Rosenbusch, quedó aclarado y cesaron polémicas de acritud poco vista y ya no más repetidas.

Es importante destacar que en ocasión del gran brote de Fiebre Aftosa ocurrido en México en 1946-1950, que causó grandes estragos a la ganadería mexicana y constituyó un enorme peligro para la pecuaria estadounidense dada las características intrínsecas de la enfermedad, la naturaleza del terreno, la idiosincrasia de la población y lo extenso de la frontera, Carlos Rosenbusch estuvo allí, observando y colaborando, y el laboratorio de Buenos Aires, elaboró una vacuna antiaftosa que fue ofrecida y utilizada en la segunda etapa de lucha antiaftosa cuando la vacunación sucedió al sacrificio de enfermos.

Entre sus trabajos más destacados se encuentran:

Rosenbusch CT, Merchant IA. 1939. A Study of the Hemorrhagic Septicemia Pasteurellae. *J Bacteriol*, 37 (1, Jan): 69-89. PubMed PMID: 16560189; PubMed

Rosenbusch CT, Shope RE. 1939. The antibody response to swine influenza. *J Exp Med*, 69 (4, Mar 31): 499-505.

Rosenbusch CT, Lucas AM. 1939. Studies on the pathogenicity and cytological reactions of the submaxillary gland virus of the guinea pig. *Am J Pathol*, 15 (3, May): 303-340.

Rosenbusch CT, Decamps A, Gelormini N. 1948. Intradermal foot-and-mouth disease vaccine; results obtained from the first million head of cattle vaccinated. *J Am Vet Med Assoc*, 112 (850, Jan): 45-47.

Sieiro F, Rosenbusch C. 1952. Comparative immunity experiments in cattle using live vaccines prepared from agglutinogenic and nonagglutinogenic *Brucella abortus* strains. *Am J Vet Res*, 13 (49, Oct): 476-85. PubMed PMID: 12996766.

Finalmente, quisiera destacar que me siento muy honrada de ocupar el sitio previamente detentado por este profesional notable, con esta personalidad que he querido destacar y esta capacidad de trabajo que lo llevó a aportar grandes avances en diversos productos que mejoran la sanidad animal. Agradezco al Dr Balestrini quien supo explicarme como era Carlos Teobaldo Rosenbusch para poder expresarlo en este mensaje de homenaje en el centenario de su natalicio.

Premio "Al Desarrollo Agropecuario", Versión 2012
Sesión Pública Extraordinaria
Paraná, 16 de mayo de 2014

**Palabras del Académico Dr Eduardo J.
Gimeno en representación del Presidente
de la Academia Nacional de Agronomía
y Veterinaria, Dr. Carlos O. Scoppa**

Sr Presidente de la Fundación para la Lucha Contra la Fiebre Aftosa (FUCOFA), Ing Alfredo Bell

Señores Miembros del Comité Ejecutivo de la FUCOFA

Autoridades

Señoras y señores

Razones de fuerza mayor han impedido al Presidente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, el Dr Carlos O. Scoppa, viajar a la Ciudad de Paraná y presidir esta Sesión Pública Extraordinaria destinada a entregar el Premio "Al Desarrollo Agropecuario" Versión 2012 a la Fundación de Lucha Contra la Fiebre Aftosa de la Provincia de Entre Ríos. En mi condición de Académico de Número nuestro Presidente me ha honrado con la responsabilidad de representar a la Academia en esta circunstancia.

Como ya fue mencionado, nuestra Academia se constituyó en 1910 y pasaron muchas cosas en más de un siglo de muy rica historia. Los cuarenta sitios fueron ocupados por destacados especialistas en múltiples disciplinas relacionadas con la agronomía, la medicina veterinaria y la producción animal.

Entre los hitos relevantes que podríamos destacar la sostenida apertura hacia el interior del país implementada por el Dr Antonio

Pires, que presidió la Academia entre 1974 y 1985. Se realizaron múltiples actividades conjuntas con instituciones del interior de la República y se aumentó el número de premios.

Esa tendencia de apertura, fue profundizada durante la gestión del Dr Norberto Ras. Durante su presidencia se consolidaron Comisiones Académicas Regionales que nuclean los miembros correspondientes de las diferentes regiones del país. La Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria es la Academia Nacional del país que ha avanzado más en la tarea de nuclear a los académicos correspondientes nacionales, en cinco Comisiones Académicas Regionales, que funcionan activamente para el Noroeste, Cuyo, Noreste, Sur y Centro del país, con programas académicos independientes, dentro del reglamento especial

que las rige. El número de académicos correspondientes designados lejos de la sede central coincide con la distribución geográfica de la población del país y su actividad cultural y científica.

Desde 1932, el esfuerzo y dedicación de varios Académicos que han integrado la Comisión de Publicaciones, ha permitido publicar centenares de artículos, conferencias, noticias, homenajes en los Anales de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria y una serie de libros de gran interés y utilidad.

La Academia actual está experimentando una excitante y trascendental transformación. Desde hace pocos años tenemos nuestra página en Internet, muy consultada y fácilmente localizable con los buscadores usuales, que brinda una enorme cantidad de información sobre personas y actividades de la Academia, tanto en lo que se refiere al pasado como al presente. Esta es una asombrosa realidad que nos apabulla aún a nosotros mismos. Es así que desde hace pocas semanas la totalidad de los artículos de

Anales de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, desde 1932 hasta la actualidad, puede ser consultada por Internet desde cualquier lugar del país y del mundo. Y la tecnología nos seguirá dando sorpresas: algunos Académicos ya están estudiando la transmisión en simultáneo y en diferido por Internet de las Sesiones Públicas de la Academia.

En resumen la Academia es una corporación más que centenaria, muy rica en tradiciones y, al mismo tiempo, llena de vida. La consigna central es la misma que impulsó a los Grandes Maestros que nos precedieron: servir a la sociedad desde las ciencias agronómicas y veterinarias.

Premio "Al Desarrollo Agropecuario" Versión 2012
Sesión Pública Extraordinaria

Palabras introductorias

Por **María Eugenia Blanco (FUCOFA)**

La Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria fue creada en 1910, como dependencia de la Universidad de Buenos Aires. Recién en 1925 se convirtió en una entidad autónoma, pública, no estatal, autorizada a reunir entre veinte y cuarenta personalidades en dichas ciencias, además de un número abierto de académicos correspondientes nacionales y extranjeros.

Para cumplir sus objetivos, la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria congrega hoy a un conjunto de personas con una actuación distinguida como: estudiosos, investigadores,

publicistas, extensionistas, políticos, diplomáticos, educadores, funcionarios, profesionales prácticos y otras variadas formas de servir a la humanidad a través del protagonismo en las ciencias agronómicas y veterinarias.

Como parte de las actividades de la Academia, un programa científico lleva apoyadas ya decenas de proyectos de investigación coordinados y dirigidos por los académicos con grupos de colaboradores, cuyas conclusiones son discutidas y publicadas.

Todas las actividades son cumplidas por la Academia independientemente o en sociedad con otras Academias Nacionales, institutos universitarios, de investigación y desarrollo e instituciones privadas que comparten preocupaciones, en diversos puntos del país.

La Academia distribuye periódicamente trece premios, según reglamentos establecidos, en diversos sectores de su campo científico.

El Premio "al Desarrollo Agropecuario" es otorgado cada dos años, en años pares, a personas o instituciones que se destacan por sus valiosas contribuciones en el desarrollo agrícola, según su especialidad. En su edición 2012 fueron parte del jurado de este premio los Ingenieros Ángel Marzocca, Antonio J. Calvelo, Roberto Casas, Alberto de las Carreras y el Dr. Emilio J. Gimeno.

La Fundación para la Lucha contra la Fiebre Aftosa fue creada en el año 1991 por tres entidades representativas de los productores de la provincia: el Consejo Delegado Entre Ríos de Federación Agraria, la Federación de Asociaciones Rurales de Entre Ríos (FARER) y la Federación de Cooperativas Entrerrianas (FEDECO). El objetivo fue el de administrar los planes de sanidad animal en la provincia de Entre Ríos.

En estos más de 20 años de existencia, FUCOFA ha desarrollado un modelo de gestión basado en tres pilares fundamentales: la participación de los productores en las decisiones; la solidaridad y la excelencia técnica.

Luego de obtener su personería jurídica el Gobierno delegó a la FUCOFA la administración e implementación de las campañas de vacunación antiaftosa. Como resultado de este modelo de trabajo implementado y la articulación entre el sector público y privado, se obtuvo como logro principal la erradicación de la fiebre aftosa de la provincia de Entre Ríos.

Además de la vacunación antiaftosa, FUCOFA ofrece vacunación para brucelosis, un plan de control y erradicación de la garrapata común del ganado bovino; laboratorio y trazabilidad. El equipo técnico en la provincia cuenta en la actualidad con 282 vacunadores; y 34 veterinarios a cargo de las coordinaciones distritales y departamentales.

En estos años de trabajo, la FUCOFA se ha convertido en una institución reconocida por productores y profesionales de todos los niveles, y ha desarrollado un modelo de trabajo que es tomado como ejemplo en todo el país.

Palabras del Académico Dr Eduardo J. Gimeno en representación del Jurado

Sr Presidente de la Fundación para la Lucha Contra la Fiebre Afetosa (FUCOFA), Ing Alfredo Bell

Señores Miembros del Comité Ejecutivo de la FUCOFA

Autoridades

Señoras y señores

El Ing Roberto Casas, Miembro del Jurado designado para hablar en esta Sesión Pública Extraordinaria, según consta en la tarjeta invitación, tuvo una imprevista reunión impostergable. Los otros 4 Miembros del Jurado están en el exterior o tiene impedimentos de distinta índole. Por esa razón, nuestro Presidente y el Presidente de la comisión de Premios, el Dr Bernardo Carrillo, me han designado para hablar en nombre del Jurado.

A modo de introducción, deberíamos consignar que el Premio "Al Desarrollo Agropecuario" es de periodicidad bianual y se entrega "a persona o personas por sus valiosas contribuciones en el desarrollo agrícola, en la especialidad que se establezca".

Fue entregado en siete oportunidades, a saber:

1- En su versión 1999 a la Empresa Agrícola Los Álamos de Rosauer SA en la Provincia de Río Negro. Por el desarrollo, producción y comercialización de plantas frutales.

2- En su versión 2000 a la Fundación Jorge Gottau, Santiago del Estero. Por su encomiable tarea para el desarrollo humano en el Chaco Santiagueño.

3- En su versión 2002 a la revista Veterinaria Argentina. Por

la tarea de informar a la comunidad veterinaria en forma ininterrumpida desde 1939.

4- En su versión 2004 a la Estación Agroforestal de Esquel del INTA por sus logros en la investigación y extensión agropecuaria y forestal a lo largo de más de medio siglo.

5- En su versión 2006 a la Asociación Civil de Artesanos y Productores San Pedro Nolasco de los Molinos (Salta) por la preocupación, emprendimiento, imaginación y labor de un grupo de productores que no obstante de ser relativamente pequeño, ha mostrado desde su fundación en 1981 la realización de actividades dignas de encomio y ejemplo para su posible repetición en zonas de condiciones similares.

6- En su versión 2008 a la Chacra Experimental Santa Rosa del Centro Azucarero Regional del Norte Argentino (Provincia de Salta) por la labor de sus 57 años dedicados a la investigación en caña de azúcar, fruto de la cooperación solidaria de las empresas e ingenios Ledesma SAAI, San Martín del Tabacal SA, Río Grande SA y San Isidro SA, entre otras.

7- En su versión 2010 a la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID) por su actividad de gran relevancia destinada a la conservación del suelo, el principal recurso natural de nuestro país, y del medio ambiente en general.

En el día de hoy, entregaremos el Premio "Al Desarrollo Agropecuario" por octava vez. A continuación leeré el dictamen del muy calificado Jurado que fuera aprobado por el Plenario del Cuerpo Académico por unanimidad (véase Figura 1).

Por todo lo dicho, deseo felicitar sinceramente a todos los hombres e instituciones que conforman actualmente y que integraron en el pasado a la Fundación para la Lucha contra la Fiebre Aftosa por los logros obtenidos a lo largo de más de 20 años.

FUCOFA nació con sencillo pero poderoso lema: "entre todos podemos" y, ciertamente pudieron.

Solo me resta entregar al Señor Presidente el diploma y la plaqueta que acreditan la obtención del Premio (véase Figura 2)

Buenos Aires, 11 de octubre de 2012.-

Al Sr. Presidente de la
Comisión de Premios
Dr. Bernardo Carrillo
Presente

Los abajo firmantes, miembros del jurado del Premio "Al Desarrollo Agropecuario" de esta Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, reunidos por tercera vez en el cte. año, para decidir sobre la adjudicación de esta distinción en su versión 2011-2012, después de haber resuelto en esta oportunidad la posibilidad que establece el reglamento de la misma en cuanto a dirigirla a "persona o personas" que ameriten suficientes antecedentes en beneficio del Agro argentino y establecido que hubieron destinarlo en la actual versión a una entidad,

y Visto:

Que tanto productores, sus asociaciones naturales y organismos oficiales como autoridades provinciales y nacionales se encuentran motivadas en promover y realizar toda acción encaminada hacia la recuperación de nuestra ganadería para recuperar el nivel de producción que siempre distinguiera a nuestro campo, como abastecedor en calidad y cantidad de los mercados nacional y externo,

Resuelven:

Primero: Destacar la labor pionera que como original modelo de lucha desarrollaran desde el siglo pasado productores de la provincia de Entre Ríos, iniciada en el Departamento de Federación en 1986 y continuada hasta la actualidad en todo el ámbito de aquella en beneficio de la sanidad de los rodeos en esa provincia.

Segundo: Que dicha acción se concretó en la creación formal en diciembre de 1991 de la "Fundación de Lucha contra la Fiebre Aftosa", F.U.CO.FA., organismo privado, no gubernamental de naturaleza pública y sin fines de lucro, integrada por común y democrático acuerdo por entidades representativas del campo en Entre Ríos. Es decir, la delegación provincial de la Federación Agraria Argentina (F.A.A.), la Federación Entrerriana de Cooperativas (FEDECO) y la Federación de Asociaciones Rurales de Entre Ríos (F.A.R.E.R.).

Tercero: Que su accionar no se limitó a la lucha contra la aftosa sino que fue agregando nuevos programas de asistencia sanitaria a otras enfermedades del ganado como brucelosis, tuberculosis, zoonosis, etc, siendo tal el éxito alcanzado que dicha labor se tradujo en la multiplicación del ejemplo de FUCOFA en el ámbito nacional, así como de programas de educación sanitaria, campañas de vacunación (promedio de animales vacunados en 36 campañas entre 1993 y 2012: 4.300.000 animales/campaña), control serológico, laboratorio de análisis, asesoramiento jurídico a productores, y acuerdos con SENASA, CEVAN (CONICET) y otras entidades que ampliaron notablemente su campo de acción.

Cuarto: Que su modelo de gestión con participación directa y activa de profesionales, veterinarios y productores, resultó tan efectiva que la misma FAO recomendara a los países asiáticos, reunidos en Conferencia regional de junio de 2003, tomar como ejemplo el sistema de trabajo de la Fundación entrerriana para aplicarlo en sus propias campañas sanitarias.

Quinto: Por todo lo cual, y particularmente como ejemplo de lo que la cooperación puede lograr en la comunidad rural, este jurado estima haber reunido la F.U.CO.FA méritos suficientes para serle adjudicado el Premio "Al Desarrollo Agropecuario" 2012, anexando a la presente algunos testimonios adicionales que avalan ampliando lo anteriormente expuesto.


Ing. Agrón. Ángel Marzocca
Presidente


Dr. Med. Vet. Emilio J. Giménez


Ing. Agrón. Alberto de las Carreras


Ing. Agrón. Antonio Calvelo


Ing. Agrón. Roberto Casas

Figura 1. Copia del dictamen del Jurado del Premio "Al Desarrollo Agropecuario" versión 2012

Mensaje del Consejo de Administración de FUCOFA referido a la entrega del Premio "Al Desarrollo Agropecuario"

leído por **el Ing Alfredo Bell**

En primer lugar nuestro agradecimiento a la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, por esta distinción con la que nos ha honrado, reconocimiento que debemos compartir con el total de los productores ganaderos de Entre Ríos, quienes con su aporte sostienen esta organización sanitaria.

También entendemos que este premio es para la provincia, por eso es que los hemos convocado a todos ustedes, funcionarios, académicos, docentes, periodistas, productores y vacunadores para compartir nuestra alegría como entrerrianos.

Nuestra tarea es la prevención, cuando en el País se pensó en controlar la fiebre aftosa, no se solo cambio la vacuna a utilizar, sino que principalmente (con el asesoramiento del Centro Panamericano de Fiebre Aftosa) se propuso una nueva forma de organización de los productores, a través de las Fundaciones y los entes.

En un corto plazo y sobre la base de una acción común entre el Estado y el sector privado se logró controlar una enfermedad que por décadas había afectado a la ganadería nacional.

También y en sintonía con quien hoy nos brindan este reconocimiento, debemos destacar el desempeño de muchísimos veterinarios, que se sumaron a este desafío, que se formaron en

nuevos conceptos sanitarios y también en la organización administrativa de los planes, y que hoy son un equipo de excelentes sanitaristas, que conocen productor por productor, lugar por lugar de nuestra provincia.

Nuestra misión con el correr del tiempo se ha ido ampliando, además de la aftosa, hoy vacunamos las terneras contra la brucelosis, y llevamos adelante la gestión técnica y administrativa del Programa de control y vigilancia de la garrapata común del ganado bovino, siempre con la misma premisa de lograr un servicio ágil y eficiente, buscando el mejor status sanitario para nuestro rodeo provincial.

En actualidad visitamos los 27.269 establecimientos ganaderos y atendemos a los 39.857 productores que tienen vacas y en este repaso de acciones podemos enumerar que nuestra trayectoria hemos realizado 157.101.214 actos vacunales contra aftosa, vacunado 6.266.420 terneras contra la brucelosis y visitados 1.626.012 veces los campos entrerrianos.

En este marco volvemos a destacar el modelo participativo con el que nacimos agradeciendo a los productores por el compromiso sostenido en el tiempo para con nuestra organización.

Hacia adelante tenemos el desafío de ampliar la ganadería entrerriana, fuente de arraigo de la familia rural, de generación de recursos genuinos, aprender de estos tiempos difíciles y lograr un desarrollo pleno para los productores, el sector agropecuario



y todos los entrerrianos.

Figura 2. El Dr Eduardo J. Gimeno hace entrega del Premio "Al Desarrollo Agropecuario" – Versión 2012 al Comité Ejecutivo integrado por el Ing Alfredo Bell, el Dr Ricardo Burgos y el Ing José Carlos Kornschuh.

Jornada de Actualización
Calidad del grano de maíz para la industria y la producción en bovinos
Balcarce, 15 de Noviembre de 2013

Secado y calidad de maíz

por **Ricardo Bartosik**
EEA INTA Balcarce- Bartosik.ricardo@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

El maíz es el grano que más demanda capacidad de secado en el mundo. En Argentina en los últimos tres años se produjeron cerca de 25 millones de toneladas de maíz por año (Minagri, 2013), de las cuales, dependiendo de las condiciones climáticas de cada año en particular, se secan entre el 50 y el 80% (entre 12,5 y 20 millones de toneladas).

El secado de granos tiene varios objetivos, entre los que podemos citar: 1) reducción del contenido de humedad de acuerdo al estándar de comercialización; 2) reducción de la actividad química y microbiológica para propiciar el almacenamiento; 3) conservar las propiedades nutricionales, biológicas y de uso final del producto; 4) extender la vida útil del producto; 5) minimizar las pérdidas de materia seca y 6) reducir la masa para facilitar el transporte.

A pesar de los múltiples beneficios del secado, existen riegos derivados de una incorrecta implementación. El secado a alta temperatura consume entre 1200 a 1800 kcal por kg de agua a evaporar del grano (de la Torre, 2010). Para secar de 18 a 14,5% se deben evaporar 40,94 kg de agua por tn, por lo que la cantidad de energía consumida por el secado será de 49 mil a 65 mil

kcal por tn. Esta gran cantidad de energía implica que, por un lado si no se aplica correctamente puede resultar afectando la calidad del maíz desde el punto de vista físico, biológico, químico, organoléptico, etcétera, mientras que por el otro si se mejora la eficiencia de secado el ahorro de energía (y de costos) resulta muy significativa para la planta de acopio. En el caso particular del maíz el daño por secado más significativo es la formación de fisuras (Thompson & Foster, 1963). Los granos de maíz fisurados causan reducción del rendimiento de "grits" y harinas en la molienda seca de maíz; reducción del rendimiento de almidón en la molienda húmeda de maíz; problemas de almacenabilidad (insectos, hongos, toxinas); problemas comerciales (incremento de grano partido). Otras consecuencias del incorrecto secado de maíz son la reducción del contenido de proteína disponible; disminución del PH; decoloración; incremento del ángulo de reposo y pérdida de PG (White & Johnson, 2003).

Para tener un entendimiento cabal de la problemática del secado y la calidad hay que contextualizar el proceso dentro del acopio. El grano que se recibe húmedo no se lo puede mantener en dicha condición mucho tiempo (solo un par de días) hasta que comience a calentarse y perder calidad. Además, las plantas de acopio normalmente tienen capacidad limitada para el almacenamiento de grano húmedo, para lo cual se necesitan instalaciones especiales (silos pulmón con aireación reforzada, de 0,2 a 0,5 m³/min/tn). Esto obliga a tener que secar el grano húmedo prácticamente al mismo ritmo que se lo recibe. Por otra parte, como la inversión de la secadora es muy importante, normalmente su capacidad está dimensionada muy justa respecto de la recepción típica de grano húmedo del acopio. Esto implica que si en un año

particular la necesidad de recepción de grano húmedo es mayor al promedio, la capacidad de secado será insuficiente.

Esta situación resulta en las siguientes situaciones: la capacidad de secado es normalmente limitante, el secado consume mucha energía, mejorar la eficiencia energética del secado mejora la rentabilidad del acopio y, en ciertos casos, hay necesidad de preservar la calidad del grano. La problemática radica en que para incrementar la capacidad de secado se debe incrementar la temperatura de secado, por lo que se termina afectando la calidad. Por otra parte, si se desea incrementar la eficiencia de secado se debe incrementar la temperatura de secado (Brooker *et al.*, 1992), con el consiguiente efecto en la calidad. En ese sentido las plantas de acopio se ven sometidas a la siguiente contraposición de intereses: para manejar granos especiales hay requisitos de calidad a satisfacer que implican modificar las condiciones de secado de manera que atentan contra la eficiencia de secado (y resultan en aumento de costos) por un lado, y con la capacidad de secado por otro lado.

En el presente artículo se abordará la problemática del secado de maíz con el objeto de comprender su mecanismo de acción respecto de la formación de fisuras y se ofrecen recomendaciones para evitarlas. Además, se ofrecen recomendaciones para minimizar el impacto negativo sobre la eficiencia energética y la capacidad de secado de las medidas de remediación.

Fundamentos del secado

En la cámara de secado de una secadora se encuentran el aire caliente y seco (ej. 90°C y 3% de HR) con el grano frío y húmedo (ej. 25°C y 18%). Lo primero que sucede es una transferencia de

calor desde el aire hacia el grano. La mayor parte de ese calor se consume en evaporar humedad desde la superficie del grano. Luego de un tiempo no hay más humedad en la superficie del grano (la que estaba se evaporó), lo cual inicia otro proceso físico, que es el de difusión. Para que el grano pueda seguir perdiendo humedad por evaporación, el agua debe moverse desde el interior del grano hacia la superficie mediante difusión. El proceso de difusión es más lento que el de evaporación, por lo que siempre hay un gradiente de humedad en el interior del grano durante el secado a alta temperatura: la máxima humedad se encuentra en el centro, mientras que la mínima en la superficie. Cuanto más violento es el proceso de secado, mayor es el gradiente de humedad. A diferencia del proceso de difusión de agua que es lento, la conducción del calor hacia el interior del grano es relativamente más rápida, por lo que no hay grandes gradientes importantes de temperatura.

Transición vítreo-gomosa

El endosperma del maíz tiene dos zonas bien distintivas: el endosperma córneo (más duro y compacto) y el endosperma harinoso (más blando y suelto). A su vez, el endosperma, ya sea corneo o harinoso, tiene dos estados, los cuales dependen de la temperatura y humedad del endosperma. Estos estados se conocen como estado vítreo y estado gomoso (Figura 1).

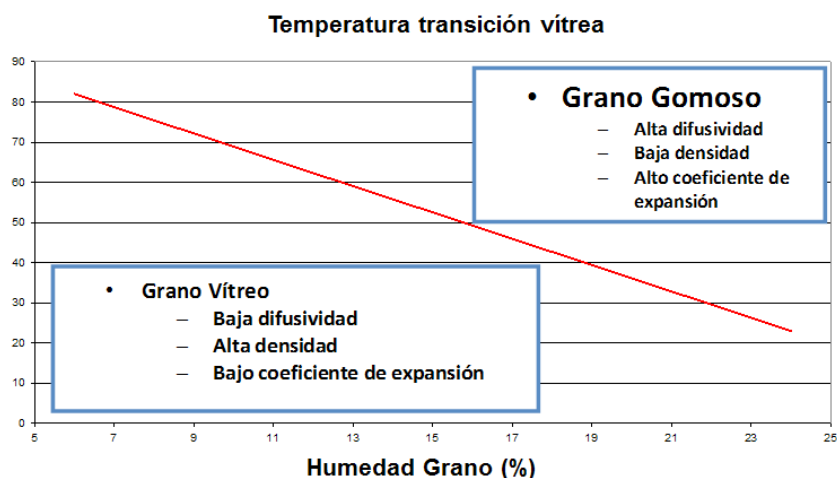


Figura 1. Zona de transición vítreo-gomosa de los granos de acuerdo a su temperatura y humedad.

Los dos estados del endosperma resultan con características físicas muy distintivas (Schluterma & Siebemorgen, 2007). Cuando se encuentran en forma vítrea presentan alta difusividad, alta densidad y bajo coeficiente de expansión. Por su parte, cuando se encuentran en la forma gomosa presentan características contrapuestas: alta difusividad, baja densidad y alto coeficiente de expansión.

Cuando se inicia el proceso de secado el grano está húmedo y frío, por lo que el endosperma está en estado vítreo. Además, como no se registran perfiles de temperatura ni de humedad todo el grano se encuentra en el mismo estado. Luego de transcurrido cierto tiempo expuesto a alta temperatura, rápidamente el grano se calienta (de manera más o menos uniforme), cruzando hacia la zona gomosa. El secado avanza y el grano pierde humedad en superficie, lo que causa que la zona periférica del mismo cruce nuevamente la línea de transición hacia la zona vítrea. Como

resultado de ello, durante el secado a alta temperatura el grano termina en estado vítreo en superficie, mientras que el centro permanece en estado gomoso, y entre el centro y superficie hay todo un gradiente de condiciones.

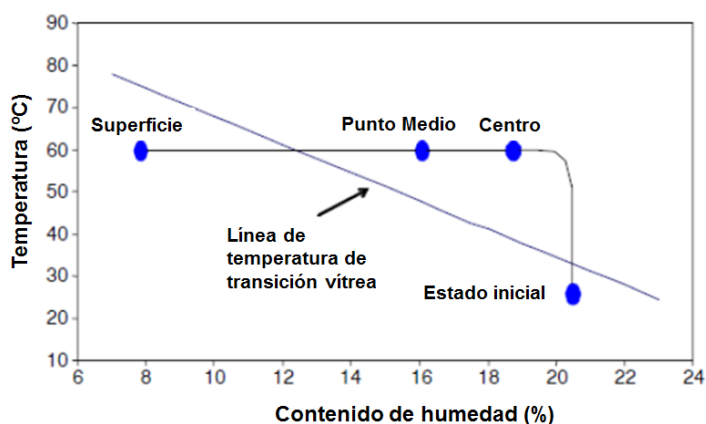


Figura 2. Temperatura de transición del grano, situación inicial del grano y situación del grano en su zona central, media y en superficie durante el proceso de secado. Fuente: Schluterman & Siebemorgen (2007).

Cuando dentro de un mismo grano, como resultado del proceso de secado, resultan dos estados del endosperma se crean condiciones para que se produzcan fisuras. El endosperma permanece íntegro debido a las fuerza de cohesión de la matriz del endosperma. Por otra parte, como el estado gomoso tiene un coeficiente de expansión mucho mayor al endosperma vítreo, se producen tensiones internas las cuales pueden, llegado el caso, superar las fuerzas de cohesión, resultando en fisuras del endosperma. Esta situación se da típicamente cuando el secado es muy violento o cuando se trabaja con la secadora en la modalidad calor-frío (Brooker *at al.*, 1992), donde en la última sección de la secadora

el grano recibe aire frío para mejorar sus condiciones de almacenamiento. Esta es la forma tradicional de trabajo de las secadoras de maíz. Bajo dichas condiciones de trabajo es frecuente que las secadoras produzcan entre 60 y 100% de grano fisurado.

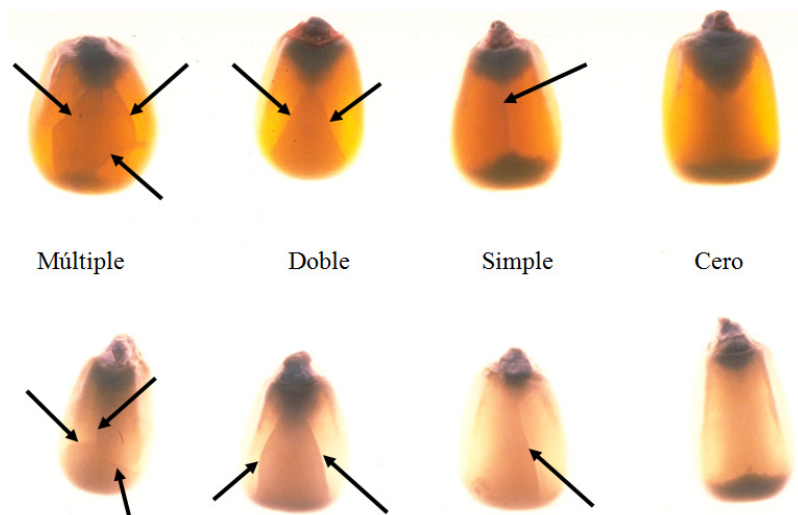


Figura 3. Detalle de las fisuras internas de granos de maíz dentado (arriba) y blanco (abajo).

¿Cómo evitar las fisuras?

Desde el punto de vista práctico existen tres maneras de evitar las fisuras durante el secado de maíz: 1) secar el grano a baja temperatura en silo; 2) limitar la tasa de secado en la secadora continua; o 3) implementar un proceso de seca-aireación.

Secado a baja temperatura

El secado a baja temperatura tiene la particularidad que nunca se cruza la línea de transición hacia la zona gomosa, por lo que no se producen tensiones internas. Por ello, este tipo de secado es especialmente recomendado para granos especiales, tales como

maíz para molienda seca, maíz para molienda húmeda, maíz pisingallo, arroz, cebada o semillas en general. Sin embargo tiene la desventaja que, al ser un proceso de baja temperatura, es lento. El secado de una tanda (normalmente este secado se realiza en silos, los cuales están equipados con un ventilador de alta capacidad, un quemador y un controlador automático (de la Torre & Bartosik, 2013). Nota: el INTA recientemente patentó un nuevo diseño de silo secador totalmente automatizado, el cual puede tardar entre 20 y 40 días para secar, dependiendo de las condiciones climáticas. Esto limita su uso en los acopios, ya que ofrece una capacidad de secado muy inferior a la necesidad de las plantas

Secado a alta temperatura con tasa de secado controlada

Para evitar las fisuras en una secadora continua de alta temperatura se debe respetar una tasa de extracción de humedad máxima de menor a 3 puntos porcentuales de humedad por hora. Esto limita la formación de gradientes de humedad internos y, por lo tanto, limita la formación de fisuras (Abadía & Bartosik, 2013; Brooker *et al.*, 1992). Sin embargo, limitar la tasa de secado resulta en reducir la capacidad de la secadora. Si se necesita bajar más puntos de humedad el secado deberá hacerse en dos tandas sucesivas con un periodo intermedio de estabilización que permita ecualizar la humedad interna del grano.

Seca aireación

Este proceso consiste en reformar la secadora eliminando la sección de enfriado final, por lo que la máquina trabaja a “todo calor”. El grano se extrae de la secadora con una humedad su-

perior en 1-1,5 puntos porcentuales respecto de la humedad final de almacenamiento y caliente (entre 45 y 50°C). Luego se lo transfiere a un silo de estabilización, donde se lo deja reposar un mínimo de 4 hs. Durante este período de reposo se uniformiza el perfil de humedad en el grano. Pasado el tiempo de estabilización, se completa el enfriado lento en el silo, el cual además termina de remover los últimos puntos de humedad remanentes (Abadía & Bartosik, 2013).

La seca aireación reduce la formación de fisuras por tres motivos: 1) el grano se seca hasta una humedad entre 1 a 1,5% superior a la definitiva, por lo que el tránsito por la secadora es más rápido y no se generan gradientes de humedad muy importantes; 2) el proceso de estabilización o permite uniformar el perfil de humedad del grano antes del enfriamiento definitivo, por lo que evita la formación de zonas con endospermas en diferentes estados y 3) el enfriado es lento, por lo que permite que las tensiones que se producen durante el enfriado al pasar de estado gomoso a estado vítreo no sean muy importantes.

La seca-aireación, además de ser muy eficiente para evitar la formación de fisuras, incrementa la capacidad de trabajo de la secadora (entre 25 y 50%) y mejora la eficiencia del consumo de energía. La principal limitante para la implementación de la seca aireación es que las plantas de acopio no se diseñan para este sistema de secado, y adaptar una planta para que pueda funcionar secando en modo seca-aireación puede resultar problemático.

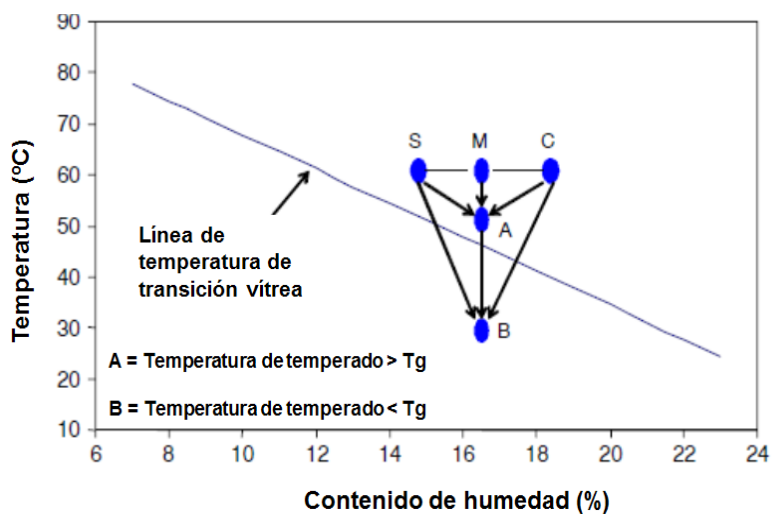


Figura 4. Efecto del temperado sobre la humedad y temperatura en las diferentes partes del grano y su ubicación respecto de la línea de transición (S: superficie, M: intermedio; C: centro; A: grano estabilizado; B: grano enfriado). Fuente: Schluterman & Siebemor- gen, 2007.

REFERENCIAS

Abadía MB & Bartosik R. 2013. *Manual de buenas prácticas en la poscosecha de granos. Hacia el agregado de valor en origen de la producción primaria*. Ediciones INTA, Buenos Aires, Argentina: 194 p

Brooker D, Bakker-Arkema F & Hall C. 1992. Drying and storage of grain and oilseeds. Ed. Van Nostrand Reinhold. New York, New York.

De la Torre D. & Bartosik R. 2013. Climate effect on strategy selection and energy consumption for in-bin drying of corn with natural air / low temperature. *Agric Eng Int: CIGR Journal*, 15 (2): 304-317. Open access at <http://www.cigrjournal.org>.

de la Torre D. 2010. *Estudio de la demanda energética del secado de maíz en Argentina*. Tesis de Maestría. Escuela de posgrado de Producción Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata

Minagri. 2013. Estadísticas agrícolas año 2013. Accedido en Noviembre de 2013. Disponible en: <http://old.sia.gov.ar/index.php/series-por-tema/agricultura>

Schluterman DA & Siebenmorgen TJ. 2007. Relating rough rice moisture content reduction and tempering duration to head rice yield reduction. *Trans. of the ASABE* 50(1): 137-142

Thompson R & Foster G. 1963. *Stress cracks and breakage in artificially dried corn*. USDA, Agric. Marketing Service Report No 631

White P & Johnson L. 2003. *Corn chemistry and technology*. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, Minnesota, EEUU: 892 p

El ambiente y el manejo del cultivo afectan la dureza del grano de maíz

Alfredo G. Cirilo ¹, Natalia G. Izquierdo ²

¹ Estación Experimental Agropecuaria Pergamino-INTA,

² Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata y CONICET

En la industria de la molienda seca de maíz interesa la dureza del grano, la que determina la relación de tamaños de partículas producidas en el molino. La calidad exigida por esa industria es aquella que permite la obtención de grandes proporciones de fracciones gruesas ("grits") con destino a la elaboración de copos para desayuno, las que logran mejores precios. En la Unión Europea, un mercado de alto poder adquisitivo donde se estima una demanda anual de alrededor de 300-400 mil toneladas de grano de maíz para esos fines, es preferido el maíz flint argentino del tipo "Plata" no transgénico y su industria depende mayoritariamente de las importaciones desde Argentina. Por ello, desde 1997 rige la Resolución 757/97 del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (MAGyP, 2010) que estipula para esta mercadería un reembolso arancelario en su ingreso a la Unión Europea que se traduce en un sobreprecio para el exportador y, en consecuencia, también para el productor bajo contrato.

Para ser considerado maíz "Plata" el grano debe tener corona lisa sin hendidura, endosperma vítreo dominante al corte y ser de color anaranjado-rojizo. El límite de tolerancia exige que no

menos del 92% de los granos del lote deben ser de este tipo. El grano deberá tener además un peso hectolítrico mínimo de 76 kg/hl y un valor de flotación (cantidad de granos flotando en una solución salina de densidad 1,250 g/cm³) máximo de 25%. Estos tres requisitos conforman el Certificado Argentino de Calidad que extiende SENASA según la Resolución 757/97. El mercado exige además que los granos sean de tamaño grande tal que no menos de la mitad de ellos quede retenida en una zaranda con orificios circulares de 8 mm de diámetro, no más de 3% atraviese la zaranda con orificios circulares de 6,5 mm de diámetro y que en promedio superen un peso mínimo de 265 mg. El grado de satisfacción de estos requisitos incide en la bonificación que recibe el productor de parte de las empresas exportadoras.

Durante los primeros tres cuartos del siglo pasado el maíz argentino fue reconocido y requerido mundialmente por su gran dureza y color anaranjado-rojizo, conociéndose con el nombre de "Plata" al grano de este origen. Pero desde hace más de tres décadas se inició la progresiva incorporación de germoplasma dentado en nuestros maíces autóctonos para elevar los potenciales de rendimiento. Como consecuencia de ello, a comienzos de este siglo sólo unos pocos híbridos se encuadraban todavía dentro del tipo tradicional "Plata", aunque con limitadas posibilidades de competir en productividad con los materiales con germoplasma dentado. Sin embargo, en la última década han aparecido en el mercado local híbridos modernos de maíz flint que compiten en rinde con los maíces semidentados, pero no obstante su calidad puede a veces resultar, según las condiciones de producción, insuficiente para alcanzar los estándares de los flint tradicionales.

La dureza del grano se expresa a través de la resistencia que

opone a la acción mecánica del molino y resulta de la composición química y estructural del grano. Esa propiedad es principalmente dependiente del tipo de endosperma predominante en el grano. En los maíces flint la fracción córnea es la que predomina. Dentro de la célula endospermática, las proteínas se comportan como una malla que incluye, soporta y comprime a los gránulos de almidón a medida que estos crecen en tamaño durante el llenado del grano. La mayor densidad y vitrosidad del endosperma depende del ligamiento entre el almidón y las proteínas de reserva. Condiciones ambientales deficientes para el crecimiento de las plantas del cultivo durante la etapa posterior a la floración (estrés lumínico, hídrico, nutricional, sanitario, defoliación, etc.) limitan la provisión de asimilados a los granos para su llenado (relación fuente-destino), afectando su peso final (Cirilo & Andrade, 1996). En relación con el peso final del grano está la distribución de tamaños resultante, la que puede alcanzar proporciones ampliamente conformes a los requisitos de calidad cuando los granos crecen en condiciones de valores elevados de relación fuente-destino, pero se deteriora notoriamente en el extremo opuesto de la relación, donde se incrementa la proporción de granos muy pequeños (Figura 1; Cirilo *et al.*, 2011).

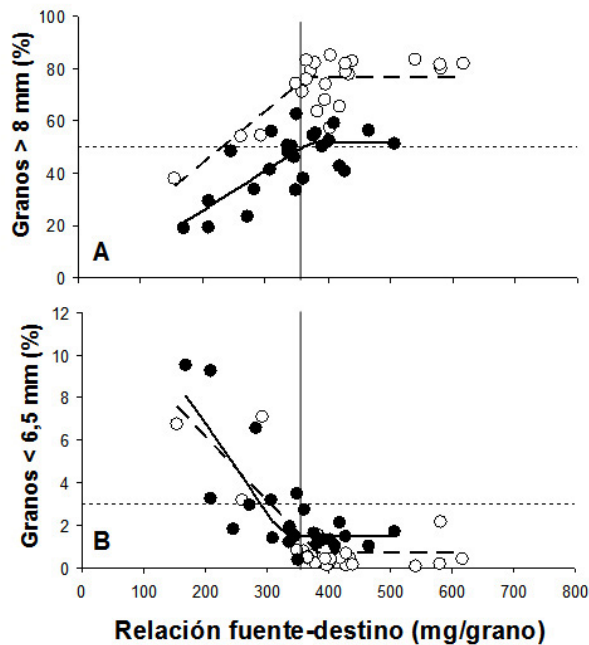


Figura 1. Respuesta del porcentaje de tamaños de granos (mayores a 8 mm en A y menores a 6,5 mm en B a la variación en la relación fuente-destino (cociente entre el crecimiento del cultivo en post-floración y el número de granos cosechados) obtenidos con dos híbridos: moderno (puntos negros y línea de ajuste llena) y tradicional (puntos blancos y línea de ajuste cortada) cultivados con distintos manejos agronómicos en tres localidades durante dos campañas agrícolas. Las líneas punteadas horizontales marcan los requerimientos mínimo (en A) y máximo (en B) del mercado.

Consecuentemente con el incremento de biomasa alojada en el grano, su contenido de proteína y de almidón en el endosperma también aumentan con la mejora en la relación fuente-destino establecida en el cultivo durante el llenado de los granos (Borrás et al., 2002). Analizando la respuesta de un híbrido flint de reciente liberación sometido a un amplio rango de disponibilidad de asimilados por grano durante su llenado, Masagué et al. (2004) encontraron que el porcentaje de proteína del grano se redujo notablemente cuando la relación fuente-destino cayó por

debajo de un valor umbral y con él empeoraron los valores de densidad del grano. Estas variaciones se asociaron con valores declinantes en la relación de tamaños de partículas obtenida en la molienda, en el peso hectolítrico y en el porcentaje de flotación de los granos resultantes. Del mismo modo, esos valores de dureza de grano mostraron valores más favorables a medida que se incrementó la relación fuente-destino durante su etapa de llenado.

Híbrido	Manejo del cultivo	Rendimiento (kg/ha)	Número de granos (nº/m ²)	Peso del grano (mg)	Crecimiento post-floración (g/m ²)	Relación fuente-destino (mg/grano)
Moderno	Control	10783	3718	296	1297	344
	Alta densidad	10466	3676	287	1246	334
	Refertilización	11850	3779	320	1478	391
	Siembra tardía	6717	2852	242	843	300
Tradicional	Control	9133	3066	305	1285	419
	Alta densidad	9067	3153	290	1260	398
	Refertilización	9483	3090	314	1402	452
	Siembra tardía	5633	2199	263	750	351

Tabla 1. Rendimiento en grano y sus componentes (número de granos y peso del grano), crecimiento (biomasa seca aérea) acumulado en el cultivo durante la etapa post-floración y relación fuente-destino (cociente entre ese crecimiento y el número de granos) obtenidos con dos híbridos (moderno y tradicional) cultivados con distintos manejos agronómicos: (i) manejo habitual o control, (ii) siembra en alta densidad, (iii) refertilización con nitrógeno y azufre en pre-floración y (iv) siembra tardía, como promedio de tres localidades y dos campañas agrícolas.

Variaciones ambientales y en el manejo del cultivo que determinan modificaciones en el rendimiento resultan en alteraciones en el número de granos logrados y en el crecimiento post-floración y, por lo tanto, en la relación fuente-destino establecida durante el llenado de los granos (Tabla 1; Cirilo *et al.*, 2011). Analizando

los valores de distintos atributos de calidad de los granos de dos híbridos de diferente productividad y calidad comercial (uno de mayor rendimiento y menor dureza y otro de menor rendimiento y mayor dureza) obtenidos bajo diferentes manejos agronómicos en diferentes ambientes Cirilo *et al.* (2011) encontraron importantes variaciones (Tabla 2). La siembra tardía, el empleo de elevada densidad de siembra y la restricción en el suministro de nitrógeno y azufre deterioraron la calidad del grano, siendo más notable este efecto en el híbrido de mayor rinde y menor calidad, el que no llegó a alcanzar en muchos casos las exigencias mínimas del mercado europeo. Por su parte, el deterioro de la dureza con la demora en la siembra resultó más notable en la localidad situada más al sur de la región debido a la reducida extensión de su estación de crecimiento para el maíz, donde declinan notoriamente los valores de temperatura y radiación durante con el avance de la etapa de llenado de granos en tales siembras. El llenado de los granos en maíz ocurre mayoritariamente a expensas del crecimiento del cultivo durante la etapa posterior a la floración y, en ambientes de mayor latitud, la demora en la siembra determina que las condiciones ambientales resulten menos favorables para la actividad fotosintética hacia el final del ciclo del cultivo (Andrade *et al.*, 1996).

	Peso hectolítico (kg/hl)		Ind. de flotación (%)		Relac. de molienda	
	Moderno	Tradicional	Moderno	Tradicional	Moderno	Tradicional
Balcarce						
Testigo.	77,7	80,2	17	2	3,9	4,4
Alta densidad	77,2	80,3	36	1	3,6	4,9
Fertilización N+S	78,0	80,0	5	0	4,9	5,9
Siembra tardía	74,7	76,5	41	3	2,0	2,1
Pergamino						
Testigo.	79,5	81,5	4	0	4,2	5,1
Alta densidad	79,5	81,8	8	0	4,2	5,1
Fertilización N+S	80,1	81,8	1	0	5,2	5,9
Siembra tardía	78,5	80,9	1	0	4,6	6,3
Paraná						
Testigo.	78,4	80,7	16	1	3,7	4,3
Alta densidad	78,0	78,9	34	5	3,7	3,6
Fertilización N+S	77,2	80,1	7	1	4,3	5,0
Siembra tardía	79,4	81,1	1	0	4,3	5,4

Tabla 2. Peso hectolítico, índice de flotación (en densidad 1,305 g cm-3) y relación de molienda de dos híbridos (moderno y tradicional) con distintos manejos: i) siembra temprana (setiembre/octubre) y densidad de 75 mil plantas ha-1 ("Testigo"), ii) siembra temprana y densidad de 90 mil plantas ha-1 ("Alta densidad"), iii) siembra temprana, 75 mil plantas ha-1 y refertilización con nitrógeno y azufre en floración (100 kg N + 40 kg S , "Fertilización N+S" y iv) siembra tardía (diciembre) y densidad de 75 mil plantas ha-1 ("Siembra tardía") en tres localidades (Balcarce, Pergamino y Paraná) durante 2003/04.

Los nuevos híbridos flint de alto rendimiento producidos en la mayoría de las zonas maiceras argentinas generalmente cumplen los requisitos de peso hectolítico y de flotación del Certificado Argentino de Calidad que extiende SENASA, pero con frecuencia no satisfacen la exigencia del 92% mínimo de granos tipo "Plata" debido a la presencia de excesiva proporción de endosperma harinoso o de hendidura en la corona. No obstante, un adecuado ajuste del manejo agronómico del cultivo, tal que asegure buenas condiciones para el crecimiento en post-floración, permite satisfacer los requisitos de tipo de grano del Certificado Argentino de Calidad en estos híbridos flint modernos de alta productividad al asegurar la provisión de asimilados para una adecuada acumulación de proteínas y almidón en el endosperma que garantice la necesaria densificación del tejido (Policastro & Cirilo, 2013).

Entonces, la calidad del grano mejoró cuando más favorables fueron las condiciones (ambientales y de manejo) para el crecimiento de las plantas durante la etapa reproductiva posterior a la floración. Tales condiciones, que aseguraron una mayor producción de biomasa, una alta relación fuente-destino durante el llenado de granos y la determinación de un alto rendimiento, resultaron de siembras tempranas, con densidad de plantas suficiente pero no excesiva y una alta disponibilidad de nutrientes. En tales condiciones de cultivo, los híbridos colorados duros de elevado potencial de rinde pero de calidad variable alcanzaron altos rendimientos con granos que conformaron las exigencias de dureza para un grano de calidad superior, comparable a la de los antiguos híbridos flint de mayor calidad comercial.

Bibliografía

Andrade F, Cirilo AG, Uhart S & Otegui M. 1996. *Ecofisiología del Cultivo de Maíz*. Editorial La Barrosa-EEA Balcarce, CERBAS, INTA-FCA, UNMP (Eds.). Dekalb Press. Buenos Aires: 292 p

Borrás L, Curá AJ & Otegui ME. 2002. Maize Kernel Composition and Post-Flowering Source-Sink Ratio. *Crop Science*, 42(3): 781-790

Cirilo AG & Andrade FH. 1996. Sowing date and kernel weight in maize. *Crop Science*, 36: 325-331

Cirilo AG, Actis M, Andrade FH & Valentinuz OR. 2011. Crop management affects dry-milling quality of flint maize kernels. *Field Crops Research*, 122: 140-150

MAGyP. 2010. Maíz: Reglamento Técnico de Identidad de Maíz Flint o Plata. Norma XXIX. Resolución 757/97. Boletín Oficial 13/10/97. <http://www.infoleg.gov.ar>.

Masagué A, Cirilo A & Andrade F. 2004. La dureza de grano de maíz (*Zea mays* L.) colorado duro está asociada con la relación fuente-destino postfloración. *Actas XXV Reunión Argentina de Fisiología Vegetal*. Santa Rosa (La Pampa), 22-24/Septiembre de 2004 : 82-83

Policastro F & Cirilo AG. 2013. Crecimiento post-floración y oferta de nitrógeno en expresión de grano tipo "Plata" en maíz flint. *II Workshop Internacional de Ecofisiología de Cultivos Aplicada al Mejoramiento Vegetal* Raíces/UIB-INTA/SAFV. Mar del Plata, 26 y 27 agosto 2013. Versión CD.

Jornada de Actualización
Calidad del grano de maíz para la industria y la producción en bovinos
Balcarce, 15 de Noviembre de 2013

Valor nutricional del grano y ensilaje de maíz en la alimentación de bovinos para carne

por el **Gustavo Jesús Depetris**

Médico Veterinario. Ms Sci Producción Animal. INTA
Estación Experimental Agropecuaria Balcarce

Dentro del grupo de los granos utilizados para la alimentación de bovinos para carne, el grano de maíz es que mayor utilización e importancia tiene. Es necesario por tal motivo conocer ciertas consideraciones que afectan el valor nutricional de este. En la producción de carne de bovina, la utilización de maíz radica en el aporte de energía que esta dada por medio de la presencia de almidón. El rumen es el principal sitio de digestión del almidón, donde el 60-95 % de este es fermentado para producir AGV y gas o es incorporado como materia microbiana (Nocek & Tamminga, 1991). El almidón que escapa a la acción microbiana del rumen es digerido en el intestino delgado donde la absorción de glucosa es más eficiente energéticamente que la utilización de AGV en rumen (Owens *et al.*, 1986, Reynolds *et al.*, 2001). Sin embargo, la digestión en el intestino delgado es restringida ya sea debido al limitado tiempo exposición del almidón a las enzimas o al inadecuado acceso de las enzimas (Owens *et al.*, 1986). La digestión en el intestino grueso es insignificante, por lo tanto el almidón que no es digerido en el intestino delgado es excretado en heces. En los rumiantes el sitio de digestión del almidón determina la

partición de la digestión de la materia orgánica y tiene impacto sobre el consumo de materia seca y sobre la salud ruminal (Sauvant 1997). Dado que el almidón representa el 70% del contenido de materia seca del grano, y que existe una fuerte correlación entre la degradabilidad ruminal de la materia seca y la degradabilidad ruminal del almidón ($R=0,98$ $P=0,0001$) y también entre la digestibilidad total de la materia seca y la digestibilidad total del almidón (Ngomyamo Majee *et al.*, 2008) la mayor atención de la digestión del grano debe estar puesta en el almidón.

La digestibilidad del almidón está afectada por la composición y la forma física de éste, por la interacción proteína almidón, la integridad celular de las unidades que contienen almidón (Thorne *et al.*, 1983) y por el método de procesamiento del grano (Theurer 1986). En relación a su composición química, el almidón es un glucano compuesto de dos grandes moléculas, la amilosa y la amilopectina, estando la digestibilidad del almidón directamente relacionada con el porcentaje de esta última (Rooney & Pflugfelder, 1986). En general el grano de maíz presenta entre un 20-30 % de amilosa y el resto es amilopectina: los granos del tipo Waxy no presentan en su composición amilosa en cambio los granos altos en amilosa no tienen amilopectina.

Los gránulos de almidón están embebidos en una matriz proteica la cual puede ser continua formando el endosperma vítreo o discontinua formando el endosperma harinoso (Rooney & Pflugfelder, 1986). Esta matriz proteica limita la digestibilidad del almidón ya que previene la colonización microbiana y retarda la penetración de las enzimas amilolíticas (McAllister *et al.*, 1990). A su vez en el endosperma harinoso, los gránulos de almidón son grandes y tienen espacio entre ellos, en cambio en el en-

dosperma vítreo los gránulos son mas pequeños y compactos (Dado, 1999). En los híbridos comerciales existen diferencias en la proporción de endosperma, y esta, determina la vitrosidad del grano. Los maíces con mayor vitrosidad presentan mayor proporción de endosperma del tipo vítreo y son conocidos como Flint, en cambio cuando la proporción de endosperma harinoso es la que predomina tenemos los maíces de tipo Dent (Kotarski *et al.*, 1992). Se ha observado que existe una fuerte relación inversa entre la vitrosidad del grano y la degradabilidad del almidón (Philippeau & Michael Doreau, 1997; Correa *et al.*, 2002). También se observó que con el avance de la madurez del grano, la vitrosidad aumenta y por la tanto la digestibilidad disminuye aunque de manera mayor en los híbridos flint (Correa *et al.*, 2002. Figura 1).

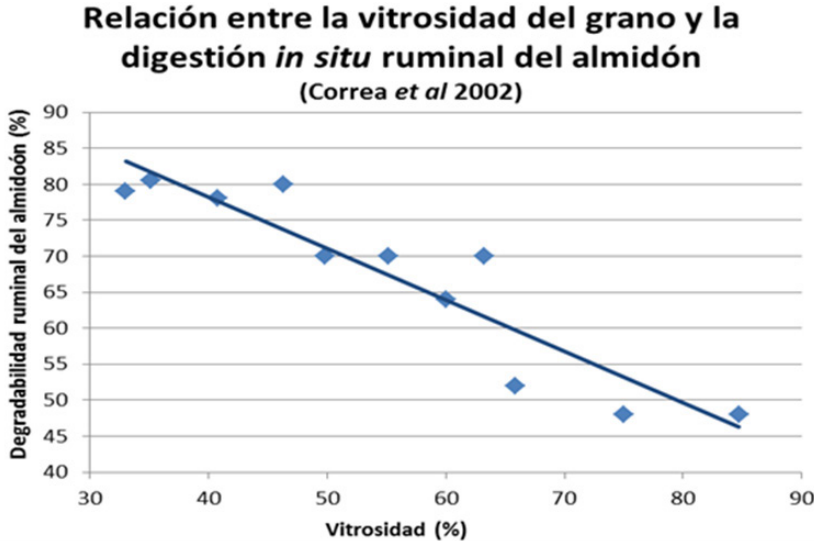


Figura 1. Relación entre la vitrosidad del grano y la digestión *in situ* ruminal del almidón (Correa *et al.*, 2002)

El procesamiento del grano ya sea el quebrado, molido, ensilado o vaporizado incrementa la digestibilidad total del almidón,

sin embargo, el mayor efecto que tiene, es el cambio del sitio de digestión aumentándolo a nivel ruminal. No siempre un procesamiento mas intenso va a generar una mayor respuesta productiva, si no que esta respuesta va a depender de otros factores tales como el nivel de grano en la dieta, el porcentaje de fibra y el tamaño del animal al cual es suministrado.

El molido, rolado o partido busca romper el pericarpio y aumentar la superficie expuesta a la acción microbiana en el rumen. Este proceso aumenta la degradabilidad ruminal del almidón e incrementa la digestión total del almidón. A su vez, cuanto menor es el tamaño de partícula del grano mayor es el incremento de la degradabilidad ruminal del almidón (Callison *et al.*, 2001) y de la fracción soluble (Rémond *et al.*, 2004). Sin embargo, la molienda no igualaría la degradabilidad del almidón de híbridos con diferente dureza ya que la diferencia se mantiene pero en menor medida.

El grano cosechado húmedo presenta mayor degradabilidad ruminal y digestión total del almidón respecto al grano seco rolado (Ladely *et al.*, 1995; Alvarez *et al.*, 2001, Harrelson *et al.*, 2009) , esto se debe a que presenta menor contenido de prolaminas zeinas que son parte de la matriz proteica que envuelve los gránulos de almidón (Hoffman *et al.*, 2011). A su vez, tanto el proceso de ensilado, como la molienda del grano aumentan la fracción rápidamente disponible respecto al grano húmedo entero no ensilado (Philippeau & Michalet-Doreau 1998). El proceso de ensilado genera una parcial solubilización de las proteínas del endosperma permitiendo una mayor accesibilidad de las bacterias ruminales y así una mayor digestión del almidón. Esta solubilización es mayor con el tiempo de almacenado permitiendo que aumente la tasa de degradación ruminal del almidón (Philippeau

& Michalet-Doreau 1998, Hoffman *et al.*, 2011). Las diferencias entre genotipos (Flint y Dent) permanecen constantes antes y después del ensilado (10,7 y 11,6 %) respectivamente (Philippeau & Michalet-Doreau 1998). Por otra parte, el nivel de humedad con el cual es cosechado el grano también incrementa la degradabilidad ruminal del almidón siendo esta directamente proporcional. (Parra y otros 2005 , Szasz *et al.*, 2007).

La utilización del maíz como ensilaje en la alimentación de bovinos para carne se ha intensificado en los últimos años ya sea como parte de dietas de engorde o como suplemento en dietas base pastoril. El valor nutricional de ensilaje de maíz está afectado por factores intrínsecos pero también juegan un rol importante factores extrínsecos como ser el estado de madurez de la planta al momento del picado, el tamaño de picado y el procesamiento que sufra el grano durante su confección. Concerniente a la planta, el valor nutricional esta determinado por la proporción y tipo de grano presente en el ensilaje y en menor medida la calidad de fibra. Se ha observado que el incremento en la proporción de grano en el ensilaje incrementa el contenido de almidón y la digestibilidad de la materia orgánica (Demarquilly, 1994) y está directamente relacionada con la ganancia de peso vivo y la eficiencia de conversión alimenticia (Woody *et al.*, 1983; Figura 2)

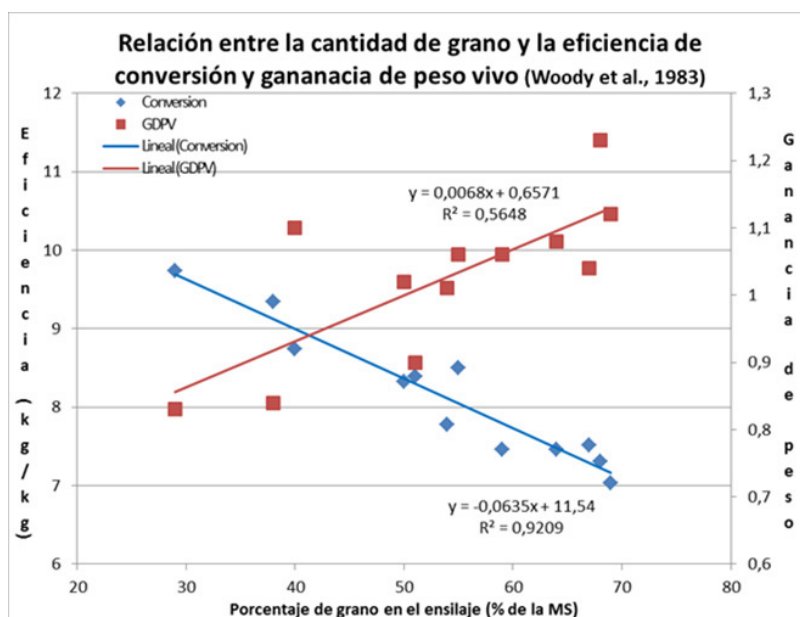


Figura 2. Relación entre la cantidad de grano presente en dietas de ensilaje y la eficiencia de conversión y ganancia de peso vivo. Adaptado de Woody *et al.* (1983)

En lo referente al tipo de grano ensilado, los híbridos dentados presentan mayor degradabilidad ruminal del almidón que los flint. Con el avance de la madurez de la planta se incrementa el contenido de almidón en el ensilaje, sin embargo la digestibilidad de este disminuye (Bal *et al.*, 1997) y estas diferencias son mayores según el tipo de endosperma del grano (Philippeau & Michalet-Doreau, 1997). Por otra parte, el procesado con cracker aumenta la degradabilidad del almidón (Rojas Bourrillon *et al.*, 1987) y la digestibilidad del silaje (Bal *et al.*, 2000; Andrae *et al.*, 2001) siendo mayor el efecto con el avance de la madurez (Andrae *et al.*, 2001). No obstante, esta mejora observada en la digestión del almidón, ha revelado pocos beneficios productivos ya que solo sería importante con ensilajes con 40% o superiores de MS. De la misma forma la disminución del tamaño de picado no afectaría la digestión

de la materia seca ni del almidón cuando el porcentaje de materia seca del ensilaje es menor al 32 % (Fernández *et al.*, 2004).

En relación al valor nutricional de la fibra, existen los híbridos que presentan el gen BMR (*Brown Mid Rib*) que exhiben una mayor digestibilidad de la FDN debido a que tienen menor contenido de lignina. La utilización de materiales BMR en comparación con materiales no BMR mostraron una mayor degradabilidad de la FDN a nivel ruminal, incrementando el consumo de materia seca pero no mejorando la ganancia de peso y la eficiencia de conversión en engorde a corral (Tjardes *et al.*, 2000).

En conclusión, el tipo de endosperma predominante del grano va a afectar la digestibilidad del almidón, el procesado del grano no solo aumenta la digestibilidad del almidón sino que cambia el sitio y velocidad de digestión. La intensidad o tipo de procesado dependerá de factores de la dieta total y del tamaño del animal a alimentar, como así también de aspectos económicos. Para el caso de ensilaje de maíz su valor nutricional está directamente relacionado con la cantidad de grano presente en este, siendo menos importante la calidad de la fibra cuando la madurez del cultivo avanza.

BIBLIOGRAFÍA

Alvarez HJ, Santini FJ, Rearte DH & Elizalde JC. 2001. Milk production and ruminal digestion in lactating dairy cows grazing temperate pastures and supplemented with dry cracked corn or high moisture corn. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 91: 183-195

Andrae, J G Hunt C W, Pritchard G T, Kennington L R, Harrison J H, Kezar W & Mahanna W. 2001. Effect of hybrid, maturity, and mechanical processing of corn silage on intake and digestibility by beef cattle. *J Anim Sci*, 79: 2268-2275

Bal MA, Coors JG & Shaver RD. 1997. Impact of the maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cows on intake, digestion, and milk production. *J. Dairy Sci.*, 80: 2497– 2503

Bal MA,. Shaver RD,. Shinnors KJ,. Coors JG, Lauer J G, Straub RJ & Koegel RG. 2000. Stage of maturity, processing, and hybrid effects on ruminal in situ disappearance of whole plant corn silage. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 86: 83–94

Callison SL, Firkins JL, Eastridge ML & Hull BL. 2001. Site of nutrient digestion by dairy cows fed corn of different particle sizes or steam-rolled. *J. Dairy Sci.*, 84: 1458–1467

Correa CES, Shaver RD, Pereira MN, Lauer JG & Kohn K. 2002. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. *J. Dairy Sci.*, 85: 3008–3012.

Dado RG. 1999. Nutritional benefits of specialty corn grain hybrids in dairy diets. *J Anim Sci.*, 77: 197-207

Demarquilly C. 1994. Facteurs de variation de la valeur nutritive du maïs ensilage. *INRA Prod. Anim.*, 7(3): 177-189

Fernández I, Nozière P & Michalet-Doreau B. 2004 Site and extent of starch digestion of whole-plant maize silages differing in maturity stage and chop length, in dairy cows *Livestock Production Science*, 89: 147–157

Harrelson FW, Luebke MK, Meyer NF, Erickson GE, Klopfenstein TJ, Jackson DS & Fithian WA. 2009. Influence of corn hybrid

and processing method on nutrient digestibility, finishing performance, and carcass characteristics. *J Anim Sci.*, 87: 2323-2332

Hoffman PC, Esser NM, Shaver RD, Coblenz WK, Scott MP, Bodnar AL, Schmidt RJ & Charley RC. 2011. Influence of ensiling time and inoculation on alteration of the starch-protein matrix in high-moisture corn. *J. Dairy Sci.*, 94: 2465-2474

Ladely SR, Stock RA, Klopfenstein TJ & Sindt MH. 1995. High-lysine corn as a source of protein and energy for finishing calves. *J. Anim. Sci.*, 73: 228

Kotarski SF, Waniska RD & Thurn KK. 1992. Starch hydrolysis by the ruminal microflora. *J. Nutr.*, 122: 178-190

McAllister TA., Cheng KJ., Rode LM & Forsberg CW. 1990. Digestion of barley, maize, and wheat by selected species of ruminal bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.*, 56: 3146-3153

Ngonyamo-Majee D, Shaver RD, Coors JG. Sapienza D & Lauer JG. 2008. Relationships between kernel vitreousness and dry matter degradability for diverse corn germplasm II. Ruminal and post-ruminal degradabilities. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 142: 259-274

Nocek JE & Tamminga S. 1991. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk-yield and composition. *J. Dairy Sci.*, 74: 3598-3629

Owens FN, Zinn RA & Kim YK. 1986. Limits to Storch digestion in the ruminant small intestine. *J. Anim. Sci.*, 63: 1634-1648

Philippeau C & Michalet-Doreau B. 1997. Influence of genotype and stage of maturity of maize on rate of ruminal starch degradation. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 68: 25-35

Philippeau C & Michalet-Doreau B. 1998. Influence of genotype and ensiling of corn grain on in situ degradation of starch in the rumen. *J. Dairy Sci.*, 81: 2178-2184

Remond D, Cabrera-Estrada JI, Champion M, Chauveau B, Coudure R & Poncet C. 2004. Effect of corn particle size on site and extent of starch digestion in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 87: 1389-1399

Reynolds CK, Cammell SB, Humphries DJ, Beever DE, Sutton J D & Newbold JR. 2001. Effects of post-rumen starch infusion on milk production and energy metabolism in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 84: 2250-2259

Rooney LW & Pflugfelder RL. 1986. Factors affecting Starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. *J. Anim. Sci.*, 63: 1607–1623

Sauvant D. 1997. Conséquences digestives et zootechniques des variations de la vitesse de digestion de l'amidon chez les ruminants. *INRA Prod. Anim.*, 10 (4): 287-300

Szasz JI, Hunt CW, Szasz PA, Weber RA, Owens N, Kezar W & Turgeon OA. 2007. Influence of endosperm vitreousness and kernel moisture at harvest on site and extent of digestion of high-moisture corn by feedlot stress. *J. Anim. Sci.*, 85: 2214-2221

Theurer CB. 1986. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. *J. Anim. Sci.*, 63: 1649

Thorne MJ, Thompson LU & Jenkins DJA. 1983. Factors affecting starch digestibility and the glycemic response with special reference to legumes. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 38: 481

Tjardes KE, Buskirk DD, Allen MS, Ames NK, Bourquin LD & Rust SR. 2000. Brown midrib-3 corn silage improves digestion but not performance of growing beef steers. *J Anim Sci*, 78: 2957-2965

Woody HD, Fox DG & Balck JR. 1983. Predicting net energy value of corn silage varying in grain content. *J. Anim. Sci.*, 57: 710-716

Jornada de Actualización
Calidad del grano de maíz para la industria y la producción en bovinos
Balcarce, 15 de Noviembre de 2013

Determinantes genéticos de la calidad de maíz

por **Guillermo H. Eyherabide**

Ing Agr MSc PhD, INTA

La literatura científica es abundante en documentación respecto de los efectos genéticos sobre las propiedades del grano de maíz. Una de las evidencias más notables son los experimentos de selección recurrente a largo plazo iniciados en Illinois en 1896 sobre la población Burr's White y que se prolonga hasta nuestros días. Se trata de un programa de selección divergente para porcentajes de proteína y de aceite en el grano. Las respuestas observadas para ambos caracteres excedieron veinte desvíos estándares la media original de la población en el sentido positivo y cuatro en el sentido negativo. Estos valores extremos alcanzados no han sido posibles de duplicar mediante mutagénesis ni por transgénesis. Debe destacarse el nivel de mantenimiento de variabilidad genética, que posibilitó respuestas "en reversa" y "doble reversa" aún después de transcurridos muchos ciclos de selección (Dudley, 2007).

El endosperma es el principal reservorio de almidones, proteínas y pigmentos, y el embrión de lípidos. Según Liu (2008), durante el desarrollo de la semilla se expresan cerca de 5000 genes, un tercio de los cuales no tiene aún función conocida. Los análisis de expresión génica permitieron demostrar que diferentes grupos de genes difieren en sus patrones temporales de expresión.

Por ejemplo, los genes responsables de las zeínas tienen un pico de expresión entre los 15 y 25 días después de la fertilización, y los relacionados con el transporte de nutrientes, defensa y metabolismo del almidón y ácidos grasos lo presentan a los 15 días desde la fertilización. También pudo establecerse que algunos genes se expresan durante todo el período de desarrollo del grano, y otros lo hacen en etapas más acotadas.

El almidón es un polímero formado por dos tipos de moléculas, la amilosa y la amilopectina, que difieren en el grado de ramificación y peso molecular. Estos dos tipos de moléculas se ensamblan en los gránulos de almidón, cuyo tamaño y forma varía, y está afectado por la relación amilosa/amilopectina. Esta relación afecta además la textura del almidón, aumentando su viscosidad cuanto más amilopectina posea (Motto *et al.*, 2011). La síntesis del almidón presenta dos fases de reacciones: las relacionadas con la interconversión de azúcares intermedios y la síntesis de ADPG, que es el sustrato inmediato para la biosíntesis del almidón, y las relacionadas con la síntesis del almidón a partir de ADPG. Las mutaciones en los genes que controlan el primer grupo de reacciones tienen generalmente efectos drásticos en el fenotipo de la semilla. Las reacciones del segundo grupo dependen básicamente de las enzimas almidón sintetasas que agregan unidades de glucosa mediante uniones α -1,4, o que producen ramificaciones al romper algunas uniones α -1,4 y armar uniones α -1,6. Se han reportado al menos 28 isoformas para diferentes enzimas que intervienen en la síntesis del almidón. En la Tabla 1 se presenta el control genético para algunas características de interés en la industria y en la alimentación. La industria prefiere almidones naturales con propiedades funcionales ajustadas a sus

necesidades para reducir la dependencia de tratamientos químicos para modificarlas. En el procesamiento industrial interesan las características térmicas de la gelatinización del almidón, las cuales dependen, entre otros factores, del tamaño del gránulo, el grado de cristalinidad, la relación amilosa/amilopectina y la estructura fina de la amilopectina. El fenómeno inverso, la retrogradación, también depende de la relación amilosa/amilopectina. La cristalinidad de los gránulos de almidón, además de afectar sus propiedades funcionales, modifica la accesibilidad al ataque enzimático, lo cual tiene importantes efectos en la elaboración de bioetanol. Se evaluaron las propiedades térmicas del almidón de doce líneas argentinas en diferentes años a fin de establecer la contribución del genotipo, el ambiente y sus interacciones. En comparación con la literatura sobre germoplasma de otros orígenes, las líneas argentinas tuvieron menor entalpía promedio para gelatinización lo cual permitiría utilizar estos almidones con menor energía. Por otra parte la relación entre las entalpías de gelatinización y retrogradación resultó por encima de los valores habituales, sugiriendo que estos almidones podrían emplearse como sustituto de la fibra dietaria. Más allá de las diferencias significativas entre las líneas para algunas de las propiedades térmicas, también se encontraron diferencias entre ellas en cuanto a la estabilidad a través de ambientes para algunas de las características térmicas (Eyhérabide *et al.*, 2007).

En los últimos años se efectuaron inversiones privadas en plantas para elaboración de etanol a partir de grano de maíz. La Figura 1 muestra los rendimientos de etanol obtenidos a escala de planta piloto de laboratorio por unidad de peso de maíz para 17 híbridos de maíz evaluados en el norte de Buenos Aires. Se

encontraron diferencias significativas entre híbridos, aunque no superaron entre ellos una brecha del 7% (Alegre & Eyherabide, 2012).

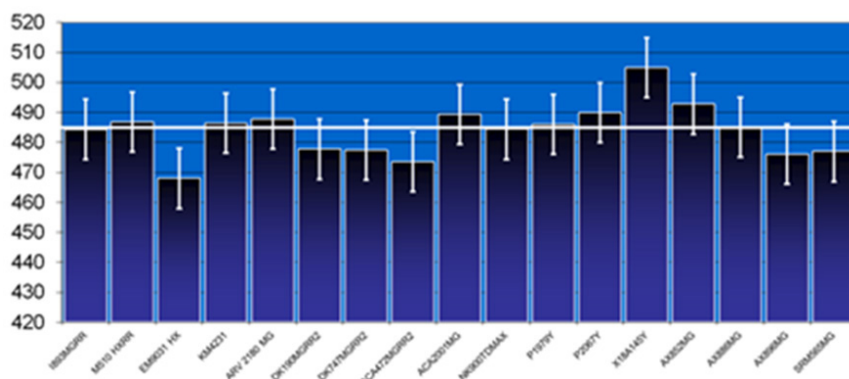


Figura 1. Producción de etanol por unidad de peso de grano de maíz (litros/tonelada). Fuente: Alegre M & Eyherabide G. 2012. Jornada de Actualización de Maíz 2012. INTA Pergamino-AIANBA-MAIZAR

Los mismos autores determinaron que los híbridos que tenían a rendir menor volumen de etanol eran los de endosperma más duro. No se encontró correlación significativa entre el rendimiento de grano y el rendimiento de etanol por unidad de peso, pero sí una correlación casi perfecta entre el rendimiento de grano y el rendimiento de etanol por hectárea. Ello significa que con los híbridos actualmente disponibles en el mercado, el criterio de elección del híbrido para bioetanol debe basarse en la producción de grano por hectárea. Además del almidón del grano, existen en la planta otros carbohidratos complejos que forman parte de las paredes celulares. Unos y otros pueden ser sustrato para procesos de fermentación que permitan la obtención de etanol, aunque el grado de exposición a la acción enzimática sea diferente. La elevada correlación entre el rendimiento de etanol y de grano

por hectárea justifica que el mejoramiento de la productividad de grano y la tolerancia a estrés se utilicen también como criterio de selección con fines energéticos. Por ingeniería genética pueden desarrollarse genotipos para producción de etanol empleando dos enfoques no mutuamente excluyentes: aumentar la cantidad de biomasa producida por hectárea, o adaptar las propiedades de esa biomasa a los requerimientos de la fermentación. Un ejemplo del primer enfoque fue sobreexpresar la enzima ADPG utilizando un promotor de la zeína de 27-kDa, logrando mayor síntesis de almidón y 15% más de peso del grano (Wang et al., 2007). Como ejemplos de la aplicación del segundo enfoque podemos mencionar la reducción del contenido de lignina empleando genes *bm* o nervadura marrón, o utilizar secuencias antisentido para alterar el contenido de lignina en maíz, como si se tratara del mutante *bm* (Piquemal et al., 2002). Sin embargo estas estrategias no resultan convenientes por sus efectos agronómicos indeseables. Alternativamente puede lograrse que la propia planta sintetice enzimas que digieren las lignocelulosas, utilizando una β 1-4 endoglucanasa termoestable proveniente de la bacteria *Acidothermus cellulolyticus*, aunque no se ha logrado suficiente expresión, ni que ésta ocurra en el momento apropiado de la vida entera de la planta. Existen híbridos transgénicos para un evento de α -amilasa termo-resistente proveniente de una cepa de *Thermococcus spp.* que se expresa en el endosperma. Ello simplifica, abarata y hace más eficiente el proceso de licuefacción (Torney et al., 2007).

Tanto el contenido de aceite como su composición relativa de ácidos grasos están bajo control genético. Se han relevado al menos 50 QTLs asociados a la acumulación de lípidos. El fenómeno de xenia, es decir el efecto inmediato que produce el grano

de polen sobre el fenotipo de la semilla es empleado como estrategia para el desarrollo de cultivares de alto contenido de aceite. Se trata de emplear un polinizador caracterizado por una alta relación entre el peso del germen y el peso de la semilla entera, y por lo tanto con un alto porcentaje de aceite en el grano. El polen del donante de alto porcentaje de aceite fecunda a plantas androestériles de alta productividad y contenido normal de aceite, pero que por efecto de xenia forman granos de alta relación germen/semilla (Lambert, 2001). Otra forma de aumentar el contenido de aceite del grano es utilizar la transformación genética mediante genes de trigo que codifican para puroindolinas A y B. Los genes que codifican para estas proteínas fueron colocados bajo el control de un promotor de maíz y se logró aumentar el tamaño relativo del germen y elevar el contenido total de aceite en la semilla en un 25% (Zhang *et al.*, 2010). La composición de ácidos grasos puede modificarse por la acción de genes mayores y menores (Tabla 1). Los genes menores tienen efecto aditivo y mediante tres ciclos de selección recurrente fue posible aumentar significativamente el porcentaje de ácido oleico de la población y obtener líneas con porcentaje de ácido oleico levemente superiores al 65% (Eyhérabide *et al.*, 2012).

Característica	Control genético
Alta Amilosa (amilomaíz clase V y VII)	Gen mayor recesivo ae (amilosa extender) y genes modificadores con efecto aditivo
Amilopectinoso (maíz waxy)	Gen mayor recesivo wx (waxy)
Dulce	Gen mayor recesivo su1 (sugary)
Alto contenido de aceite	Genes menores con efecto aditivo
Alto contenido relativo de ácido oleico	Gen mayor recesivo olc1; genes menores
Alto contenido relativo de ácido linoleico	Gen mayor recesivo ln1; genes menores
Rendimiento de germen, gluten, fibra, tamaño de grano	Genes menores, con efecto aditivo y no aditivo
Dureza del grano (Flint)	Genes menores, con efecto aditivo
Pigmentos y antioxidantes	Genes mayores (Y1, Vp5, Vp9) y menores
Maíz alta lisina	Genes mayores recesivos de la serie opaco (o2, o6, o7, o15). Genes mayores con dominancia parcial de la serie floury (fl1, fl2, fl3)
Maíz alta lisina y con endosperma vítreo (QPM)	Gen mayor recesivo o2 y genes modificadores con dominancia parcial
Bajo contenido de ácido fitico	Gen mayor serie lpa

Tabla 1. Control genético de algunas características físicas y de composición química del grano de interés en la industria y la alimentación humana y animal. Fuente: Adaptado de Motto *et al.* (2011), Naqvi *et al.* (2009), Lambert (2001).

Las proteínas del maíz representan aproximadamente el 10% del peso del grano, y difieren en su abundancia relativa y valor nutricional. El grupo más importante son las zeínas. Estas poseen poco valor nutricional debido a que son pobres en lisina y triptofano, aunque son ricas en glutamina, prolina, alanina y leucina. Dentro de las zeínas, las α - son el grupo más importante y son codificadas por varios grupos de genes ubicados en diferentes cromosomas. Existen varios mutantes que por afectar el momento y tasa de síntesis de zeínas provocan una disminución de su contenido en el grano maduro. Algunos de ellos pueden utilizarse para producir genotipos de alta lisina (por disminución relativa del contenido de zeínas, pobres en lisina y triptofano). Una manera de mejorar el valor nutricional del maíz es el uso del gen *opaco-2* en estado homocigota recesivo. Sin embargo este mutante tiene efectos pleiotrópicos indeseables, como el acor-

tamiento del período del llenado de grano con las consiguientes pérdidas de rendimiento de grano, y la mayor susceptibilidad de los granos a enfermedades y plagas del almacenaje. Para reducir estas desventajas se utilizan genes modificadores que convierten el endosperma suave y opaco en vítreo, pero manteniendo el contenido de alta lisina. Maíces de esta característica son designados genéricamente QPM (Quality Protein Maize). Otra alternativa ideada por Wu y Messing (2011) utiliza un esquema de silenciamiento de zeínas y recuperación de modificadores, que tienen la ventaja de reducir los efectos negativos del gen *opaco2* mutante y de simplificar y acelerar el proceso de conversión de líneas progenitoras de híbridos QPM. En general el aumento de lisina por medios de selección convencional tiene la desventaja de que se producen efectos pleiotrópicos indeseados. Aprovechando que el metabolismo de la síntesis de lisina en plantas guarda bastante similitud con el de las bacterias, se han utilizado a algunas del género *Corynebacterium* y *Escherichia* que sintetizan abundante cantidad de lisina. La estrategia fue transformar maíz y otras especies vegetales con los genes bacterianos que codifican para esas enzimas y que son insensibles a la acumulación de lisina, con la intención de acumular lisina en el endosperma. Entre los genes involucrados están los de la aspartato quinasa y ácido dihidropicolínico sintetasa (Reyes *et al.*, 2009) Otra alternativa es actuar sobre el catabolismo de la lisina, aprovechando genes claves como los de la lisina α -cetoglutarato reductasa y la sacaropina dehidrogenasa.

La dureza endospermica es una característica física determinada por el contenido de ciertas fracciones de las zeínas del endosperma, y su interacción con los gránulos de almidón. Un

estudio de validación de selección por dureza endospermica utilizando un método indirecto de transmitancia de infrarrojo cercano desarrollado por Robutti *et al.* (1994) permitió observar modificaciones significativas en el contenido de ciertas fracciones de zeína (Eyhérabide *et al.*, 1996).

Los granos de maíz deben su coloración amarillo-anaranjada a pigmentos carotenoides (carotenos y xantofilas). Entre los primeros podemos mencionar al α -, β -, y γ -caroteno, y entre las xantófilas a la zeaxantina, la luteína (las más abundantes) y la β -criptoxantina. Los pigmentos carotenoides totales se encuentran principalmente en el endosperma vítreo (80%), en el harinoso (16%), en el germen (3%) y en el pericarpio (1%), pero los porcentajes varían levemente dependiendo del genotipo y del tipo de pigmento. En el caso de β -caroteno y β -criptoxantina, la mayor abundancia ocurre en el germen. Son importantes para la nutrición por cuanto tienen actividad provitamínica A y antioxidante, especialmente el β -caroteno, α -caroteno, β -criptoxantina y γ -caroteno, en orden decreciente. Aún no se conoce en profundidad cuál es la contribución particular de cada pigmento al color del grano. Algunos de los genes de la biosíntesis de carotenoides han sido ya clonados. El primer paso de la biosíntesis está bajo el control del gen Y1, que codifica la fitoeno sintetasa. El alelo mutante causa la ausencia total de pigmentos carotenoides. Muestra además un efecto de dosis sobre el contenido de carotenoides. Otros genes involucrados son también genes mayores, entre ellos *vivíparo 5* y *vivíparo 9* y otros menores que terminan determinando la acumulación de β - y α -carotenos. Mediante mejoramiento convencional y transformación genética ha sido posible mejorar el contenido de provitamina A, vitamina C y ácido fólico. Colocando

el gen de la fitoeno sintetasa de maíz bajo control de un promotor de glutenina de bajo peso molecular del trigo y el gen *crtl* de la bacteria *Pantoea ananatis* bajo control de un promotor de proeteína de cebada se logró aumentar en 169 veces el contenido de β -caroteno. Con el gen que codifica para la dihidrooascorbato reductasa (*dhar*) de arroz puesto bajo control de un promotor para un gen de proteína de cebada se logró sextuplicar el contenido de ácido ascórbico, y mediante el gen *folE* de *Escherichia coli* bajo control de un promotor de cebada se duplicó el contenido de ácido fólico (Naqvi *et al.*, 2009). Otros aportes posibles al mejoramiento de la calidad nutricional consisten en aumentar significativamente el contenido de vitamina E (γ -tocoferol), y reducir el de compuestos antinutricionales, como el ácido fítico. Ello puede lograrse utilizando mutantes de la serie lpa, pero frecuentemente tienen efecto pleiotrópico indeseable desde el punto de vista agronómico. Existen experiencias alentadoras de silenciamiento génico del alelo silvestre para el locus lpa1.

Los continuos avances en el mejoramiento genético vegetal, en genética molecular, y las demandas de los mercados, amplían el foco de interés sobre cultivos tradicionales como el maíz, no solamente como fuente de materia prima y de ingredientes para la industria alimentaria, sino también para la industria farmacéutica, textil, química, y de biocombustibles. En el caso de características relacionadas con la calidad del grano, tal vez como en ninguna de las otras, existe hoy una enorme oportunidad para aplicar técnicas de mejoramiento convencional por sí solo o combinado con biotecnologías, que posibiliten una mayor adecuación de las propiedades físicas y químicas de los granos de maíz para su utilización en la industria y la alimentación humana y animal,

incluyendo desarrollos que impacten sobre el nivel nutricional y la salud. Las posibilidades del mejoramiento genético también son extensivas a la modificación de otros componentes de la planta.

BIBLIOGRAFÍA

Alegre M & Eyhéabide G. 2012. Obtención de etanol a partir de granos de maíz de diferentes calidades. *Jornada de Actualización de Maíz 2012*. INTA Pergamino-AIANBA-MAIZAR

Dudley JW. 2007. From means to QTL: The Illinois Long-term selection experiment as a case study in quantitative genetics. *Crop Sci.*, 47 (S3): S20-S31

Eyhéabide G, Robutti JL & Borrás FS. 1996. Effect of near-infrared transmission-based selection on maize hardness and the composition of zeins. *Cereal Chem.*, 775-778

Eyhéabide G, Borrás F, Robutti J, Presello D & White P. 2007. Characterization of thermal traits of starches from Argentinian maize inbreds: genotypic and crop year variability. *Cereal Chem.*, 84(1): 92-96

Eyhéabide G, Percibaldi M, Borrás F & Presello D. 2010. Respuesta a la selección recurrente fenotípica por composición relativa de ácidos grasos en maíz. *Actas IX Congreso Nacional de Maíz*. AIANBA, Rosario: 325-327

Lambert R. 2001. High-oil corn hybrids. En: Hallauer A (Ed). *Specialty corns*. Chapter 5. 2nd. Edition. CRC Press

Liu X, Fu J, Gu D, Liu W, Liu T, Peng Y, Wang J & Wang G. 2008. Genome-wide analysis of gene expression profiles during the kernel development of maize (*Zea mays* L.). *Genomics*, 91: 378-387

Motto M, Hartings H, Fracassetti M & Consonni G. 2011. Grain quality-related traits in maize: gene identification and exploitation. *Maydica*, 56: 1770. Advance Access publication: 291-314

Naqvi S, Zhu C, Farre G, Ramessar K, Bassie L, Breitenbach J, Perez Conesa D, Ros G, Sandmann G, Capell T & Christou P. 2009. Transgenic multivitamin corn through biofortification of endosperm with three vitamins representing three metabolic pathways. *PNAS*, 106 (19): 7762-7767

Piquemal J, Chamayou S, Nadaud I, Beckert M, Barriere Y, Mila

I, Lapierre C, Rigau J, Puigdomenech P & Jauneau A et al. 2002. Down regulation of caffeic acid O-methyltransferase in maize revisited using a transgenic approach. *Plant Physiol.*, 130: 1675-1685

Reyes A, Bonin C, Houmard N, Huang S & Malvar T. 2009. Genetic manipulation of lysine catabolism in maize kernels. *Plant Mol. Biol.*, 69: 81-89

Robutti JL, Borrás F & Colazo JC. 1994. Las zeínas de alto contenido de azufre y su relación con la textura endospermica del maíz. *Rev. Invest. Agropecuarias*, 25: 105-114

Torney F, Moeller L, Scarpa A & Wang K. 2007. Genetic engineering approaches to improve bioethanol production from maize. *Current opinion in Biotechnology*, 18: 1-7

Wang Z, Chen X, Wang J, Liu T, Liu Y, Zhao L & Wang G. 2007. Increasing maize seed weight by enhancing the cytoplasmic ADP-glucose pyrophosphorylase activity in transgenic maize plants. *Plant Cell Tissue Organ Cult.*, 2007, 88: 83-92

Wu Y & Messing J. 2011. Novel genetic selection system for quantitative trait loci of quality protein maize. *Genetics*, 188: 1019-1022

Zhang J, Martin J, Beecher B, Lu C, Curtis Hannah L, Wall M, Altosaar I & Giroux M. 2010. The ectopic expression of the wheat Puroindoline genes increase germ size and seed oil content in transgenic corn. *Plant Mol. Biol.*, 74: 353-365

Jornada de Actualización
Calidad del grano de maíz para la industria y la producción en bovinos
Balcarce, 15 de Noviembre de 2013

Usos del maíz. Efectos del ambiente y del manejo sobre la composición del grano

por **Izquierdo, Natalia G.¹, Cirilo, Alfredo G.²**

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata y CONICET,

² Estación Experimental Agropecuaria Pergamino-INTA

El maíz es uno de los cereales más utilizados a nivel mundial debido entre otras cosas, a que posee una gran diversidad de usos. Si bien la mayor parte de la producción mundial se destina a alimentación animal, existen otras utilidades de este cereal ya sea en alimentación humana como en productos no alimenticios. Polenta, copos de desayuno, harina de maíz, bebidas alcohólicas y no alcohólicas, golosinas, endulzantes, entre otros, son algunos de los usos alimenticios derivados del maíz. También se emplea este grano para la producción de bioetanol, fabricación de pinturas y disolventes, farmacia, productos cosméticos, polímeros biodegradables, entre otros. El procesamiento que se hace al grano de maíz cuando llega a la industria depende del destino que se le dará al producto. Los principales procesamientos son: i) molienda húmeda, ii) molienda seca, iii) obtención de aceite del germen extraído en ambas moliendas y iv) producción de bioetanol. Las industrias que realizan esos procesamientos demandan granos con determinadas características que son las que maximizan los rendimientos industriales y la calidad del producto obtenido.

La molienda húmeda se realiza cuando el objetivo es obtener el almidón del endosperma. En este tipo de molienda se separan

el pericarpio y el germen del endosperma y se hace una maceración del grano en la cual se lo lleva a una humedad cercana al 50%. Esa humedad sumada a SO_2 produce la activación de enzimas proteolíticas del endosperma que producen el ablandamiento de la matriz proteica y así se separa el almidón del resto de los componentes. Para este tipo de molienda se requieren granos de baja dureza endospermática, ya que así se minimizan los tiempos y mejora la eficiencia del proceso de maceración. Además, se requiere que los granos posean un alto contenido de almidón extractable y baja presencia de granos quebrados (Jennings *et al.*, 2002). En el caso de la molienda seca, el principal objetivo es obtener “flaking grits”, que son fracciones de endosperma destinadas a la fabricación de copos de desayuno entre otras aplicaciones. Para ello, el grano se acondiciona con agua para hidratar diferencialmente al pericarpio y germen del endosperma, y tras una serie de etapas de molienda se separan las tres partes del grano. El endosperma es fraccionado para obtener los *flaking grits* y fracciones de menor granulometría como sémolas y harinas. Este tipo de molienda demanda granos de mucha dureza endospermática, ya que los granos más duros son aquellos que dan los mejores rendimientos y calidad de *flaking grits* (Chandrashekar & Mazhar, 1999). También es importante no tener granos con fisuras o partidos ya que eso condiciona el tamaño del *grit*.

El germen obtenido como sub-producto de las moliendas seca y húmeda puede ser destinado a la obtención de aceite, ya que este órgano concentra casi un 50% de lípidos. Para ello se realiza un acondicionamiento y molienda del germen y la extracción puede ser realizada por prensado y/o con la utilización de solvente. Tras la eliminación del solvente y una serie de etapas de

filtrados y centrifugaciones se obtiene finalmente el aceite crudo. Si el objetivo en cambio es producir bioetanol, se realiza una sacarificación del grano, etapa durante la cual el almidón se transforma en azúcares simples con la acción de enzimas específicas. En una etapa siguiente esos azúcares simples son fermentados por la acción de levaduras y tras una destilación se obtiene el etanol producido durante el proceso. Para este procesamiento se requieren granos con una alta concentración de almidón.

Los cuatro procesos industriales mencionados generan sub-productos que son destinados a alimentación animal. Éstos se caracterizan por poseer una alta concentración de proteína, aceite y/o fibra dependiendo del proceso del cual provienen. Por este motivo, es que para cualquiera de los destinos que tenga el grano de maíz en la industria, es necesario que el contenido de hongos y micotoxinas sea mínimo. Además, hay que considerar que algunos procesos industriales por los que pasa el grano producen la concentración de las micotoxinas en los sub-productos, lo que agrava el problema.

Cada industria demanda una calidad de grano específica de acuerdo al objetivo perseguido. La composición química del grano determina esa calidad. Se sabe que la composición química del grano está determinada genéticamente (Eyhérabide *et al.*, 1996), pero el ambiente puede influir sobre la definición final de esa composición (Cirilo *et al.*, 2003, 2011; Eyhérabide *et al.*, 2004, Tanaka *et al.*, 2005). La calidad del grano también puede variar durante el secado y almacenamiento postcosecha, pero aquí sólo se discutirá la determinación de la calidad en el campo al momento de la cosecha. A continuación se presenta un resumen de las variaciones en composición de granos por efecto del ambiente y el manejo del cultivo.

Variación de concentración de proteína, almidón y aceite del grano

El sustrato para el llenado de los granos son los hidratos de carbono provenientes de la fotosíntesis y los nutrientes del suelo y una menor proporción puede provenir de removilización de otras partes de la planta. Por ello, cuanto mejor es el estado fisiológico de las plantas los granos producidos serán de mayor peso y tamaño promedio, con mayor densidad y peso hectolítrico (Cirilo & Andrade, 1996; Cirilo *et al.*, 2011).

Cuando aumenta la relación fuente/destino (fuente: sustrato disponible para llenar los granos, destino: número de granos fijados) se sintetiza mayor cantidad de almidón, aceite y proteína por grano. Sin embargo, estas últimas son las que mayor cambio relativo presentan. Esto lleva a que en cultivos con muy buen estado fisiológico y altos rendimientos la concentración de proteínas se incremente y la de almidón disminuya (Uhart & Andrade, 1995; Seebauer *et al.*, 2011; Borrás *et al.*, 2002; Cerrudo *et al.*, 2013). Esta relación entre concentración de proteínas y rendimiento es distinta a la descrita para otros cereales. En trigo por ejemplo, incrementos en rendimiento producen una “dilución” de las proteínas por lo que su concentración en el grano disminuye. Si bien no se conoce con certeza el motivo de estas diferencias entre especies, es probable que parte se deba a que el maíz posee mayor absorción de nitrógeno postfloración que el trigo (Lemaire & Gastal, 2009).

La concentración de aceite en el grano permanece constante en un amplio rango de condiciones ambientales. Eso ocurre porque tanto la relación germen/grano como la concentración de aceite en el germen son bastante estables, siendo sólo afectadas

por un estrés muy marcado como una fuerte reducción de radiación incidente al comienzo del llenado o un estrés térmico (Borrás *et al.*, 2002; Tanaka & Maddonni, 2009; Mayer & Maddonni, comunicación personal).

Variaciones en la composición del almidón

El almidón está formado por amilosa (cadena principalmente lineal) y amilopectina (cadena mayormente ramificada) en una proporción 25-75 aproximadamente. La relación entre estos dos componentes influye sobre la digestibilidad de los granos y las propiedades térmicas del almidón, como entalpía, temperatura y rango de gelatinización, entre otros. Se ha observado que retrasos en la fecha de siembra o siembras en localidades de alta latitud en general no modifican marcadamente la concentración de almidón en grano pero sí la relación amilosa/almidón (Actis, 2007). Este efecto se relacionó con la temperatura durante el periodo de llenado, la cual afectó positivamente esta relación (Martínez *et al.*, 2013). Se desconoce aún si este cambio ocurre porque la temperatura afecta directamente la actividad de enzimas del grano involucradas en la síntesis de los componentes del almidón (Lenihan *et al.*, 2005) o si existe algún efecto indirecto que produzca el cambio.

Variaciones en la composición de proteínas

En el grano de maíz se encuentran mayormente cuatro tipos de proteínas: albúminas, globulinas, glutelinas y zeínas. Estas últimas son las principales proteínas de reserva, representan más del 50% de las proteínas del grano y se localizan exclusivamente en el endosperma. Cuando aumenta la disponibilidad de nitrógeno y

así la concentración de proteínas, las zeínas son las que mayormente se acumulan, aumentando su concentración respecto del resto de las proteínas (Tsai et al., 1980, Holding y Larkins, 2009). La cantidad de zeínas estaría muy relacionada con la dureza endospermática, ya que estas proteínas forman una red en el endosperma que rodea y comprime a los gránulos de almidón (Cirilo & Andrade, 1999). Se han identificado cuatro tipos de zeínas (alfa, beta, gamma y delta) que difieren en estructura y solubilidad. Algunas de ellas son azufradas y aportan fuerza a la red proteica del endosperma (Mestres & Matencio, 1996). Se sabe que la concentración total de zeínas se incrementa con la disponibilidad de nitrógeno y el estado fisiológico de las plantas, pero menos se sabe cómo son afectadas las relaciones entre las zeínas.

Variaciones en la composición del aceite

El principal constituyente del aceite de maíz son los triglicéridos. Las concentraciones de ácidos grasos en esos triglicéridos definen en gran parte sus propiedades industriales y nutricionales. Los ácidos grasos más abundantes son el linoleico (18:2), y oleico (18:1), seguidos por el palmítico (16:0), esteárico (18:0) y linoleico (18:3) en concentraciones decrecientes. Las concentraciones de dichos ácidos grasos pueden variar de acuerdo al ambiente. Se ha visto que incrementos en fuente/destino o temperatura durante el periodo de llenado de granos incrementan la concentración de ácido oleico (Figura 1) y disminuyen la de linoleico, siendo poco afectadas las concentraciones de los otros ácidos grasos (Izquierdo et al., 2009; Zuñil et al., 2012). La concentración de tocoferoles en maíz es elevada y su síntesis en el grano es favorecida por altas relaciones fuente/destino. Sin embargo,

como en la misma proporción se favorece la síntesis de aceite, en general la concentración de tocoferoles en el aceite no se modifica marcadamente (Izquierdo et al., 2009). La alta relación oleico/linoleico y concentración de tocoferoles hacen que el aceite de maíz posea alta estabilidad oxidativa cuando proviene de buenos ambientes de producción.

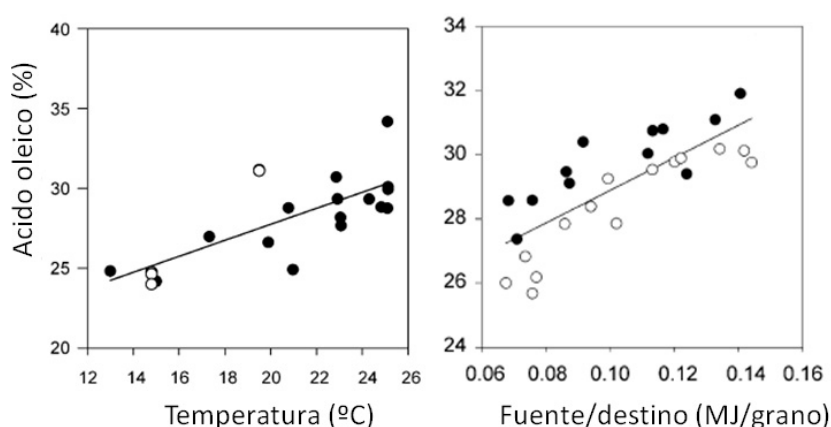


Figura 1. Relación entre la concentración de ácido oleico del aceite y la temperatura media diaria o la relación fuente/destino durante el llenado de los granos. Los símbolos corresponden a 2 experimentos (Izquierdo *et al.*, 2009).

Comentarios finales

Las industrias de maíz demandan granos con características muy específicas y distintas de acuerdo al procesamiento que se hará del grano. Las diferencias en la síntesis de los distintos componentes ante cambios en el ambiente hacen que sus concentraciones cambien y afecten así la calidad del grano. Más allá de los mecanismos involucrados en los cambios en la composición, es importante conocer de qué manera cada componente del grano responde al ambiente para poder diseñar estrategias de manejo de cultivo que tiendan a maximizar la calidad del grano en función

al destino que se le dará en la industria. Por ello, para producir los granos que demanda la industria se debe seleccionar el genotipo correcto pero también manejar adecuadamente el cultivo para maximizar la calidad buscada. Esto último es especialmente importante en Argentina donde el área de producción de este cereal incluye una gran diversidad de condiciones ambientales.

BIBLIOGRAFÍA

Actis M. 2007. *Calidad industrial de maíz colorado duro para elaboración de "corn flakes": influencia del ambiente y el manejo del cultivo en el rendimiento de "flaking grits" y las propiedades térmicas del almidón*. Tesis para obtener el grado de *Magister Scientiae* Facultad de ciencias agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata.

Borrás L, Curá JA & Otegui ME. 2002. Maize kernel composition and post-flowering source-sink ratio. *Crop Sci.*, 42: 781-790

Cerrudo A, Martínez D, Izquierdo NG, Cirilo A, Valentinuz O & Andrade F. 2013. Relación entre el rendimiento y la concentración de proteína en grano de maíz. *II Workshop Internacional de Ecofisiología de Cultivos Aplicada al Mejoramiento Vegetal*: 4-5.

Chandrashekar A & Mazhar H. 1999. The biochemical basis and implications of grain strength in sorghum and maize. *Cereal Sci.*, 30: 193-207

Cirilo A & Andrade F. 1996. Sowing Date and Kernel Weight in Maize. *Crop Sci.*, 3: 325-331

Eyhéabide GH, Robutti JL, Percibaldi NM, Presello DA & Alvarez M del P. 2004. Association between grain yield and endosperm hardness in maize cultivars. *Maydica*, 49: 319-326

Cirilo AG & Andrade FH. 1999. Maíz. En: Aguirrezábal L & Andrade F (Coord.). *Calidad de Productos Agrícolas. Bases eco-*

fisiológicas, genéticas y de manejo agronómico. Facultad Cs. Agrarias- UNMdP y EEA Balcarce INTA (Eds.). Imprenta Laukolor, Buenos Aires: 315 p

Holding D & Larkins B. 2009. Zein Storage Proteins. In: Molecular Genetic Approaches to Maize Improvement. Kriz, B.A. Larkins (eds.). pp 269-286 .

Cirilo AG, Masague A & Tanaka W. 2003. Influencia del manejo del cultivo en la calidad del grano de maíz colorado duro. INTA Pergamino. *Revista de Tecnología Agropecuaria.*, 8(24): 6-9

Cirilo A, Actis M, Andrade F & Valentinuz O. 2011. Crop management affects fry-milling quality of Flint maize kernels. *Field Crops Res.*, 122: 140-150

Eyhéabide GH, Robutti JL & Borrás FS. 1996. Effect of near-infrared transmiión-based selection of maize hardness and the composition of zeins. *Cereal Chem.*, 73: 775-778

Izquierdo N, Aguirrezábal L, Andrade F, Geroudet C, Pereyra Iraola M & Valentinuz O. 2009. Intercepted solar radiation affects oil fatty acid composition in crop species. *Field Crops Res.*,114: 66-74.

Jennings SD, Myers DJ, Johnson LA & Pollak LM. 2002. Effects of Maturity on Grain Quality and Wet-Milling Properties of Two Selected Corn Hybrids. *Cereal Chem.*, 79(5): 697-702

Lemaire G & Gastal F. 2009. Quantifying crop responses to nitrogen deficiency and avenues to improve nitrogen use efficiency. P 171-211En: Sadras V & Calderini D (Eds) *Crop Physiology. Application for genetic improvement and agronomy*

Lenihan E, Pollak L & White P. 2005. Thermal properties of starch from exotic-by-adapted corn (*Zea mays* L.) lines grown in four environments. *Cereal Chem.*, 82: 683-689

Martínez RD, Cerrudo A, Andrade F, Cirilo A, Monzón JP & Izquierdo NG. 2013. Effect of temperature during grain filling on the amylose/starch ratio in maize hybrids with different kernel hardness. *ASA, CSSA and SSSA International Annual Meetings*.

3 al 6 de noviembre, Tampa, Florida. Trabajo en línea: <http://scisoc.confex.com/scisoc/2013am/webprogram/Paper82066.html>

Mestres C & Matencio F. 1996. Biochemical Basis of Kernel Milling Characteristics and Endosperm Vitreousness of Maize. *J. of Cereal Sci.*, 24: 283–290

Seebauer JR, Singletary GW, Krumpelman PM, Ruffo ML & Below FE. 2010. Relationship of source and sink in determining kernel composition of maize. *J. of Exp. Bot.*, 61: 511–519

Tanaka W, Cirilo A & Ruiz R. 2005. El manejo agronómico de maíz colorado afecta la calidad comercial del grano. En: *Actas del 8 Congreso Nacional de Maíz*. AIANBA ed. Rosario, Santa Fe, Argentina. 16-18 de Noviembre : 67-70

Tanaka W & Maddonni G. 2009. Maize Kernel Oil and Episodes of Shading during the Grain-Filling Period. *Crop Sci.*, 49: 2187–2197

Tsai CY, Huber DM & Warren HL. 1980. A proposed role of zein and glutelin as N sinks in maize. *Plant Physiol.*, 66: 330-333

Uhart SA & Andrade FH. 1995. Nitrogen and carbon accumulation and remobilization during grain filling in maize under different source-sink ratios. *Crop Sci.*, 35: 183-190

Zuil SG; Izquierdo NG, Luján J, Cantarero M & Aguirrezábal LAN. 2012. Oil quality of corn and soybean genotypes with increased oleic acid percentage as affected by intercepted solar radiation and temperature. *Field Crops Res.*, 127: 203-214

Jornada de Actualización
Calidad del grano de maíz para la industria y la producción en bovinos
Balcarce, 15 de Noviembre de 2013

Uso de maíz grano y silaje en sistemas lecheros del Sur de Córdoba

por **MV Horacio Lagomarsino**

horaciolagomarsino@yahoo.com.ar// 03642 -15 523380

INTRODUCCIÓN

El uso de pasturas, silo de maíz y suplementación estratégica en la alimentación de vacas lecheras en pastoreo, resulta en planteos de alimentación de bajo costo. Estos modelos productivos son utilizados generalmente por tambos en donde la producción pastoril-intensiva es considerada fundamental para obtener competitividad sin perder capacidad de maniobra ante cambios bruscos del mercado.

Una forma de medir la productividad y eficiencia en sistemas pastoriles son los litros de leche y sólidos de Leche (GB + Proteína) producidos por unidad de superficie, refiriéndose esta, a las hectáreas que ocupa la categoría Vaca Total (VO+VS) (AACREA, 2008).

La producción de leche y sólidos por hectárea está en función de la cantidad de forraje producido y utilizado por hectárea, cantidad de suplementos suministrados y utilizados por hectárea y la eficiencia de conversión de los alimentos en leche. En este sentido la carga animal puede influir en la productividad y eficiencia de conversión del sistema (Holmes *et al.*, 2002). En Nueva Zelanda, la carga animal es de 2,8 vacas/ha (LIC, 2005), en Australia es de 2,5 vacas/ha, en Irlanda es de 1,9 vacas/ha (Dillon *et al.*, 2005) y en Argentina 1,4-1,5 vacas/ha (AACREA, 2010).

La suplementación en los sistemas pastoriles con silo de maíz y granos tiene como principal objetivo aumentar la carga. Ello llevaría a mejorar el uso y utilización de las pasturas, aumentar la producción de leche por vaca y por hectárea, mejorar o mantener el estado corporal de las vacas por el mayor consumo de energía en comparación de dietas solo de pasturas y optimizar la rentabilidad por vaca y por hectárea (Kellaway & Porta, 1993; Fales *et al.*, 1995).

El manejo reproductivo de los sistemas pastoriles es de vital importancia. El planteo puede ser de partos continuos o de partos estacionados o biestacionados. Estos últimos requieren una alta tasa de detección de celo (TDC), de concepción (TC) y de preñez al inicio de la temporada de servicios. Una limitante para lograr una alta tasa de preñez (TP) es la tasa de detección de celo (Heersche & Nebel, 1994). Los sistemas estacionados, difundidos en Nueva Zelanda, deben preñar las vacas en un corto periodo de tiempo, generalmente el 80 % en los primeros 60 días de la temporada de servicios. Para esto se debe alcanzar una tasa TP de 45% en los primeros 100 días de lactancia (DDL) (Mc Dougall, 2004; Davidson *et. al.*, no publicado). El modelo biestacionado, utilizado en Australia, plantea como objetivo reproductivo lograr el 64% de preñez en los primeros 100 DDL y que a los 200 DDL quede el 7% de vacas vacías, para esto requieren una TP del 30% a los 100 DDL (Williams, 2001). Una alta preñez a los 100 DDL contribuye a lograr un óptimo intervalo parto-concepción (IPC) de 85-105 días (Weaver, 1987). Esto significa que esa vaca tendrá una lactancia cada 12-12,5 meses. Las consecuencia de un IPC largo serian menor número de pariciones y lactancias por año, mayor porcentaje de vacas vacías a los 200 días DDL,

mayor porcentaje de rechazos reproductivos, menor presión de selección e imposibilidad de aumentar el tamaño del rodeo en forma genuina (MacMillan, 1992).

El objetivo de esta presentación es analizar la información productiva y reproductiva con datos empíricos y observacionales de campo en rodeos lecheros comerciales con alta carga y partos biestacionados ubicados en el sudeste de la Provincia de Córdoba, Argentina.

Sistema de Producción

Los sistemas de producción se encuentran ubicados en sudeste de la provincia de Córdoba en suelos franco arenoso; el promedio de lluvias de la zona en el periodo 1963-2012 es de 940 mm, el registro más bajo de la serie fue en el 2011 con 560 mm acumulados en el año, y en el 2013 el acumulado en el periodo enero-octubre es de 369 mm.

Una de las Bases del sistema es mantener una rotación saludable para el suelo en combinación tambo – agricultura.

La estrategia, en el área de producción lechera, es mantener un sistema simple y competitivo sin perder margen de maniobra ante un cambio de escenario, focalizar objetivos productivos en sólidos de leche (SL)/hectáreas VT y trabajar una sólida estructura de costos. Mantener competitividad entre y en las distintas actividades, generar los alimentos de las vacas tranquilas adentro para sumar eficiencias y diseñar un sistema de producción que brinde calidad de vida a los operarios y colaboradores, ejemplo partos biestacionado, guachera y crianza colectiva, ensenadas móviles, silo de autoconsumo en recría (Giorgis, 2013), etc. Principales ventajas que tiene el sistema biestacionado:

- Facilita el manejo y supervisión del tambo en general
- Facilita el control y evolución del servicio
- Facilita el uso y manejo de suplementos
- Facilita la presupuestación y compra de insumos
- Facilita el control y desarrollos de las Recrías
- Reducción de la carga en Enero y Julio

Para seguir y analizar la evolución del área del costo del litro de leche se realizan controles presupuestarios mensuales. Para la gestión del gasto directo (GD) sobre el ingreso total del tambo, tenemos un plan de cuentas contables que la podemos resumir en 4 grandes cuentas:

- **Recursos Humanos:** Tamberos y Sueldos en general.
- **Alimentación y Nutrición:** Incluye valoración de las cesiones internas (Soja, Maíz, leche guachera, etc.) implantación y mantenimiento pasturas/verdeos (Honorarios Ingeniero Agrónomo, fertilizante, labores, agroquímicos, insecticidas, semillas etc.), alimentos de guachera y recría, silo de maíz, confección de rollos, sales minerales de VO y recría, etc.
- **Energía, Mantenimiento y Maquinarias:** Incluye gastos de electricidad, combustibles, lubricantes y reparaciones de tractores, motos y grupos electrógenos. Mantenimiento y limpieza de máquina de ordeñar y equipo de frío. Mantenimiento de casas, tambos, alambrados, mangas, seguros, etc.
- **Sanidad y Reproducción:** Incluye honorarios de profesionales (Veterinarios), productos veterinarios para sanidad (sellador, sales aniónicas, vacunas, pomos de mastitis, secado, etc.) y reproducción (semen y nitrógeno, hormonas, utensilios de IA etc.).

En los últimos 6 ejercicios, el GD Tambo Total (VO, VS, Vaq/Re-cría, toros y guachera) referido al ingreso total fluctuó entre el 65 al 76 %. El ascenso se nota principalmente en estos últimos dos años.

Rotación: en el área de VO es de 6 años: 4 años de pastura de alfalfa pura (Grupo 9) o consociada con cebadilla y trébol blanco, luego el lote va a verdeo de invierno trigo (VI-T) y Maíz de silo RR en dos oportunidades y luego vuelve a pastura siendo el maíz de silo el cultivo antecesor (años 5 y 6) (Gráfico 1). De esta manera en la plataforma de rotación tenemos 4 años de pastura y en los últimos dos años cuatro cultivos = cuatro gramíneas, indicado como óptimo para el suelo como fue informado previamente (Tamagnini, 2005.). Además, al tener dos cultivos RR y dos VI-T permiten controlar malezas antes de implantar una pastura.

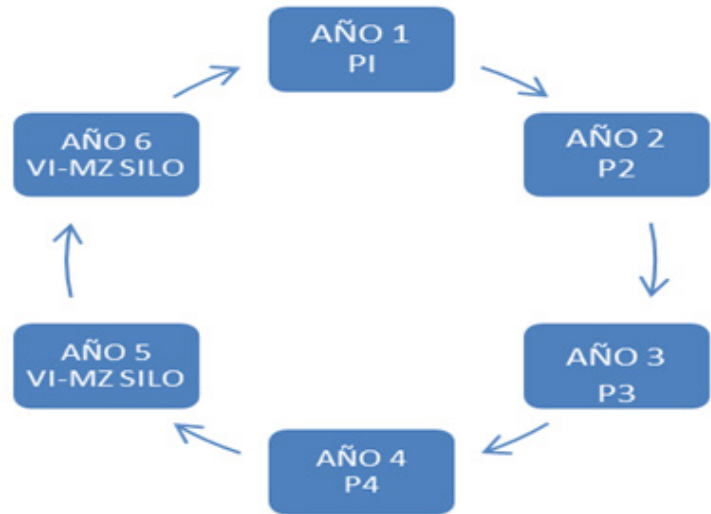


Gráfico 1. Esquemas de Rotación área VO

El área de VS/Recría se conforma de bajos que ocupan aproximadamente el 12-15% de la superficie total del campo (suelo no agrícola). Dentro de estos bajos tenemos diferentes tipos de suelo, algunos en media loma que permiten hacer algún cultivo de invierno o verano, otros bajos con pH 8-9, los estamos mejorando con especies como *Panicum*, *Gramma Rodhes* o verdeos de verano como Mijo. El objetivo con estas gramíneas es producir fibra con bajo nivel de potasio para la maternidad de las vacas y no tocar las zonas agrícolas (principalmente rastros de Trigos y/o Cebadas).

Raza: 80% de las vacas son cruza HA x Jersey (1600/2000 VT) y 20% Jersey (400/2000 VT).

El objetivo racial es mantener el rodeo cruza en busca de mayor vigor híbrido y con esto los beneficios extras de estos animales (Touchberry, 1992; Lopez-Villalobos *et al.*, 2000; McAllister, 2002; Holmes, 2002; De los Campos, 2004; Pedrana, comunicación personal; Montgomerie, comunicación personal).

Carga animal: la carga animal se puede analizar de dos maneras, una es la dotación de VT/Ha VT, otra es medir la carga animal comparativa (CAC) que es la relación del Peso Vivo (PV) total del rodeo y la cantidad de MS total ofrecida por hectárea (MS producida + MS comprada). Esta es conocido como carga animal comparativa (Penno, 1999).

Se ha establecido en 90 Kg PV/Ton MS ofrecida o 1.8 a 2 VT/Ha VT (Baudracco, 2006) como la CAC óptima para estos sistemas de producción. En nuestro caso, la CAC en situaciones promedio es de 70 Kg PV/Ton MS ofrecida o 1.8 VT/Ha VT, para llegar a

los 85-90 kg marcados como óptimo deberíamos subir la carga a 2,2 - 2,3 VT/Ha VT.

Productividad: la productividad lograda promedio en los últimos 6 ejercicios por Ha/VT es de 8500 a 10000 litros de leche corregida al 3,5 % de GB. Los sólidos de leche (SL: GB+P) producidos por día por vaca es de 1 a 1,2 Kg/día/VO, los Kg sólidos de leche/ha VT están entre 600 a 650 Kg. Existe correlación entre los litros libres de suplementación / Has VT con el resultado de la empresa. En nuestro caso los litros libres de suplementación fluctúan entre 7000 a 7500 Lts/Has VT de leche a 3,5% de GB.

Alimentación: en el plano de alimentación, las vacas realizan pastoreo directo o reciben silaje, maíz molido, silo de maíz, expeler de soja y sales minerales. La tasa de crecimiento/producción de pasto se mide cuando entramos a un lote y en recorridas semanales. Cuando las hectáreas disponibles multiplicadas por la tasa promedio de los lotes superan a lo consumido por día por VO se confeccionan reservas (silo de pastura y rollos). Cuando el producto de la tasa de crecimiento por las hectáreas disponibles es menor al consumo diario entra a jugar el silo de maíz como ajuste de carga. En caso de dar silo corregimos proteína con Expeler de soja. El consumo de silo y suplementos (tal cual) incluidas las maternidades de vacas/vaquillonas y las VO es de 3500 a 4200 kg/cabeza/año de silo de maíz, 4-6 kg/cabeza/día de maíz molido, 0,500 kg/cabeza/día de expeler de soja y 1200 a 1500 kg/cabeza/día de silo de pastura.

En el Cuadro 1, podemos observar los datos de consumo de pasto + silo y concentrado (maíz partido 90-95% + expeler se

soja 5-10%) en un año promedio. El aporte de MS/VO/día es de 15 kg (3,5% del peso corporal), aproximadamente 65% es aportado por pasto silaje y un 35% por concentrado. La producción de sólidos de leche (GB+P)/Ton de MS consumida fue de 70 kg y de 32 kg de proteína, la eficiencia de conversión de 0,9 litros con GB del 4,5% o 1,1 con GB corregida al 3,5% por Kg MS consumida. El peso promedio de las vacas en ordeño vacías al comienzo de la temporada de servicios fue de 430 kg. En un estudio realizado en Nueva Zelanda en un sistema intensivo, con vacas Jersey, basado solo en pasturas fueron reportados 75 Kg de SL/ Ton de MS consumida con una producción de pasto de 16 Ton de MS/ Ha (Hurst, 1999); cuando se incorporó suplemento a razón de 0.2 Ton/MS/Vaca (4% del total de la MS) y 4.8 Ton/pasto + silo/Vaca (96% del total de la MS) en un sistema con vacas Holstein Frisian se reportaron hasta 100 Kg de SL /Ton de MS consumida (Van der Poel; 1996).

Si relativizamos los litros de leche promedio a 365 o 305 días, corregidos al 3,5% de GB, con el peso vivo promedio de las vacas (430 kg), vemos que estos animales producen de 4 al 4,6% en promedio de su peso vivo al día en leche respectivamente, siendo consideradas vacas de producción media en la clasificación propuesta por Marshall McCullough (1982) en su libro *Alimentación práctica de la Vaca Lechera*; quedando como de alta producción aquellas que producen más del 5% de su peso vivo al día en leche y de bajas producción las de menos del 3,5%.

Peso Vivo (Vacas Vacías) – Kg	430
Litros Leche/VO / Año 3.5 % GB	6054
Kg Sólidos /VO/Año	390
% GB	4,5%
% Proteína	3,7%
Lts Leche AÑO – DDL 365-305 -3.5 %/Kg PV	4 - 4,6%
MS/Peso Vivo (PV)	3.5%
PASTO + SILO – Kg MS /VO/ Día	9,7 (65%)
Grano Maíz – Kg MS /VO / Día	5,07 (33%)
Expeller Soja – Kg MS/VO / Día	0,35 (2%)
Kg MS/VO/Día	15
Ton MS/VO/Año	5,5
Kg/SL/Ton MS VO Año	70
Kg/P/Ton MS VO Año	32
Ef. Conversión 4,5 % GB	0,9
Ef. Conversión 3,5 % GB	1,1

Cuadro 1. Datos productivos del tambo (promedio).

Silo de Maíz en el sistema

Es un recurso forrajero clave en los sistemas de producción por la estabilidad que garantiza posibilitando tener y mantener alta carga, lograr altas producciones de MS/hectárea a costo bajo por Kg/MS. El silo es un alimento voluminoso donde se aprovecha la planta entera de maíz aportando buenos niveles de energía, es una reserva de fácil administración, un buen vehículo de granos/sales minerales y en la matriz de rotación, es ideal como antecesor de pasturas de implantación.

Algunos de los puntos que consideramos en el proceso de silaje son:

1) Tipo de híbrido a seleccionar: focalizando en materiales que den el mayor rinde por ha, con buena relación grano-biomasa total (Giorgis, 2013) con alto "stay Green" (Di Nucci & Díaz, 2008).

2) Monitoreo del momento de picado: supervisando el estado fenológico de la planta y el estado de madurez del grano. En la medida que aumenta la proporción de grano en la planta aumenta la calidad y rendimiento del silaje (Ferrero, 2000).

3) Procesamiento del grano durante la confección: hoy las picadoras cuentan con tecnología para tal fin, esto es importante aclararlo con el contratista al momento de contratar el servicio y en el control durante la confección.

4) Tipo de grano: seleccionando materiales que tengan granos dentado ya que ocurre una caída en la digestibilidad del almidón a medida que aumenta la vidriosidad del grano con se confecciona el silaje de maíz (Philippeau & Michalet Doreau, 1998).

5) Densidad del silaje: a los fines de evitar pérdidas es importante una adecuada compactación, se han mencionado menores pérdidas con densidades de 250 a 350 Kg/Ms/m³ con pérdidas del 15 al 10% respectivamente (Ruppel *et al.*, 1992).

En el Cuadro 2 se observa la producción en MV-MS/ha (en condiciones de secano), calidades fermentativas/alimenticia, lluvias recibidas por el cultivo de maíz para silaje en el periodo 2009-2013 y en las columnas de la derecha los datos publicadas por laboratorios privados. En términos de promedio los resultados obtenidos en cuanto a calidad fermentativa y alimenticia no distan de los reportados.

	2009	2010	2011	2012	2013	Prom. 09-13	Prom. (1-2)	Max-Min (1-2)
Producción								
Mm Periodo Sep-Ene	399	860	379	306	576	504	--	--
Kg MV / ha	32380	47100	30711	23990	35138	33864	--	--
Kg MS / ha	10388	19782	9520	6237	13739	11933	--	--
Calidad alimenticia								
% MS	32	42	31	26	39	34.0	34.1 (1)	17.4 - 66.5 (1)
% Proteína	5,84	7,4	9,2	10,2	7.0	7.9	7.9 (1)	3.3 - 14.4 (1)
% FDN / MS	48,5	35,19	40,7	60	46.3	46.1	44.1 (1)	26.7 - 77.1(1)
% FDA / MS	28,7	20,17	25,5	38,1	28	28	26 (2)	10 - 54 (2)
% Lignina	--	--	2,67	4,11	4,14	3.6	--	--
% Almidón / MS	18,15	40,24	22,3	1,6	25,5	21.6	25.6 (1)	0.4 - 45.9 (1)
EM (Mcal/kg MS)	2.37	2.68	2.75	2.10	2.45	2.47	2.5 (2)	1.4 - 2.9 (2)
Calidad Fermentativa								
PH	3,15	4,12	3,57	3,89	3,78	3.7	3.8 (2)	3 - 5 (2)
NH3-N (%PB)	--	--	9.8	10.0	10.6	10.1	9.5 (2)	5 - 14 (2)
Ac Láctico (% MS)	--	--	8.0	6.3	5.3	6.5	4.5 (2)	0.2 - 9 (2)
Ac Acético (% MS)	--	--	1.3	4.1	2.8	2.7	1.7 (2)	0.03 - 6 (2)

(1) Numero Muestras: 928. Fuente: Teknal, Bertino D., Fórum Ganadero, VII Congreso de Conservación de Forrajes y Nutrición, Octubre 2013, 9-15. (2) Número de muestras: 528. Fuente: Teknal del Centro.

Cuadro 2. Datos de Rinde y calidad de Silo de Maíz en un periodo de 5 años (2009-2013).

Como es de esperar, los productividad en término de MV-MS/ha, mejora en los años de mejor régimen de lluvias (año 2010). Se puede observar que en el año 2012 la lluvia recibida por el cultivo fue de 306 mm, lo que ocasionó una baja en la producción y si bien se logró una aceptable calidad fermentativa, la calidad nutritiva fue pobre: alta FDN, baja MS, almidón y EM. Ese año en particular hubo que corregir los niveles de energía en las dietas y asumir un mayor costo de producción del Kg de MS de silo de maíz (Cuadro 3).

	2009	2010	2011	2012	2013
Costo \$/ kg MS	0,215	0,141	0,271	0,432	0,333

Cuadro 3. Costo en \$ del Kg/MS de silo de Maíz.

En el Cuadro 4, se observan las densidades logradas en los diferentes años en término de Kg/MS/m³. Las pérdidas (Kg cosechados totales vs Kg extraídos totales) en estos años variaron del 15-20%, esta diferencias está asumida en el costo presentado (Cuadro 3). Es importante destacar que el contratista que confecciona el silo fue el mismo en todos los casos, con adecuada maquinaria pero ha ido disminuyendo su grado de compactación y ello ocasionó un aumento en las pérdidas. En el año 2013, con un material de 39% de MS se logró una densidad de 231 Kg/MS/m³ cuando se había marcado un objetivo de 250 - 300 de Kg/MS/m³. Esta circunstancia determina nuevas estrategias contractuales y comerciales a la hora de contratar el servicio de picado de maíz de silo en las próximas campañas.

	2009	2010	2011	2012	2013
Kg MS / m³	--	303	--	255	231

Cuadro 4. Densidad de silo de Maíz.

En el sector agrícola, poder mantener una adecuada rotación de los cultivos, independientemente del mercado y situaciones coyunturales, en el mediano y largo plazo, resulta fundamental para asegurar sustentabilidad y estabilidad del sistema de producción. En este sentido, el maíz es el cultivo que más aporta rastrojo/ha con una buena relación paja/grano y C/N, lo cual ayuda a mantener y mejorar la materia orgánica de los suelos (Haxhi, 2007).

El maíz es el grano que aporta almidón por excelencia y es utilizado para balancear los requerimientos energéticos de las vacas lecheras en pastoreo. Al incorporarlo en las dietas, es el ingrediente que más impacto tiene en definir los costos de alimentación. Por tal motivo, es importante racionalizar su uso, aprovechando al máximo su almidón. La digestibilidad ruminal y pos-ruminal del almidón mejora a medida que mejora su grado de procesamiento (Brent Theurer, 1986; Nocek & Tamminga, 1991; Yu *et al.*, 1998). Lykos & Vargas (1997), reportaron 44%, 65% y 75% de degradabilidad efectiva del almidón en granos de maíz partido, molido y en copos, respectivamente. El procesado mejora la digestibilidad del grano en dietas con una alta proporción de forraje (Galyean *et al.*, 1979; Lee *et al.*, 1982; Orskov, 1986; Beauchemin *et al.*, 1994, Wu *et al.*, 2001).

Es importante destacar el tipo de híbrido y genotipo que se utiliza para consumo animal. Philippeau & Michalet Doreau (1998), reportaron una degradabilidad ruminal del 72% y 62% para maíces dentados y Flint respectivamente, esto lo atribuyeron a una mayor proporción de endosperma harinoso en los maíces dentados.

Por lo descripto anteriormente es que utilizamos maíces dentados molidos. Seleccionamos híbridos de alto potencial de rendimiento para cada ambiente, definidos con especialistas de la empresa proveedora. Utilizamos semilla con los últimos adelantos en Biotecnología y un manejo de prácticas agronómicas adecuadas para su realidad.

El coeficiente de logro expresado en %, es la relación que existe entre la densidad de semillas/ha y el stand de plantas logradas/ha. En los últimos 6 años este coeficiente varió del 86% al 95% (Cuadro 5).

Año	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14
Coefficiente de logro (%)	sd	86%	87%	93%	95%	90%	93%

Cuadro 5. Coeficiente de logro de plantas de maíz

El promedio de rinde en términos de kg de grano seco/ha es de 8778 kg con un mínimo de 6401 kg y un máximo de 10718 kg en condiciones de secano (Cuadro 6).

Año	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14
Kg de grano seco/ha	9647	6401	10718	9729	6760	9410	En curso

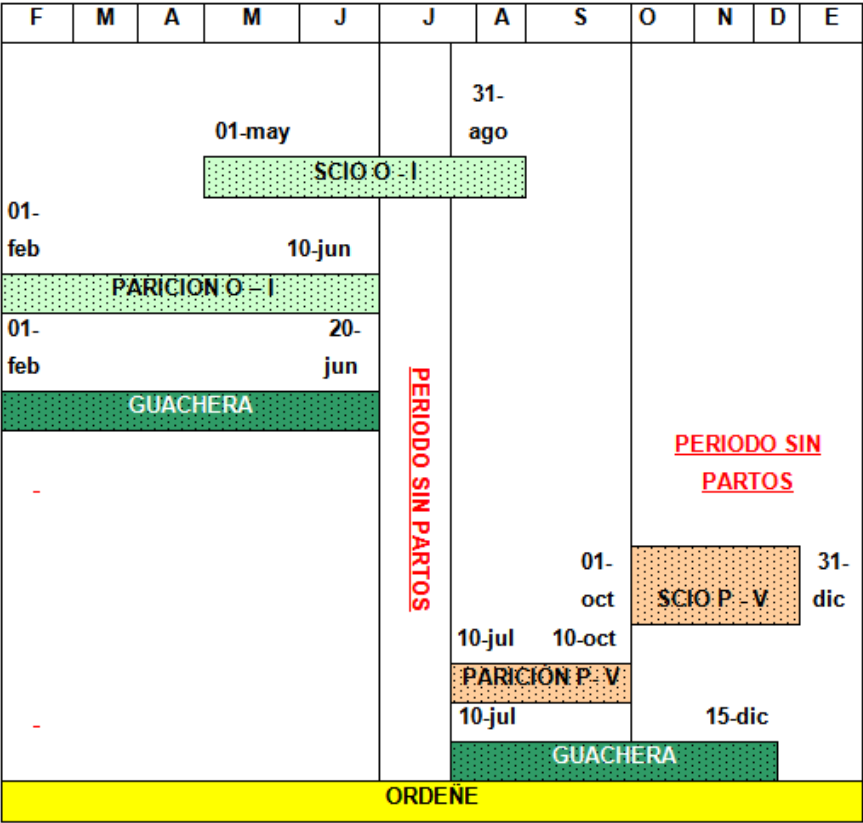
Cuadro 6. Promedio de rinde de maíz /kg de grano seco/ha

El consumo de grano de maíz molido en VO es de 4-6 kg/cabeza/día dependiendo de los niveles de producción, estado corporal del rodeo y DDL. En el caso de maternidad de vacas, fluctúa entre 1 a 2 kg/cabeza/día dependiendo del nivel de almidón del silo de maíz.

Manejo Reproductivo

El sistema de servicios y partos es biestacionado (Cuadro 7). Los partos están distribuidos en otoño y primavera. Los de otoño son para anticiparnos a la llegada del invierno optimizando el logro y trabajo en guachera. Los partos de primavera son temprano, en pos de tener los picos de lactancia, aumento del consumo de MS y preñar a las vacas antes del verano, dado a que se ha reportado menor baja concepción en dicha estación de año (Vicentini *et al.*, 1991, Thatcher & Collier, 1986). Una consecuencia

de esto, es que los picos de vacas en ordeñe se dan en abril-junio y octubre–diciembre, meses en los que tenemos la producción de VI-T en otoño-invierno y de pasturas (alfalfas) de primavera. Ello permite armar un circuito de pastoreo con estos recursos y optimizar la utilización del pasto.



Cuadro 7. Esquema de Biestacionalidad reproductiva.

La fertilidad de un rodeo lechero es considerada un evento multifactorial (ILSI, 2006), trabajos previos como el proyecto INCALF de Australia (Lean, 2006), veterinarios de la actividad privada de Nueva Zelanda (Davidson *et al.*, 2010) o la propuesta de

INTA Rafaela (Maciel & Scándolo, 2013) sugieren considerar al % de vacas IA (Inseminación Artificial) en 3 semanas, % de preñez en 6 semanas, % de preñez de 1º Servicio y % de vacas NO preñadas en 21 semanas (5 meses de servicio) como indicadores potenciales a tener presente en tambos con parición estacional o biestacional. Al asumir el periodo de puerperio post-parto (40-45 días), estos índices son comparables a los propuestos por el INCALF para evaluar tambos continuos como el % IA a 65 días post-parto y % preñadas a 80 días post-parto, así se puede hacer una comparación objetiva entre parámetros entre ambos sistemas.

En el Cuadro 8 se observan diferentes situaciones, promedios, buenas, malas y posibles de lograr que surgen de un relevamiento realizado en Australia en tambos estacionados (proyecto INCALF). En la 4º columna están los valores alcanzables u objetivos que surgen del Tambo medio del cuartil superior ordenados por Preñez a las 6 semanas de Australia. En la 5º columna (in) están nuestros valores promedios en los últimos 4 años con sus máximo y mínimos entre paréntesis.

	Bajo	Promedio	Alto	Alcanzable	in
% P 1º Servicio	24	49	68	54	48 (37-56)
% IA en 3 Semanas	29	77	95	87	77 (63-89)
% P en 6 semanas	23	63	86	75	57 (43-63)
% NO Preñadas en 21 semanas	37	9	1	6	17 (16-18)

Cuadro 8. Eficiencia reproductiva en Australia y en Tambo Sur de Córdoba (In).

CONCLUSIONES

La suplementación con grano de maíz molido y silo de maíz son recursos que permiten y hacen posibles lograr la integración de los procesos, alta producciones de MS/ha y balancear las dietas pastoriles en términos de energía.

El aumento de carga de 20% para llegar a 2.3 VT/ha VT nos llevara a ser más eficientes y a mejorar nuestras producciones/ha con menos riesgo de ser desplazados por otras actividades más rentables y/o de menor inmovilización de capital en tiempo y monto. Para esto hay que seleccionar animales que se preñen rápidamente, se adapten al sistema y sean más eficientes en la conversión de MS a SL. En este sentido el silaje de maíz y de pasturas son los recursos más importantes en términos de producciones de MS/ha y junto con la administración de maíz en grano molido reducen el costo de alimentación que es el gasto más importante en tambos comerciales.

Entre otras cosas, queda trabajar en pos de lograr mayor compactación en el silaje de maíz para minimizar las pérdidas cuantificadas por nosotros 15-20% (datos no publicados).

Es importante destacar que el sistema de parición biestacional genera una agenda de trabajo muy amigable, ya que existe una programación anual de actividades en donde se hace más eficiente el uso del Recurso Humano en tiempo y forma, en tareas tediosas y rutinarias como el tambo.

Unos de los pilares del modelo es el manejo reproductivo, siendo esta una fortaleza en la actualidad, a la vez podría ser una amenaza futura por lo ajustado del sistema reproductivo. Hoy disponemos de conocimientos en biotecnología reproductiva que nos ayudaría a ser más eficientes en esta área.

BIBLIOGRAFÍA

AACREA. 2008. *Normas Físicas Lechería*

AACREA. 2010

Baudracco J. 2006. *Effects of stocking rate and supplementation on the productivity and profitability of Argentine dairy systems*. MSc Thesis, Massey University, Palmerston North, New Zealand

Beauchemin *et al.*, 1994. Effects of mastication on digestion of whole cereal grains by cattle. *J. Anim. Sci.* 72: 236-246

Brent Theurer C. 1986. Grain processing: Effects on starch utilization by ruminants. *J. Dairy Sci.*, 63: 1649 - 1662

Davidson *et al.* 2010. Matamata Veterinary Services. *Dairy Newsletter*. 26 Tainui Street, Matamata 3400, New Zealand. No publicado

De los Campos G. 2004. *Cruzamiento del ganado lechero*. Instituto Babcock. Universidad de Wisconsin. Novedades lácteas 2004. Reproducción y genética N° 610

Dillon *et al.* 2005. Optimising financial return from grazing in temperate pastures. Utilisation of grazed grass in temperate animal systems. *Proceedings of a satellite workshop of the XXth International Grassland Congress*, Cork, Ireland, July 2005: 131-147

Di Nucci E & Díaz MG. 2008. Informe de Evaluación de germoplasmas de Maíz destinado a Silaje (2007-2008). EEA Paraná

Fales *et al.*, 1995. Stocking rate affects production and profitability in a rotationally grazed pasture system. *J Prod. Agric.*, 8: 88-96

Ferrero, 2000. *Calidad de la planta y del silaje de maíz cosechados a diferentes estados de madurez*. Tesis M.Sc., Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias. Balcarce: 113 p.

Galyean *et al.*, 1979. Corn particle size and site and extent of digestion by steers. *J. Dairy Sci.*, 49: 204-210

Giorgis R. 2013. Evolución de los sistemas de leche en la Región Crea, Santa Fe Centro. *VII Congreso de Conservación de Forrajes y Nutrición*: 27-31

Haxhi L. 2007. Stay Green en Maíz. Aspecto a tener en cuenta para el silaje. Laboratorio NIRS, Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Lomas de Zamora

Heersche G & Nebel RL. 1994. Measuring efficiency and accuracy of detection of estrus. *J. Dairy Sci.*, 77: 2754-2761

Holmes CW, Wilson GF, Mackenzie DDS, Flux DS, Brookes IM & Davey AWF. 2002. *Milk production from pasture*. 3rd ed. Butterworths of New Zealand Ltd, Wellington, New Zealand

Hurst C. 1999. *Bay of Plenty*.

Jornada de Produccion Lecheras, 2007. Universidad Nacional del Centro. Tandil

ILSI. 2006. *Maíz y Nutrición*. Recopilación del ILSI Argentina. Serie Especial de Informes. Volumen II, octubre 2006: 4-8

Kellaway & Porta. 1993. Feeding concentrates supplements for dairy cows. Dairy Research and Development Corporation. Australia

Lean I. 2000. *A Hazards Analysis Critical Control Point Approach to Improving Reproductive Performance in Lactating Dairy Cows*. Bovine Research Australasia, PO Box 660, Camden, NSW, Australia

Lee *et al.*. 1982. Effects of mixing whole shelled and steam-flaked corn in finishing diets on feedlot performance and site and extent of digestion in beef steers. *J. Anima. Sci.*, 55: 475

LIC. 2005. *Dairy Statistics 2004 - 2005*. Livestock Improvement Corporation Ltd, Hamilton, New Zealand

Lopez-Villalobos N, Garrick DJ, Holmes CW, Blair H & Spelman RJ. 2000. Profitabilities of some mating systems for dairy herds in New Zealand. *J. Dairy Sci.*, 83: 144-153

Lykos & Vargas. 1997. Varying degradation rates of total nonstructural carbohydrates: effects on ruminal fermentation, blood metabolites, and milk production and composition in high producing Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 80: 3341-3355

Maciel M & Scándolo D. 2013. Aspectos Básicos del Manejo Reproductivo de Vacas Lecheras. XXI Curso Internacional de Lechería par Profesionales de América Latina. INTA Rafaela

MacMillan K.L, 1992. Reproductive Management. P 88-98 En: Van Horn HH & Wilcox CJ (Eds.) *Large Dairy Herd Management*. USA

McCullough, 1982. *Alimentación práctica de la Vaca Lechera*. Tercera Edición. Editado por Biblioteca Agrícola AEDOS

McAllister AJ. 2002. Is crossbreeding the answer to questions of dairy breed utilization? *J. Dairy Sci.*, 85: 2352-2357

Mc Dougall S. 2004. Programas de Inseminación a Tiempo Fijo en tambos comerciales. Usos y alcances. *Congreso Semex 2004*. Buenos Aires, Argentina

Morton JM & McGowwan MR. 2002. Herd-, cow-, lactation- and insemination-level factors affecting reproductive performance in dairy herds. *Proc. of World Buiatrics Congress*. Hannover, Germany

Nocek & Tamminga, 1991. Site of digestion of starch in gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. *J. Dairy Sci.*, 74: 3598-3629

Orskov ER 1986. Starch digestion and utilization in ruminants. *J. Dairy Sci.*, 63: 1624-1633

Penno, 1999. Stocking rate for optimum profit. Paper presented at the *South Island Dairy Event*.

Philippeau & Michalet Doreau. 1998. Influence of genotype and ensiling of corn grain on in situ degradation of starch in the rumen. *J. Dairy Sci.*, 81: 2178-2184

Ruppel *et al.*, 1992. *Effect of bunker silo management on hay crop nutrient management*. M.S. Thesis, Cornell University, Ithaca, NY.

Tamagnini A. 2005. Tambo-Agricultura. Rotación estable para mejorar el suelo y los números. *VII Congreso Nacional de Lechería*: 17-20

Thatcher & Collier, 1986. Effects of climate in bovine reproduction. En: Morrow DA (Ed.). *Current therapy in Theriogenology*. 2. W.W. Saunders. Philadelphia: 301-309

Touchberry RW. 1992. Crossbreeding effects in dairy cattle: The Illinois experiment, 1949 to 1969. *J. Dairy Sci.*, 75: 640–667

Van der Poel. 1996. Going for high production. Dairy farming Annual. Massey University: 5-10

Vicentini *et al.*, 1991. Eficiencia Reproductiva en vacas lecheras de la Cuenca central santafesina. *Rev AAPA*, 11: 319

Weaver *et al.*, 1987. Design and economic evaluation of dairy reproductive hlth programs for large dairy herds. *Comp. Contin. Educ. Pract. Vet.*, 9: 355-366

Williams S. 2001. The Incalf Projeet. Progress Report. July 2001.

Wu *et al.*, 2001. Cracked Dry or Finely Ground High Moisture Shelled Corn as a Supplement for Grazing Cows. *J. Dairy Sci.*, 84: 2227-2230

Yu *et al.*, 1998. Effects of ground, steam-flaked, and steam-rolled corn grainson performance of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 81: 777– 783

Conferencia
11 de julio de 2013

Apertura de la conferencia y presentación del Ing Agr Julián Cámara Hernández

por el **Presidente de la Academia Nacional de
Agronomía y Veterinaria, Dr Carlos O. Scoppa**

Señores Académicos,
Autoridades,
Señoras y Señores

Cumpliendo una vez mas con el mandato de “congregar a las personas mas conspicuas y representativas en el cultivo del intelecto y el conocimiento, y fiel a su esclarecida tradición de buscar en común los medios para promover armónicamente la indagación científica y la recreación de la cultura”, que es la vida misma, la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, vuelve a convocar a Sesión Publica Extraordinaria para ofrecer su tribuna al Ing Agr Julián Cámara Hernández quien nos ofrecerá una disertación titulada “Un recurso para el futuro: la agrobiodiversidad de los maíces nativos de la Argentina”.

Trascendente cuestión para el futuro agroalimentario y energético del país y el mundo en su sentido más amplio: humano, social, cultural, económico y en la cual se continúa sosteniendo el único, verdadero y legítimo desarrollo de la República.

Esta exposición nos revelara, con el rigor y la experiencia que caracteriza a nuestro conferencista de las posibilidades y poten-

cialidades de nuestros maíces nativos, tema sobre el cual investigara durante tanto tiempo y su futuro.

Tratar solamente de resumir, aunque sea de la manera más escueta, la frondosa y fructífera hoja de vida del Ing Cámara Hernández nos quitaría tiempo para escuchar las que seguramente serán fundamentales conclusiones sobre una temática la cual trabajarán también otros esforzados investigadores durante largo tiempo.

Solo baste decir que su arraigada vocación por la docencia, la investigación y desarrollo son ampliamente conocidos, reconocidos y admirados por el conjunto del mundo académico y las diferentes camadas de alumnos que han tenido el privilegio de tenerlo como profesor.

Agradecemos al disertante que hoy nos honra por esta gentil entrega de su mente, opiniones y tiempo.

Escuchémoslo con atención, más aun en estos tiempos donde solo parece imperar la sordera y la rusticidad. Hacerlo supone algo superior a los intereses parciales, donde la convivencia no implica ignorar la discrepancia, como tampoco la concordancia como conclusión indispensable. Haciendo uso de la inteligencia autocrítica como de la crítica se cumple con el dialogo y existen derechos. Lo contrario solo es antinomia.

Ing Cámara Hernández, esta mítica tribuna se honra con su presencia y desde este momento es toda suya.

Conferencia
11 de julio de 2013

Un recurso para el futuro: la agrobiodiversidad de los maíces nativos de la Argentina

por **Julián Cámara Hernández**

INTRODUCCIÓN

Los maíces indígenas de la Argentina poseen una considerable agrobiodiversidad, es decir, una diversidad biológica en relación con la agricultura. Esta agrobiodiversidad del maíz incluye, además de la diversidad genética, los complejos ecológicos en los cuales ésta se desenvuelve y el factor humano que ha contribuido a su permanente mantenimiento, conservación y desarrollo.

La biodiversidad, en general, en el seno de los sistemas agrícolas y de los habitats naturales, está desapareciendo a un ritmo sin precedentes. Durante los últimos 50 años, un pequeño número de variedades de cultivos agrícolas ha reemplazado a miles de variedades locales en distintas áreas de producción.

Con referencia al maíz, esas variedades modernas de gran cultivo hacen frente a las necesidades de una población mundial en constante crecimiento. Ello se debe al trabajo de la ciencia y de la tecnología que es nuestro deber reconocer en ese aspecto, a pesar de haber producido una uniformidad genética que atenta contra la biodiversidad de los maíces nativos.

Esta diversidad de los maíces indígenas es el resultado, en gran parte, de la selección y domesticación realizadas por el hombre.

Estos maíces se cultivan en América desde la iniciación de la agricultura en este continente, hace más de 7000 años. En el caso

de nuestro país, se poseen pruebas de esa existencia (aunque no tan antiguas como en otras regiones del continente) en distintos sitios del mismo, basadas en restos arqueológicos prehispánicos que permiten establecer, a través de los caracteres de sus marlos, relaciones con las razas que todavía se cultivan en esa región.

La diversidad genética es la fuente de adaptabilidad a los factores del ambiente, incluido el cambio climático. Además es una contribución a la productividad agrícola aportando a los agricultores y a los profesionales, material para seleccionar variedades más productivas o para mejorar las características de los cultivos para afrontar la sequía, las plagas y las enfermedades.

Asimismo, esa diversidad proporciona la energía y la variedad y cantidad de las proteínas, grasas, minerales, vitaminas y otros micronutrientes que son la clave para la seguridad alimentaria y la nutrición.

Estos maíces son originarios del norte de la Argentina, donde la variedad de ambientes constituye un elemento que sugiere caracteres ocultos de su diversidad determinados por la selección natural.

Una idea de la adaptación de las diferentes formas la dan unas pocas citas de los lugares donde se cultivan. Desde el noroeste, a considerable altura y ambiente seco de lugares puneños, pasando por quebradas con pequeñas parcelas cercanas al río de montaña. Hacia el este, el ambiente cambia desde las estribaciones orientales de los Andes donde se encuentra la selva tucumano-oranense, hasta el ambiente chaqueño, en este caso de las provincias de Salta, Formosa y Chaco, y pasando a la selva de la provincia de Misiones en la que se realiza el cultivo del maíz por los nativos del lugar.

Sólo como ejemplo de los factores ambientales determinantes de la diversidad del maíz y la selección natural de sus formas, basta considerar dos casos extremos como la existencia de formas resistentes al ataque de hongos patógenos en el ambiente húmedo que favorece su desarrollo y la existencia, en ambientes de extrema sequía, de otras formas derivadas de la selección por la que poseen resistencia a esas condiciones.

No menos importante en el mantenimiento de la diversidad en los maíces indígenas es la actividad agrícola y el manejo y uso de la producción que realizan los agricultores desde hace varios siglos. Esta actividad, que llega hasta nuestros días, pero que, como consecuencia de los cambios culturales, sociales y económicos del presente, se va perdiendo y, con ella, la conservación de la variabilidad de esos maíces.

Aún se practica una agricultura tradicional con el uso de arados de mancera para preparar el terreno para la siembra. Se encuentran, también en uso, arados de madera los que tienen una punta de hierro atada con tiento.

En muchos lugares del noroeste se realiza la cosecha de las plantas enteras con las que se hacen parvas, las llamadas calchas, para completar el secado de las espigas. Alrededor de las calchas se reúne la familia para deschalar las espigas que se guardan en graneros para ser utilizadas durante el invierno.

El desgranado de las espigas se realiza a mano o con sencillos aparatos.

Cuando es necesaria la molienda, se practica a mano en morteros primitivos de piedra o de madera. Todavía es posible encontrar, en funcionamiento, molinos hidráulicos (Jujuy, Salta) con piedras circulares. En otros lugares (Santa María, Catamarca) fun-

cionan molinos eléctricos antiguos destinados a la producción de harina de los distintos maíces.

Los trabajos señalados reflejan la existencia de un patrón cultural y social que determina el mantenimiento de la diversidad del maíz en el propio lugar de cultivo.

También es importante reconocer la contribución aportada por los agricultores tradicionales en el desarrollo de la diversidad de los maíces nativos debida a la selección, mantenimiento y conservación basados en caracteres deseados para su uso en la alimentación. El maíz ha constituido un producto irremplazable para la elaboración de innumerables y variadas comidas y bebidas.

Trabajo taxonómico

Pero, ¿de que manera podemos hacer reconocible esa agrobiodiversidad del maíz, recurso potencial para el futuro?

Un aporte básico en el conocimiento de su variabilidad, su conservación y su uso es el estudio botánico taxonómico de los maíces indígenas (Cámara Hernández *et al.*, 2012). La investigación tuvo su comienzo en colecciones de material efectuadas en las diferentes regiones, lo que ha posibilitado el contacto con los agricultores que han enriquecido nuestros conocimientos, aportando datos relativos a sus experiencias, compartiendo sus problemas y sobre los que les hemos, en la medida de nuestras posibilidades, brindado información para su solución.

Mediante cultivos experimentales del material coleccionado, en sus lugares de origen, se han relevado los datos que han permitido la delimitación de las diferentes razas.

Estas razas están constituidas por diferentes formas o varie-

dades enmarcadas en un taxón racial con caracteres estables y ligados a las condiciones ambientales de determinada área.

Es un trabajo botánico fundamentado, principalmente, en caracteres morfológicos que posibilitan la individualización de las razas. Los caracteres estudiados son, principalmente, los vegetativos, que muestran el distinto desarrollo de las estructuras de ese tipo que constituyen una manifestación de diferencias genéticas seleccionadas, principalmente, por el ambiente y por la intervención del hombre.

De los caracteres de estructuras reproductivas, se analizaron los de la panoja, los que no son considerados como diferenciales por los agricultores ni usuarios del maíz, pero que, taxonómicamente, tienen importancia por sus homologías morfológicas con los de la espiga.

Es la espiga la que, en las áreas del cultivo, uso e investigación del maíz, tiene una importancia fundamental para la diferenciación del material y representa, visualmente, el medio más expresivo de la diversidad.

En los caracteres del grano, además de los de su morfología externa, expresada en su tamaño, forma y color, son valiosos los del pericarpio y el embrión, pero, los del endosperma son fundamentales por su estructura y composición.

El endosperma puede ser harinoso u opaco, dada la poca compacidad de los granos de almidón en las células de la totalidad del endosperma, o córneo en la mayor parte del endosperma.

También, entre los maíces nativos de la Argentina, en el noroeste existen los que poseen parte del endosperma azucarado.

Pero, la variación no es sólo la señalada. La distribución del endosperma harinoso y córneo en el grano, es también variada,

lo que da lugar a diferentes usos culinarios que sostienen esa diversidad.

La diversidad de los caracteres señalados sugiere la variabilidad de otros como la resistencia a la sequía, plagas y enfermedades, constitución química del grano, etc.

Los estudios sobre la variabilidad señalada han hecho posible la clasificación de los maíces indígenas en razas del noroeste argentino, correspondientes a las provincias de Catamarca, Tucumán, Salta y Jujuy y del noreste, correspondientes a las provincias de Formosa y de Misiones.

En la obra aludida, se describe cada una de las razas. A las descripciones se le han agregado observaciones que tuvieron su origen en la relación con los agricultores y pobladores locales, en la bibliografía y en las exploraciones para la colección de material para el estudio.

Como trabajo taxonómico botánico, no pueden faltar en el mismo las claves para la determinación de material, en este caso basadas en los caracteres de las espigas que son el objeto persistente y de distribución para su uso y análisis.

Todos los datos registrados para el estudio, se han volcado en tablas correspondientes a los diferentes caracteres. Son 62 los diferentes caracteres estudiados.

Una ayuda importante para quienes trabajen con material de los maíces indígenas la constituye la representación gráfica, en tamaño natural, de las espigas. Asimismo, la de los granos que por sus caracteres externos constituyen un complemento para la determinación de los maíces.

Estas razas constituyen las entidades en las que se basan estudios de diversa índole. Por ejemplo, los de taxonomía numérica que

confirman la delimitación racial y constituyen una herramienta importante para determinar las afinidades interraciales y postular su origen y evolución como aporte a las investigaciones filogenéticas.

También son fundamento de investigaciones citogenéticas que, por ejemplo, han evidenciado una correlación positiva entre cromosomas B y altitud de cultivo sobre el nivel del mar, lo que sugiere un significado adaptativo de los cromosomas B.

Otros estudios son relativos a ADN de restos arqueológicos, los que evidenciaron la variabilidad de esos maíces antiguos.

Diferentes razas de maíz

Una rápida reseña de las distintas razas, basada en las espigas, además de sorprender por el crisol de aspectos, dará las herramientas para manejar ese material que origina los productos utilizables por el hombre.

El maíz "Pisingallo" posee espigas pequeñas, con granos pequeños que son duros y revientan al calentarlos produciendo el pochoclo o pororó, llamado "florcitas" o "puras" en la región noroeste. Con estas características existen, en el noreste, los maíces "Pipoca" y "Pororó".

La variedad "Morocho" tiene espigas de mayor tamaño que el anterior, con 12 a 16 hileras de granos duros en su mayor parte, redondeados, con una porción de endosperma harinoso en la parte interior. Los maíces "Tupí" del noreste poseen esos caracteres en el grano.

El maíz "Capia" posee espigas muy gruesas y de forma ovoide que tienen 16 a 20 hileras de granos. Éstos son angostos y alargados con todo su contenido de consistencia harinosa. Con las mismas características en el grano existen las variedades "Capia

Rosado" y "Capia Púrpura" que se diferencian por el color de los granos y por otros caracteres de la planta. También de consistencia harinosa en todo el grano son los maíces "Amarillo Ancho", "Amarillo Angosto", "Blanco Ancho", "Blanco Angosto", "Rosado" y "Overo", de Misiones.

En la raza "Harinoso", del noroeste, generalmente también llamado capia, los granos son grandes y poseen consistencia harinosa y las espigas tienen, en general, ocho hileras. La forma de las mismas es cilíndrico-cónica lo que facilita su diferenciación con los otros maíces "capia". También posee granos con consistencia totalmente harinosa, la variedad "Garrapata" que lleva ese nombre debido a que el color de sus granos es azul con manchas blancas pequeñas. Sus espigas son cónico-esféricas.

La variedad "Amarillo Chico" debe este nombre al color de sus granos y al tamaño de las espigas. Éstas poseen, generalmente, ocho hileras de granos y son angostas. Sus granos son chatos y su consistencia es dura en gran parte, con una banda harinosa en el centro. Este es un maíz precoz que completa su período vegetativo antes que las otras variedades.

Se denomina "Amarillo Grande" a otra variedad con el color del anterior pero con espigas cónicas que poseen entre 8 y 10 hileras de granos. Sus granos son más harinosos que los del "Amarillo Chico" y, por lo tanto, dentados.

El maíz "Chullpi" posee espigas aovadas con 18 a 24 hileras de granos que son largos, angostos y con poco espesor. Poseen contenido harinoso en su parte basal y el resto es dextrinoso o azucarado. A su madurez, los granos son arrugados.

La variedad "Culli" que se caracteriza por sus espigas pequeñas, cilíndricas y sus granos de color púrpura oscuro, casi negro,

que se encuentra en la cáscara. Su color se lo da el pigmento antocianina (cianidina-3-b-glucosa) que tiene efecto antioxidante. Los granos tienen consistencia harinosa.

Es importante mencionar la raza "Altiplano", "Bolita" o "Coya" que posee espigas muy pequeñas y que, por su adaptación al ambiente de las grandes alturas, puede ser interesante para cultivar en lugares con condiciones extremas. La variación que presentan las diferentes formas de esta variedad en la consistencia de sus granos permite la elaboración de diferentes comidas en lugares próximos al altiplano.

Existen, en el norte de la Argentina, otros maíces que completan la cantidad de 51 razas y que poseen caracteres de los descritos precedentemente, siempre interesantes por su variabilidad que es motivo de distintas opciones para su uso en la alimentación humana y para el cultivo en diferentes ambientes.

Usos de los maíces

Las comidas y bebidas tradicionales preparadas con los maíces indígenas, constituyen un factor importante en la conservación de su diversidad a lo largo del tiempo (Cámara Hernández & Arancibia de Cabezas, 2007).

La amplia gama en la constitución de los granos de diferentes razas permite una variación en la dieta de sus productores y pobladores locales. Esos granos poseen propiedades culinarias frecuentemente poco conocidas fuera de su lugar de origen.

Al mencionar las distintas comidas, es necesaria la referencia a la raza que se utiliza para prepararlas.

Con el maíz "Pisingallo" se hace la harina cocida que tiene varios usos. Esta harina se prepara con los granos de este maíz que

revientan con el calor, produciendo las florcitas o puras que son molidas en un molino. Con la harina cocida se hacen sopas, se prepara chilcán, con agua caliente y azúcar, ulpada, con agua fría y azúcar, que se consume como refresco, y miskopitapi que es un buen alimento para los niños, hecho con harina cocida y leche caliente de oveja o de cabra. También la harina cocida se come mezclada con azúcar y lleva el nombre de harinita.

Con el maíz "Morochó" y también el "Perla", se hace el locro, la mazamorra o api que se come con distintos productos como leche, miel de caña, azúcar y limón y otras frutas cortadas. También se prepara la aloja y el frangollo que se hace con harina gruesa de maíz "Morochó".

El maíz "Capia" (también el "Capia Rosado", el "Capia Púrpura", el "Harinoso" y el "Garrapata") es utilizado para hacer el mote hirviendo sus granos. Si estos se pelan previamente, se llama mote pela. Este producto se utiliza para hacer picante o guiso, tamales, tamal en fuente, pastel de capia. Hirviendo la espiga entera se hacen las tijtinchas en las que se suma al del grano, el sabor agradable del marlo.

Con la harina de "Capia" y otras variedades de grano harinoso se hacen las masitas llamadas capias.

Los maíces del noreste de la Argentina, de las razas "Amarillo anchi", "Amarillo Angosto", "Blanco Ancho", "Blanco Angosto", "Rosado", "Overo", "Tupí", se utilizan para preparar la sopa paraguaya, el bori bori, las albóndigas, el chipá guazú.

El maíz "Amarillo Chico" del noroeste y también el "Amarillo Grande" que tiene menos proporción de endosperma córneo en el grano, se utilizan, en general, en forma de harina para hacer calapi, sanco, tulpo o esperado, pire, anchi de sémola, caldo majao o sopa majada y bollos.

También el maíz “Amarillo Chico” es ideal para la elaboración de chicha de maíz que es la bebida tradicional de baja y variable graduación alcohólica cuya fabricación es un complicado proceso con innumerables variaciones según las regiones donde se prepara y las costumbres de los pobladores.

Con el maíz amarillo se hace la kalapurka que es una sopa con mote pela de este maíz, charqui, chalonga, papas y condimentos. Esta sopa se sirve con piedras calientes que se agregan a cada plato como resabio del uso de piedras calientes para hacer esta comida con anterioridad a la invención de la cerámica cuando se utilizaban mates como vasijas, los que eran combustibles en el fuego directo.

Si bien el maíz “Chullpi” es ideal para su consumo como grano fresco (el choclo) por su contenido de azúcares, las otras variedades también tienen buenas propiedades para ese uso. Con los choclos puede hacerse huminta en sus distintas variedades: huminta en chala, hervida; huminta en chala, asada; huminta en olla. También se hace el pastel de choclo y el guajcha loco.

Los granos maduros y tostados de maíz “Chullpi” se comen con queso, o solos en el desayuno. El “tostado” también se hace con maíz “Capia”.

El maíz “Culli” de granos de color púrpura, casi negro, que se utilizan para la elaboración de una bebida no alcohólica, la chicha morada, que es el producto de su hervor en agua al que se le agregan azúcar y jugo de limón. La harina de este maíz se hierve en agua con lo que se obtiene una bebida espesa, el api, a la que se le agrega azúcar y cáscara de naranja o clavo de olor.

A los usos de los maíces en las comidas mencionadas y en otras que existen en diferentes lugares de la región, pueden agregarse sus usos medicinales (Cámara Hernández, 2008.) en-

tre los que es importante el derivado de la carencia de gluten en el grano que posibilita su utilización, no muy difundida, para los pacientes que padecen de celiaquía. Las barbas o estigmas de las espigas de maíz tienen valiosas propiedades medicinales. También la harina y los granos son usados en cataplasmas. El maíz "Culli" posee un alto porcentaje de antocianina que tiene efecto antioxidante y que contribuye a la regeneración de los tejidos, la reducción del colesterol LDL (colesterol malo) y la formación de colágeno. También se usa en oftalmología y, recientemente, en la Facultad de Medicina de la Universidad de Nagoya, Japón, se ha probado que evita la aparición de cáncer de intestino grueso.

Si el uso de los maíces nativos en la preparación de comidas y bebidas tradicionales se ampliara hacia afuera de la región de origen, en grandes ciudades, su diversidad podría mantenerse. Esta posibilidad de demanda de maíces para distintos usos culinarios y de productos relacionados, determinaría que los agricultores locales pudieran obtener ingresos por la producción de los mismos.

Para el uso fuera de la región de origen, serían necesarias la actividad agroindustrial, que tiene un papel importante en los productos de alcance masivo, y la actividad de sensibilización pública para que los consumidores los adoptaran.

Con ese uso en los centros densamente poblados, se podría intensificar el cultivo de los maíces nativos y así revertir su paulatino abandono debido a la creciente necesidad de los agricultores regionales de obtener bienes de consumo modernos con la realización de otras actividades que determinan el cambio del cultivo del maíz por el de otras especies o el abandono de las actividades agrícolas.

Mantenimiento de la diversidad

Para la conservación de la agrobiodiversidad se requiere el aporte académico de representantes de diferentes disciplinas, la ayuda técnica, política y financiera, orientados hacia el desarrollo de la conservación *ex-situ* y a la promoción de la conservación *in-situ*.

La conservación *ex-situ*, en bancos de germoplasma, es desarrollada en nuestro país por el INTA, que, además del Banco Base en Castelar, posee, para el maíz, el Banco Activo en la Estación Experimental de Pergamino.

Esta conservación *ex-situ* implica el mantenimiento con seguridad, de materiales genéticamente diversos que sean fácilmente accesibles para usuarios de germoplasma para investigación y uso en el mejoramiento, y para agricultores

En el Banco de Pergamino, los materiales son caracterizados y evaluados, a la vez que regenerados, para asegurar la viabilidad a largo plazo, tareas para las cuales es necesario un considerable aporte financiero.

La conservación *in-situ* es el mantenimiento y el uso de la biodiversidad en los ambientes en los cuales se desarrollan las variedades y han evolucionado bajo la selección por el hombre.

Esos factores están en un proceso cambiante por lo que es necesaria la intervención de expertos de diferentes disciplinas, de agricultores y de fitomejoradores que ayuden a la conservación en las fincas. Ellos promoverán el mantenimiento, la selección y el intercambio de conocimientos relacionados con el manejo agrícola del maíz, e incentivarán la creación de bancos de semillas comunitarios, la realización de ferias de semillas que favorezcan el intercambio de información y de recursos, así como el mejoramiento participativo.

Los agricultores constituyen el fundamento local para la conservación in-situ de los maíces. Pero, podemos confirmar que la mayoría de ellos tiene edad avanzada, sin la compañía de jóvenes agricultores que sigan su camino.

En una reunión con agricultores para la que fui convocado en Jujuy, participaba un joven que, por sus intervenciones, era una promesa para el cultivo futuro de los maíces indígenas. Al siguiente año de esa entrevista, decidí volver a visitar su finca: me recibió su madre, la que me dijo que su hijo se había marchado a trabajar a Ushuaia.

Generalmente, se responsabiliza a la difusión de variedades modernas de maíz como causante de la pérdida de la diversidad por abandono del cultivo de los maíces indígenas. Esto es más preocupante en México y en Perú donde las áreas de cultivo de los dos tipos de maíz se superponen. No es el caso de la Argentina donde las variedades de gran cultivo ocupan, generalmente, un área diferente a la de los maíces nativos.

Si bien su desplazamiento y extinción por esa causa pueden ocurrir en nuestro país, es necesario no centrarse exclusivamente en ese motivo y tener en cuenta otras causas que son de origen local y cuyo desarrollo pasa, fundamentalmente, inadvertido. A algunas de ellas se hará referencia a continuación.

El desarrollo de caminos que hace algunas décadas considerábamos como modificador de los ambientes y tradiciones en que se cultivan los maíces indígenas, se ha visto superado por los medios de información que la tecnología moderna ha desarrollado y que llegan a los más recónditos lugares, mediante las antenas satelitales.

La tentación por productos manufacturados altamente promocionados, por ese medio, para el consumo, y que parecen consti-

tuir un elixir para la vida y el placer, van dejando de lado los usos tradicionales de los maíces.

La elección de su nueva vida, derecho de las poblaciones que cultivan los maíces indígenas, también puede realizarse debido a otros fenómenos ajenos a esa actividad agrícola pero que influyen sobre la misma.

Uno de ellos es la declaración de la Quebrada de Humahuaca como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO. Esto ha cambiado la actividad en la Quebrada, principalmente, por el gran desarrollo del turismo. A esta actividad está ligada la gastronomía que se ofrece a los visitantes y, como parte importante de ésta, el maíz.

Los agricultores han descubierto un maíz procedente de Bolivia que tiene un mayor atractivo para los cocineros y turistas, y que está determinado, principalmente, por el gran tamaño de sus granos. Además, esos agricultores han apreciado el atractivo que las espigas de otros maíces bolivianos producen en los turistas para su uso en la decoración y están desarrollando una "industria", de alta rentabilidad para la región, basada en los colores de sus granos.

Estos maíces bolivianos le han dado valor comercial a la producción familiar lo que ha determinado un ingreso de dinero que ha llevado a los agricultores a satisfacer las ahora tentadoras necesidades para su alimentación y consumo como, por ejemplo, las hamburguesas, los postres en envases de plástico, las bebidas energizantes, etc. Así abandonan en forma paulatina, principalmente los jóvenes, la dieta tradicional basada en los maíces locales y, con ello, su cultivo.

El cambio ha sido rápido pero poco notable a los ojos del

visitante no experimentado en el tema, dado que los agricultores siguen cultivando maíz, una variedad foránea. Todo agricultor que puede acercar su producción al centro turístico, aún desde quebradas y valles alejados del de Humahuaca, cultiva ese maíz boliviano de grano grande y lo acarrea, muchas veces a pie, o a lomo de burro, mulas o caballos, para su venta.

Por los motivos señalados precedentemente, el maíz Chullpi de Jujuy es difícil encontrarlo en la Quebrada de Humahuaca, salvo el caso de una agricultora que niega poseerlo y ceder granos para su conservación pues mantiene el monopolio de su comercio relacionado con el turismo que seguramente le hace posible una vida que no necesita de la variabilidad de los maíces indígenas para su dieta.

Otro fenómeno, relativo a los maíces locales, se ha observado en el excelente Seminario Taller organizado por Pro Huerta (INTA) en Famaillá, provincia de Tucumán, titulado "Rescate y revalorización del maíz: su uso y cultivo para la seguridad alimentaria".

En esta reunión en la que participaron pequeños agricultores de las provincias del noroeste, norte y noreste de nuestro país que aportaron sus experiencias con maíces nativos y sus usos, técnicos de aquella institución presentaron el producto de su tarea de mejoramiento genético del maíz moderno en el noroeste argentino.

Ese producto consistía en espigas que despertaron la admiración de los agricultores asistentes, la que se intensificó con los promisorios datos aportados sobre su calidad y el volumen de su cosecha, principalmente para su uso en la alimentación animal.

No pasó mucho tiempo durante la reunión hasta que los representantes llegados de Salta, Jujuy, Catamarca, Formosa, Misiones, tuvieron en su poder espigas de esos maíces y, lógicamente,

la esperanza de un cultivo rentable en sus lugares de residencia.

Es este otro ejemplo de una causa de iniciación de pérdida de la diversidad y de costumbres en el uso de los maíces nativos no motivada por la actividad de organizaciones internacionales con fines de lucro, sino por el modesto trabajo de investigadores y técnicos del INTA que, sin ningún afán de lucro, tienen el loable propósito de mejorar las condiciones de vida los pequeños agricultores.

Otro ejemplo es el de la actividad de pequeños agricultores, por ejemplo en la provincia de Misiones, descendientes de inmigrantes afincados a lo largo de las vías de comunicación, los que trabajan incansablemente para mejorar su producción realizando cambios en la agricultura tradicional que pierde los maíces indígenas a favor de especies hortícolas introducidas y de material derivado de maíces comerciales, los que pueden obtenerse por intercambio en las ferias de semillas que realizan. A esto se suma que la reserva de la variabilidad de los maíces indígenas se ve amenazada por el incremento de la expansión agrícola moderna y el desmonte en la selva, lugar de asentamiento de los agricultores nativos que han mantenido usos y costumbres tradicionales relacionados con esos maíces.

Además, es dable señalar en esta provincia, el paulatino abandono del cultivo de maíces indígenas por agricultores tradicionales debido a su trabajo en la realización de artesanías para su venta, cada vez mas requerida por el aumento de los turistas, visitantes de las Cataratas del Iguazú, recientemente declaradas como una de las Nuevas Siete Maravillas Naturales del Mundo.

Y trasladándonos a la región de Valle Colorado, en la provincia de Jujuy, podemos observar hechos que atentan contra la variabilidad de los maíces indígenas locales. Los pobladores de

esta región han dejado de cultivar maíz en las tierras altas, de ambiente más seco, para dedicarse a la cría de ganado. Los maíces que cultivaban en las tierras altas eran, principalmente, de las razas Capia y Chullpi. Éstos eran consumidos por los mismos agricultores en la región de la selva donde tienen asentamiento durante una parte del año. Ahora, esos maíces son cultivados en esa región de ambiente más húmedo, donde no prosperan porque allí son atacados por enfermedades fúngicas. El ambiente es adecuado para otras razas indígenas cultivadas en las yungas pero, últimamente, también en este lugar los pobladores se están volcando a la cría de ganado.

Con esta nueva actividad, los maíces nativos dejan de cultivarse y se introducen maíces comerciales que son buscados en los pueblos, donde existen semillerías, dado que las características de su grano, generalmente duro, son ideales para la alimentación animal. Además, se ha introducido el maíz boliviano de granos grandes y harinosos.

El conocimiento y prácticas de costumbres ancestrales por parte de los jóvenes casi no existe y la gente mayor ya no tiene, con la práctica de sus tradiciones, influencia en ese ambiente. Los jóvenes, como es natural, tienen su pensamiento puesto en la localidad de Ledesma, o más allá, adonde van a trabajar o a estudiar. También la ciudad los atrae con sus diversiones.

Otro factor que también influye en el abandono de tradiciones relacionadas con el maíz indígena es, por ejemplo, el otorgamiento, por los gobiernos, de asignaciones periódicas en dinero a familias con bajos recursos que necesitan ser asistidas. Un productor de edad avanzada, dedicado al cultivo tradicional, que tenía maíces, zapallos, papas y charqui de su producción ha ma-

nifestado que los “planes trabajar” que reciben numerosos pobladores, “los inclina a no trabajar pues se arreglan con el dinero que reciben y con un poquito que cultivan”.

Ya no se practica la llamada “minga” que es la preparación del terreno y la siembra por los integrantes de la comunidad de campesinos en la parcela de cada uno de ellos. Con este trabajo comunitario, el lapso de siembra de los distintos maíces de cada agricultor era muy corto, de, más o menos, una jornada. De esta manera, los diferentes períodos de siembra hasta floración de las distintas razas de maíz determinaban que no se produjeran cruzamientos entre ellas y que se mantuviera la pureza de la raza y la variabilidad interracial. Este aislamiento más el conocimiento tradicional de los maíces por parte de los agricultores son los factores principales que han mantenido la identidad de las diferentes razas durante siglos.

Abandonada la “minga”, la siembra realizada individualmente por cada agricultor alarga el lapso de siembra con la consecuencia de los cruzamientos entre los maíces indígenas a los que se suman los de los introducidos recientemente.

Este hecho ha dado origen a cosechas con material con los caracteres de todos los maíces que se cultivan en la región, varios de estos atributos presentes en una sola espiga.

Esto se observa en varios lugares de las regiones donde se encuentran los maíces indígenas. Desde el punto de vista de la pureza de las razas cuya variabilidad interracial pretendemos conservar, éste es un signo de deterioro que, a juzgar por los casos citados, no es posible revertir.

CONCLUSIONES

Apenas presenté a la Academia el título de esta exposición, pensé que debería de haber encerrado entre signos de interrogación, la primera parte del mismo.

Esto parece ser producto de mi pesimismo, pero el análisis del tema que permanentemente aparece en mi mente parcial de botánico, me lleva a expresarlo de esa manera y a manifestar que, para la conservación de la agrobiodiversidad de los maíces indígenas que se pierde, es necesario el concurso de especialistas de distintas disciplinas y el aporte político y financiero para su posible uso por las generaciones futuras.

Mediante la conservación *ex-situ* e *in-situ* de esos maíces, la promoción de valor agregado a la producción, la obtención de beneficios por los agricultores tradicionales y la construcción de capacidad, los gobiernos y la sociedad civil pueden ayudar a que esos agricultores salvaguarden la agrobiodiversidad.

BIBLIOGRAFÍA

Cámara Hernández J. 2008. El maíz y la salud de la nación. *Boletín de la Academia Pedro I de Ciencias y Artes*, San Petersburgo, Rusia, 11(4): 49-55

Cámara Hernández J & Arancibia de Cabezas D. 2007. *Maíces andinos y sus usos en la Quebrada de Humahuaca y regiones vecinas*. Editorial Facultad de Agronomía, UBA, Buenos Aires: 60 p. ISBN 978-950-29-1011-6

Cámara Hernández J, Miente Alzogaray AM, Bellón R & Galmarini AJ. 2012. *Razas de maíz nativas de la Argentina*. Editorial Facultad de Agronomía, UBA, Buenos Aires: 174 p. ISBN 978-987-27793-0-6

Conferencia
8 de agosto de 2013

Apertura del acto de la conferencia del Dr Rodolfo J. Cantet

por el **Presidente de la Academia Nacional de
Agronomía y Veterinaria, Dr Carlos O. Scoppa**

Señores Académicos,
Autoridades,
Señoras y Señores

Continuando con su permanente y obligada actividad de difusión del conocimiento sobre cuestiones que hacen al desarrollo y bienestar de la Republica, la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria ha convocado a Sesión Publica Extraordinaria para escuchar la disertación que el Ing. Agr. Rodolfo J. Cantet nos ofrecerá con el atrayente titulo "La otra carne de la historia: mejoramiento genético en Brangus y Braford argentinos". Tema sobre el cual nuestro conferencista es un conspicuo referente.

Estamos seguros de poder escuchar una elocuente exposición, y dignos y reflexivos debates que nos permitan arribar a útiles y juiciosas conclusiones, desprovistas de cualquier ideología o intereses que respondan a políticas o sectores, con el nivel y obligatoriedad que debe brindar a la sociedad el accionar académico.

Es que en tiempos de acritud, es misión de las Academias aportar el imprescindible sosiego que solo se obtiene con altura moral, inteligencia plena y compromiso ciudadano, que en definitiva son virtudes propias de la cultura en su expresión más amplia y profunda.

Como siempre requerimos reflexiones obtenidas con rigurosidad y objetividad que nos permitan arribar más acertadamente a la prospectiva.

No nos interesa lo que se hizo o se hace, nos convoca lo que debemos hacer.

Una mirada para atrás o al costado significa siempre un paso menos hacia adelante.

Esta exposición servirá a esos fines agradeciendo al disertante su desinteresada disposición para colaborar al mayor y mejor logro de los objetivos que se impone nuestra corporación, en la seguridad de que su aporte nos acercara a un tema de incuestionable actualidad y trascendente prospectiva, necesario para poder pensar y delinear el futuro de la actividad agraria en el país como alentadora de su desarrollo

El Ing. Agr. Rodolfo Cantet, además de pertenecer al círculo selecto de la investigación y la aplicación de la estadística y la biometría a la genética animal, es un distinguido docente de la Facultad de Agronomía de la UBA en los niveles de grado y postgrado.

Las despiertas sensibilidades culturales, de quien hoy honra este proscenio pertenece al ancho mundo del pensamiento del cual extrae conceptos y enseñanzas que iluminan las sombras de la ignorancia temática que puedan presentar sus conciudadanos, colegas y alumnos, así como de todos aquellos que tendremos el privilegio de escuchar sus palabras.

Lo suyo no se detiene en el supuesto brillo de la información, que parece deslumbrar a las inteligencias mediocres, escapando a una mera especialización para inscribirse en el saber profundo para tratar de inscribirse en el mundo sin horizontes de la metafísica.

La Academia le agradece una vez más su colaboración y lo deja honrando su tribuna.

Conferencia

La otra carne de la historia: mejoramiento genético en Brangus y Braford en Argentina

por **Rodolfo J. C. Cantet**

PhD, Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires – CONICET

RESUMEN

El mejoramiento genético animal (MGA) es una de las herramientas con las que cuenta la producción animal para aumentar la producción con carácter permanente. Las razas Brangus y Braford, que detentan una posición de liderazgo en la ganadería argentina de zonas subtropicales, adoptaron esquemas y herramientas de MGA. Desde 1991 la cátedra de MGA de la FAUBA se ha relacionado con la raza Brangus y desde 2006 con Braford. Esta presentación describe las consecuencias históricas de dicha relación, enfatizando en: 1) el uso de principios de la teoría del MGA (selección luego de cruzamiento inicial); 2) la adopción de un esquema de evaluación genética masiva; 3) la medición de la variabilidad genética presente en la población; 4) una aproximación gradual a un esquema óptimo de selección; 5) eficiencia del beneficio económico debido a la evaluación genética, para el sistema de producción de carne argentino.

INTRODUCCIÓN

En la producción de ganado de carne en Argentina y otros países sudamericanos como Brasil, Colombia, Paraguay y Uruguay, la complejidad de implementar en forma práctica y masiva

esquemas sistemáticos de cruzamientos raciales para aprovechar la heterosis ha sido canalizada con la utilización de razas "compuestas" (o "sintéticas"). En Argentina en particular, Brangus y Braford son razas compuestas con una gran difusión en zonas subtropicales del NEA y NOA. Dickerson (1969) es la primera referencia teórica sobre las ventajas de utilizar la heterosis retenida en la formación de razas compuestas, como una alternativa al empleo de sistemas de cruzamiento. Gregory & Cundiff (1980) discutieron en profundidad la formación de razas compuestas en relación con la teoría y la labor experimental de la genética cuantitativa y el ganado de carne. Aún hoy las causas de la heterosis en bovinos no son conocidas fehacientemente, si bien los trabajos de Gregory *et al.* (1991), Koch *et al.* (1985) y Kress *et al.* (1992) sugieren que la teoría de la dominancia es la explicación más factible.

El grupo de Mejoramiento Genético Animal de la FAUBA se relaciona con la Asociación Argentina de Brangus (AAB, fundada en 1978) a partir de 1984, por una iniciativa del Ing. Agr. M. Sc. Fernando Lagos de cuantificar el número efectivo de padres fundadores de cada variedad de la raza. Posteriormente en 1992, el grupo de MGA FAUBA realiza la primera evaluación de Brangus con un modelo animal multicarácter. A partir de 1999, dicha relación se torna permanente, llevando en la actualidad 15 sumarios de padres en forma ininterrumpida. La Asociación Braford Argentina (ABA) se crea en 1984, y se relaciona con el grupo MGA FAUBA para producir sus sumarios de padres desde 2006, continuando en la actualidad. Esta situación lleva al grupo de MGA a una situación única entre las unidades de investigación en mejora genética de animales en el mundo, debido al acceso

de información fenotípica sobre razas compuestas comerciales y los particulares problemas que generan para que la evaluación genética sea imparcial. El objetivo de esta presentación es describir los aspectos de investigación más salientes de 15 años continuos de evaluación genética, por parte de MGA FAUBA con la AAB y la ABA.

La concepción técnica y evolución del Brangus y Braford argentino

El argumento técnico para la creación de la raza Brangus en los EEUU fue el de un genotipo estabilizado en $3/8$ de genes provenientes de una raza cebuina, el Brahman, y $5/8$ del Angus, requiriendo además que los animales fueran negros o rojos (hoy el Red Brangus en USA funciona como raza aparte) y mochos (sin cuernos). La fracción génica alude siempre a la raza de referencia: la cebuina. El Brangus estadounidense es esencialmente un " $3/8$ ". La noción de valor esperado alude a que el apareamiento de un toro $3/8$ con una vaca $3/8$ genera un $3/8$. Como veremos posteriormente, la segregación génica lleva a valores variables de la fracción de genes que provienen del británico (Angus o Hereford) y del cebú (Brahman). Este fenómeno es además afectado por la selección, la cual tendió a aumentar la fracción de genes originados en Angus y Hereford, por encima de la fracción de genes provenientes de razas índicas.

Ciertamente, el ambiente productivo en Texas cuna del Brangus, es bastante diferente al NEA argentino. En uno de los establecimientos fundadores del Brangus en Argentina, perteneciente a la actual empresa Las Lilas S.A. en un ambiente subtropical (Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco), se decidió crear el Toba,

una variedad distinta de Brangus, que es esencialmente un 5/8. Esa mayor cantidad de genes originados en razas cebuinas le confieren mayor tolerancia a condiciones limitantes de la producción (elevado calor y humedad, presencia de endo y ecto parásitos, deficiencias nutricionales estacionales) como ha quedado demostrado a través de las investigaciones australianas de J. E. Frisch y J. E. Vercoe (Frisch & Vercoe, 1977, 1978; Frisch *et al.*, 2000). La coexistencia de distintas variedades (1/4, 1/2, 3/8, 5/8, 3/4) fue una característica notoria en el Brangus argentino que acabó en 1987, cuando la AAB decidió la desaparición de las mismas como elemento distintivo. Pero el esquema de cría condujo a cierta estabilización de la composición genética promedio. Así, el uso de los marcadores moleculares para corroborar la paternidad de los animales empleado por la Sociedad Rural Argentina, permitió analizar la composición genética estimada mediante el algoritmo de Pritchard *et al.* (2000) implementado en el programa Structure, de 123 toros, 12 toritos y 12 vaquillonas Brangus. El análisis de dichos datos mostró una fracción de genes Brahman igual a 0.333 con un desvío estándar de 0.158. Esto sugiere que, en la actualidad, el Brangus argentino posee alrededor de 4% más de genes provenientes de la raza Angus que el valor esperado del 3/8, igual a 0.375 o 37.5%.

Sea por la existencia única en el mundo de variedades distintas del 3/8 y la consecuente necesidad de tener que generar reposición propia y única, o por la convicción personal de los ganaderos y, a diferencia de lo que ocurre en razas británicas, la generación de mejoramiento genético por selección en Brangus argentino es fuertemente local. Esto se puede observar en el cuadro 1 que muestra el ori-

gen de los dos padres de toros con mayor cantidad de hijos reproductivos machos, en cuatro períodos bien definidos de la vida de la AAB: toros fundadores (antes de 1978), padres de toros nacidos antes de la adopción de la evaluación genética (entre 1978 y 1991), padres de toros nacidos luego de comenzada la evaluación genética (1991-2000) y los padres de toros más recientes (nacidos entre 2001 y 2004). Nótese el crecimiento en el número de toros hijos experimentado en años recientes y el origen argentino de los toros, comparado con los períodos iniciales de la raza en el país.

Toro	Apodo	Año de nacimiento	Nº de hijos	L
Corralero T3625 Ouro Preto	Ouro Preto	1976	13	5.61
PW Oscar 308/A6	Oscar (USA)	1976	12	5.91
Exacto of Brinks	Exacto (USA)	1983	8	4.63
Leonor Toba N1595 Federal	Federal	1989	8	5.50
GuardiánY7993 R. Oscar T/E	Relmún	1992	7	4.28
Cruces Don Abdon Y3102	Cardenal	1995	6	3.50
Corralero 2307 Chalten R.E. LEE	Lanín	2002	18	5.3
Tres Cruces Cardenal 4312-T/E	Don Ciríaco	2004	11	4.1

L = intervalo generacional del toro.

Cuadro 1. Padres de toros Brangus

Como resumen de esta sección podemos indicar que el Brangus argentino es resultado de un fenómeno particular que ha llevado a una composición de genes provenientes del Angus cercana al 66%, y que la selección se realiza fundamentalmente en la Argentina.

Evaluación genética del Brangus y Braford

Históricamente se han desarrollado distintos modelos animales de evaluación genética en razas compuestas. En ningún caso se han puesto en práctica aquellos que descomponen el valor de cría según el origen racial (Cantet & Fernando, 1995), muy posiblemente debido a que los parámetros de dispersión necesarios para la evaluación no pueden identificarse y estimarse a partir de las bases de datos de rodeos comerciales donde se calculan las predicciones. Para Brangus y Braford argentinos se ha optado por el modelo animal convencional, ajustándose la heterosis como covariable, mediante la parametrización de Hill (1981). Para caracteres de crecimiento, los modelos animales incluyen todos los efectos descriptos en el Cuadro 2.

Efecto	Peso al nacer	Peso al destete	Peso final
Grupo de contemporáneos (GC), Fijo	X	X	X
Edad del animal, Fijo	-	X	X
Sexo, Fijo	X	X	Confundido con GC
Edad de la madre, Fijo	X	X	-
Dominancia (Hill, 1981 = heterosis), Fijo	X	X	X
Valor de cría del animal, Aleatorio	X	X	X
Valor de cría materno de la madre, Aleatorio	-	X	-

Cuadro 2. Efectos fijos y aleatorios en los modelos animales para caracteres de crecimiento del Brangus y Braford argentinos.

Brevemente, las principales características técnicas de las evaluaciones genéticas de ambas razas son las siguientes:

1) Modelos animales multi-carácter para caracteres de crecimiento y de la res y uni-carácter para circunferencia escrotal.

- 2) Parámetros genéticos estimados con datos propios según la metodología Bayesiana conjugada, desarrollada por Cantet *et al.* (2004).
- 3) Inclusión en el modelo de los efectos del vigor híbrido (dominancia).
- 4) Definición de los Grupos de Contemporáneos sobre la base de procedimientos estadísticos.
- 5) Inclusión de registros de animales de trasplante embrionario (TE) usando técnicas de madre receptora desconocida (Suárez *et al.*, 2014).
- 6) Corrección de los registros de TE y edad de la madre incierta mediante técnicas estadísticas para observaciones con 'errores de medición' (Suárez *et al.*, 2014).
- 7) Definición de matrices de covarianzas residuales heterogéneas, por estrato de producción o características ambientales y de manejo del rodeo.
- 8) La evaluación Brangus es multinacional incluyendo los registros de las asociaciones nacionales de la raza o rodeos particulares en Bolivia, Colombia, Paraguay y Uruguay.

Debemos agregar que todos estos procedimientos se han ido aplicando paulatinamente, después de intercambiar información con ciertos criadores que han percibido ciertos problemas en la evaluación. Eso ha llevado a la necesidad de desarrollar metodologías de evaluación para atender los particulares problemas que presentan estas razas en la Argentina. Al respecto comentaremos dos ejemplos:

- 1) Víctor Navajas, criador Brangus de Las Marías (Virasoro, Corrientes), a fines de 2004 observó que los toros que utilizaba en vaquillonas mostraban DEP (= diferencias esperadas entre pro-

genies) sistemáticamente bajas. Las Marías está situada en una zona de pasturas naturales marginal. Se analizaron entonces por separado, los datos de cada establecimiento adherido al ERBra observándose que, si bien existía una diferencia entre los pesos de terneros destetados hijos de vacas adultas y de vaquillonas de primera parición de 12 kg para toda la AAB, la diferencia aumentaba a 30 kg en zonas marginales. Como resultado de ello, los toros que se usaban exclusivamente en vaquillas de zonas marginales eran subvaluados. A partir de ese momento el ERBra tiene un ajuste diferencial de los datos de vaquillonas de zonas marginales, respecto del ajuste de vaquillas de otras zonas del país con mejores condiciones ambientales y nutricionales en particular.

2) En 2001 el Dr Claudio Fioretti, al momento gerente de genética de la empresa Estancias y Cabaña Las Lilas, observó que un porcentaje importante de los terneros nacidos de transplante embrionario mostraban DEP más bajas que lo que se espera observando las DEP de sus padres. Luego de varios análisis, se encontró que el problema radicaba en una inapropiada modelación de la edad de la vaca receptora, dato generalmente desconocido. El problema se resolvió completamente empleando metodologías estadísticas de variables medidas con error (Suárez *et al.*, 2014).

Es así que la evaluación genética de Brangus y Braford se caracteriza por presentar continuamente desafíos teóricos a la unidad ejecutora. Uno de los problemas más recientes se detectó inicialmente en Braford, en 2009. En el PEGBraf se venía observando una gran fluctuación entre años de las DEP de toros con un gran número de hijos. Estos cambios fueron superiores a los teóricamente esperables usando teoría normal (el llamado “cambio posible”), para animales que tienen mucha información sobre su

valor de cría. Una revisión de todos los efectos fijos en el cuadro 2 mostró que el único factor cuyos estimadores fluctuaban excesivamente entre años era la dominancia o heterosis (Cuadro 3).

	Peso al destete		Peso final	
	Datos	Dominancia estimada (kg)	Datos	Dominancia estimada (kg)
2006	6021	9.50	2994	18.54
2007	16981	7.89	7048	43.20
2008	24138	4.50	10813	32.72
2009	35211	-18.60	15279	8.38

Cuadro 3. Variación anual de la dominancia estimada en Braford argentino para peso al destete y peso final (2006-2009).

Esta fluctuación se explica porque la verdadera composición genética de los animales es desconocida, mientras que en el PEG-Braf se los asume como 3/8. En el ámbito de la Asociación Argentina de Producción Animal, el Dr Pablo Corva de la Unidad Integrada INTA - Universidad Nacional de Mar del Plata, en Balcarce, sugirió el uso de los marcadores moleculares de paternidad que mantiene la Sociedad Rural Argentina, para estimar la fracción de genes cebuinos en Brangus. Esta idea se trasladó a una muestra incluyendo los 50 padres con mayor número de crías en la raza Braford, mediante el programa Structure (Pritchard *et al.*, 2000). Los resultados arrojaron un promedio de genes cebuinos (33.3%) similar al encontrado posteriormente en Brangus, con un desvío estándar menor (11%). Sin embargo, el hecho que en Brangus la composición genética presumida de los fundadores era conocida para aquellos animales nacidos antes de 1987, permitió rastrear con razonable precisión la fracción de genes cebuinos de los ani-

males actuales, con lo que la dominancia estimada fue muy similar entre años. La incorporación al PEGBraf de la fracción de genes originada en el cebú, y estimada con Structure tuvo el efecto de estabilizar la dominancia estimada luego de 2009 (Cuadro 4).

Año	Peso al destete		Peso final	
	Datos	Dominancia estimada (kg)	Datos	Dominancia estimada (kg)
2010	42.607	2.70	17.405	31.11
2011	51.592	6.84	23.179	30.03
2012	61.140	5.98	26.018	27.01
2013	73.275	6.23	32.829	25.31

Cuadro 4. Variación anual de la dominancia estimada en Braford argentino para peso al destete y peso final (2010-2013).

Nótese que, a pesar que sólo una fracción de los animales tiene el genotipo estimado con Structure, la dominancia estimada fluctuó menos entre 2010 y 2013 que entre 2006 y 2009 (Cuadro 3).

Variabilidad genética, consanguinidad y tamaño efectivo

Toda raza necesita tener variabilidad genética para poder afrontar cambios futuros del ambiente, del mercado, o de las condiciones de producción. Sin variabilidad todos los animales serían iguales y ninguna selección sería exitosa. Lo opuesto a la variabilidad es la consanguinidad, la cual resulta al servir toros y vacas emparentados. Los apareamientos que generan consanguinidad son entre un padre y una hija, entre dos medio hermanos paternos, etc. La consanguinidad se calcula utilizando la información del pedigree. Sin embargo, las bases de pedigree

Brangus y Braford argentinos son escasamente informativas para calcular consanguinidad. Por ejemplo, en 2005 en Brangus sólo el 58.6% de 72808 animales evaluados disponían del padre conocido y sólo el 61.4% tenían madre conocida (Ron Garrido *et al.*, 2008). En el Braford las respectivas cifras fueron 40.2% y 52.8%, sobre 178826 animales evaluados en 2011 (Macor, 2013).

Cuando no se puede estimar la variabilidad a través del pedigree, se puede utilizar información demográfica de la población (tamaño de familia, o número promedio, y variabilidad entre los hijos machos y hembras de toros y vacas), para calcular el tamaño efectivo de la población (N_e). El N_e es inverso a la consanguinidad: a mayor N_e mayor variabilidad. Se define como el número de animales que se reproducen del mismo modo que lo haría una población ideal con la misma variabilidad genética. Adicionalmente en hacienda de carne se suele realizar selección, hecho que invalida la aplicación de las fórmulas originales de N_e . Nomura (1999) propuso calcular N_e tomando en cuenta dicho proceso mediante una expresión que denotaremos N_{es} , e interpretaremos como una medida de variabilidad en una población que sufre un proceso selectivo.

Ron Garrido, Birchmeier & Cantet (2008) analizaron el pedigree Brangus y encontraron lo siguiente:

- 1) Nueve establecimientos contribuyeron con la mayoría de los padres de la raza, proporcionando el 50% de los animales registrados en el ERBra. De estos, aquellos 6 criadores que contribuyeron principalmente con abuelos, y aquellos cuatro que aportan el mayor número de bisabuelos, proporcionaron el 44% y el 40%, respectivamente, de los animales registrados.
- 2) El valor estimado de $N_e = 274$, representa una consanguinidad de 0.18%, valor menor que la consanguinidad promedio observa-

da (0.24%). La diferencia entre las dos estimaciones se debe al pedigree incompleto.

3) El valor estimado de $N_{es} = 125$, representa una consanguinidad de 0.40%, valor mayor que la consanguinidad promedio observada (0.24%). Otras razas de bovinos de carne de Europa, EEUU, Canadá y Australia, mostraron estimaciones de N_{es} entre 50 a 150.

4) La causa principal de la reducción en N_{es} comparado con N_e es la baja relación entre toros a vacas empleada en Argentina, igual a 0.038 (3.8 toros cada 100 vacas). Esta relación es muy inferior a la observada en otras razas en el mundo (entre 0.10 a 0.20). Por lo tanto, el uso más intenso de los toros Brangus tuvo como consecuencia una disminución del N_e .

Empleando la base de datos hasta 2010 y utilizando un enfoque que considera la estructura de apareamientos de la raza (deriva génica), Bongiorno & Cantet (2012) estimaron $N_e = 105$ en Brangus. Cuando se empleó en el cálculo de N_e el enfoque de poblaciones subdivididas de Whitlock & Barton (1997), Macor (2013) obtuvo estimaciones de N_e entre 120 a 130 para Braford argentino. Podemos resumir esta sección señalando que, si bien la variabilidad genética de Brangus y Braford parece ser razonable, es inferior a lo que se supone habitualmente por el hecho de ser razas de "registro abierto". Esto muy posiblemente se debe al uso de un escaso número de toros en la fundación de ambas razas. Sin embargo, como veremos en la sección siguiente, existe un amplio margen de maniobra en cuanto a compatibilizar el manejo de la variabilidad genética (alto N_e) y mantener una razonable precisión de selección que optimice el trabajo del mejoramiento genético.

Estructura de la raza para la selección: número óptimo de padres de toros

La variabilidad y la evaluación genéticas son elementos para que la raza pueda realizar selección y funcionar como estructura de mejoramiento genético. Pero la pregunta crucial es si la asociación de criadores está actuando como productora de cambio genético. Para responder dicha pregunta procederemos a analizar en qué medida la raza se encuentra alejada de una estructura óptima de selección, tal que se maximice el cambio genético sin que se pierda excesiva variabilidad. Con tal efecto, Goddard & Smith (1990) calcularon el número óptimo de padres de toros a utilizar por generación en una raza, de modo de maximizar la respuesta a la selección (ΔG), sin que la depresión consanguínea (b) generada en el proceso reduzca notoriamente la ganancia por selección, ni comprometa la ganancia futura por la pérdida de variabilidad. La expresión que obtuvieron fue la siguiente:

$$\Delta G = \sum_{j=1}^j i r_{TI} \sigma_{A(j)} - b \Delta F_j$$

En esta fórmula, i es la intensidad y r_{TI} la exactitud de selección de los padres de toros, $\sigma_{A(j)}$ es el desvío estándar aditivo del carácter y ΔF_j es el cambio en la consanguinidad por generación. La sumatoria llega hasta el número de generaciones k a considerar (normalmente, y en nuestro caso, tomaremos $k = 5$, unos 25 años para bovinos de carne). El objetivo es variar el número de padres de toros (afectando i y ΔF_j) para valores promedio observados de r_{TI} y $\sigma_{A(j)}$ y considerando valores de b variables. Si bien Goddard &

Smith (1990) emplearon un número igual de hijos toros para todos los padres de machos, la situación observada en las bases Brangus y Braford es mucho más variable. Consecuentemente, se definió un número efectivo de padres de toros (M_e) tal como en la expresión (4) de Kimura & Crow (1963), es decir:

$$M_e = \frac{N_{t-1} \bar{k} - 1}{\bar{k} - 1 + \frac{V_k}{\bar{k}}}$$

El valor $\bar{k}$ es el promedio y V_k la varianza del número observado de hijos por toro en la generación anterior ($t-1$), respectivamente. Se computó esta expresión para las distintas generaciones de padres de toros Brangus en lapsos de 6 años. Dado que sólo se cuentan con información incompleta de una generación de padres de toros, se decidió no realizar el análisis en el caso de la raza Braford. La figura 1 muestra que la respuesta fue óptima entre valores de M_e de 6 a 8, y a medida que M_e aumentó se observó menor intensidad de selección. Si bien la caída no parece ser muy marcada, tomando aproximadamente 20 \$ de 2013 por animal como unidad de respuesta y considerando una caída de 1% de la respuesta por cada padre de toro que se agrega, en Argentina se puede estimar una pérdida económica de 100 millones de \$ de 2013 por cada toro padre de más que se aleje del óptimo, considerando una población de Brangus estimada en 5 millones de cabezas.

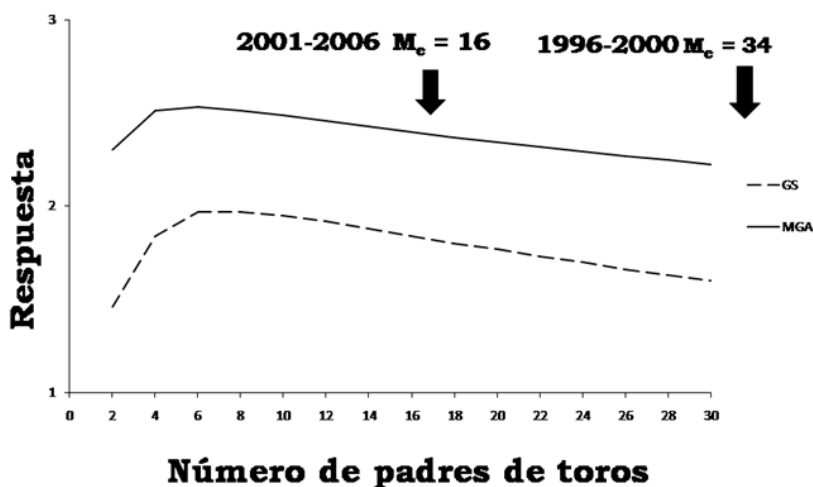


Figura 1. Número óptimo de padres de toros

La línea entera corresponde a la expresión modificada teniendo en cuenta M_e y empleando como valor de b el promedio de depresión consanguínea observada en Brangus argentino. La línea a rayas inferior se obtuvo empleando la fórmula original de Goddard & Smith (1990). La evolución del esquema de selección en Brangus fue $M_e = 32.5$, 26.7 y 16 , para las generaciones de padres de toros nacidas en los periodos 1989-1994, 1995-2000 y 2001-2006, respectivamente. Esto sugiere que en Brangus el M_e se acerca a su valor óptimo gradualmente con el tiempo, siendo la disminución en M_e del último periodo (aquel que va entre 1995-2000 a 2001-2006) más intensa que en el primer periodo (de 1989-1994 a 1995-2000). Este resultado sugiere que la AAB ha intensificado su presión de selección con el tiempo, hecho que es consistente con la observación de que los padres de toros son nacionales.

Para confirmar estos resultados considere el cuadro 5, donde se observan los elementos de la respuesta a la selección (ΔG)

para cada una de las vías de selección convencional en bovinos: padres de toros, padres de vacas, madres de toros y madres de vacas. El carácter empleado es un índice económico de selección multi-carácter generado por Pruzzo *et al.* (2003). La intensidad de selección fue calculada para tres períodos: previo a la creación de la AAB, entre 1978 y el comienzo del ERBra en 1992, y finalmente entre 1999 y 2003 cuando se celebró el congreso mundial de Brangus en Argentina. Nótese que en todas las vías la intensidad de selección aumentó, indicando que hubo una mayor presión de selección con el tiempo. Tomando las exactitudes e intervalos generacionales, la respuesta a la selección indica que aproximadamente el 75% de la respuesta a la selección (ΔG) en Brangus argentino se debió a la selección de toros, mientras que la selección de vacas fue responsable del 25% del ΔG .

Elemento de ΔG	Padres de toros	Padres de vacas	Madres de toros	Madres de vacas
i (antes AAB)	.158	.008	.170	.006
i (1978 a 1992)	.233	.026	.185	.001
i (con ERBra)	.313	.107	.256	.017
r_{π}	.73	.65	.36	.28
L Intervalo generacional	4.89	4.96	4.45	5.23

Cuadro 5. Elementos de la respuesta a la selección (ΔG).

El impacto de la evaluación genética sobre el beneficio económico generado por el mejoramiento genético.

Para finalizar esta exposición, se describiremos al valor económico asociado con el mejoramiento genético en una raza compuesta de áreas subtropicales. Para ello se siguió el mismo enfo-

que de Griffiths *et al.* (2003), y se calculó (en 2005) la tendencia genética del índice económico de cría inicialmente desarrollado por Pruzzo *et al.* (2003) y luego empleado por el establecimiento Las Lilas S.A. Para calcular dicha tendencia se emplearon todos los animales evaluados en el ERBra hasta 2003. En el cálculo del índice, la DEP de peso al destete directo tiene una importancia del 37%, la DEP de aptitud materna 23%, la DEP del peso al nacer -20% (negativa dado su asociación con las potenciales dificultades al parto) y la DEP de circunferencia escrotal 6%. En tales condiciones, la tendencia fue de 1.78 (U\$D de 2003) por animal y por año (ver la pendiente de la regresión en la Figura 2).

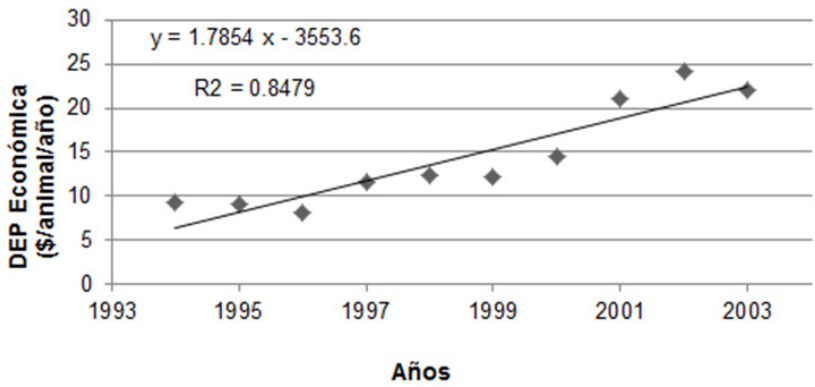


Figura 2. Tendencia genética del índice económico de cría.

En términos de dólares actuales el US Department of Labor calcula un valor de ajuste de 1.27, por lo cual en moneda de 2013, la tendencia representa 2.26 U\$D de 2013 por animal y por año. Para evaluar el impacto total sobre el mejoramiento, los costos de la evaluación genética fueron calculados incluyendo el pago a la unidad evaluadora, los gastos de medir y registrar (en términos

de tiempo de trabajo del personal de los establecimientos de la AAB y la documentación de los registros, consistieron en aproximadamente el 80% de los costos). Los beneficios del sistema se calcularon sólo por el aumento de producción generada por la transferencia de material genético (reproductores, semen y embriones), tomando los reproductores producidos en remates auspiciados por la AAB donde los criadores emplean DEP para publicitar sus toros y vacas. Además, se adicionó 25% por venta directa de reproductores evaluados, fuera de los remates. El análisis determinó un costo anual estimado en 49000 contra un beneficio económico estimado por año del sistema de producción de 894991.4 U\$D. Esto representa una relación beneficio:costo de 18.26. En otras palabras, el impacto de la evaluación del Brangus en Argentina es generar 18.26 unidades monetarias por cada unidad monetaria invertida. Griffiths et al. (2003) obtuvieron una cifra superior (28:1) para los últimos 30 años en Australia, incluyendo el beneficio del cambio de raza y la heterosis.

CONCLUSIONES

La producción de carne por selección en razas compuestas británico-indicas es un modelo de mejoramiento con características particulares argentinas: composición genética variada, evaluación genética adaptada a los problemas estadísticos de los datos tomados en el NEA y el NOA, caracterización de la composición genética con información de marcadores moleculares y la optimización gradual del número de padres de toros. Esto se ha logrado con un trabajo técnico conjunto entre los criadores, asesores técnicos con formación de posgrado en mejoramiento genético y el grupo de MGA de la FAUBA. El resultado es un esquema de mejoramiento por selección y aprovechamiento de la heterosis residual que retribuye a la Argentina más de 18 veces el valor económico que invierte en evaluación genética.

BIBLIOGRAFÍA

Bongiorno F & Cantet RJC. 2012. Inbreeding effective population size in breeds with nucleus and multiplier breeding units. *4th International Conference on Quantitative Genetics*, Edinburgh, UK, June 17-22.

Cantet RJC & Fernando RL, 1995. Prediction of breeding values with additive animal models for crosses from two populations. *Genet. Sel. Evol.*, 27: 323–334

Cantet RJC, Birchmeier AN & Steibel JP. 2004. Full conjugate analysis of normal multiple traits with missing records using a generalized inverted Wishart distribution. *Genet. Sel. Evol.*, 36: 49–64

Dickerson GE. 1969. Experimental approaches in utilizing breed resources. *Animal Breeding Abstracts*, 37: 191-202

Frisch JE & Vercoe JE. 1977. Food intake, eating rate, weight gains, metabolic rate and efficiency of feed utilization in *Bos taurus* and *Bos indicus* crossbred cattle. *Animal Production*, 25: 343-358

Frisch JE & Vercoe JE. 1978. Genotype - Environment interactions in growth of cattle - their occurrence, explanation and use in the genetic improvement of growth *IV World Conference on Animal Production*, Buenos Aires, Argentina, 1: 452-463

Frisch JE, O'Neill CJ & Kelly MJ. 2000. Using genetics to control cattle parasites -The Rockhampton experience. *International Journal for Parasitology*, 30: 253-264

Goddard ME & Smith C. 1990. Optimum number of bull sires in dairy cattle breeding. *J. Dairy Sci.*, 73: 1113–1122

Gregory KE & Cundiff LV. 1980. Crossbreeding in beef cattle: Evaluation of systems. *J. Anim. Sci.*, 51: 1224-1242

Gregory, KE, Cundiff LV & Koch RM. 1991. Breed effects and heterosis in advanced generations of composite populations for preweaning traits of beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 69: 947-960

Griffiths GR, Farquharson RJ, Barwick SA, Banks RG & Holmes WE. 2003. Estimating returns from past investments into beef

cattle genetics RD&E in Australia. *Proc. 25th International Conf. of Agric. Economists*, Durban, South Africa: 1338–1343

Hill WG. 1981. Dominance and epistasis as components of heterosis. *Zeitschrift für Tierzüchtung und Züchtungsbiologie*, 99: 161-168

Kimura M & Crow JF. 1963. The measurement of effective population number. *Evolution*, 17: 279-288

Koch, RM, Dickerson GE, Cundiff LV & Gregory KE. 1985. Heterosis retained in advanced generations of crosses among Angus and Hereford cattle. *J. Anim. Sci.*, 60: 1117-1132

Kress, DD, Doornbos DE, Anderson DC & Rossi D. 1992. Performance of Crosses among Hereford, Angus, and Simmental Cattle with different levels of Simmental breeding: VI. Maternal Heterosis of 3- to 8-Year-Old Dams and the Dominance Model. *J. Anim. Sci.*, 70: 2682-2687

Macor L. 2013. *Evaluación de la variabilidad genética mediante el número efectivo en Braford argentino*. Master Interuniversitario en mejora genética animal y biotecnología de la reproducción, Universidad Politécnica de Valencia.

Nomura T. 1999. On the methods for predicting the effective size of populations under selection. *Heredity*, 83: 485–489

Pritchard JK, Stephens M & Donnelly P. 2000. Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics*, 155: 945–959

Pruzzo L, Cantet RJC & Fioretti C. 2003. Risk-adjusted expected return for selection decisions. *J. Anim. Sci.*, 81: 2984–2988

Ron Garrido LJ, Birchmeier AN & Cantet RJC. 2008. Estimation of effective population size using bivariate discrete distributions for modeling family size in beef cattle. *Livestock Science*, 117: 43–51

Suárez MJ, Birchmeier AN & Cantet RJC. 2012. On parsimonious and equivalent animal models with (grand) maternal effects and missing (grand) dams. *Livest. Sci.*, 150: 324–336

Suárez MJ & Cantet RJC. 2013. Accounting for unknown foster dams in the genetic evaluation of embryo transfer progeny. *J. Animal Breed. Genet.* DOI: 10.1111/jbg.12121, <http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/%28ISSN%291439-0388/earlyview>

Whitlock MC & Barton NH. 1997. The effective size of a subdivided population. *Genetics*, 146: 427-441

Incorporación de Académicos
Buenos Aires, 22 de octubre de 2013

Apertura

por el **Sr Presidente de la Academia Nacional de
Agronomía y Veterinaria, Dr Carlos O. Scoppa de
la Sesión Publica Extraordinaria de Incorporación
del Académico de Número, Dr Alberto Carugati**

Señores Académicos,
Colegas, discípulos, alumnos del Dr. Carugati,
Distinguida familia del nuevo Académico,
Señor Académico de Número, Dr Alberto Carugati,
Señoras y Señores

Conocido es que la sevicia del tiempo deja en el corazón una trilla de ansiedad, y más aún, en tiempos donde la tan transitada abominada y abominable palabra crisis parece perpetuarse.

Que solo está porque si siempre hacemos lo mismo las cosas no cambian y no reconocer que son, precisamente las dificultades, las que traen los progresos. Que sin crisis no hay desafíos y todo se transforma en automatismo, en lánguida agonía.

Es precisamente de la angustia de donde nace la inventiva y la creatividad como la mariposa de la crisálida. Es en el ahogo donde aflora lo mejor de cada uno. Sólo es necesario trabajar duro para terminar con la única, verdadera y amenazadora crisis que es la de la incompetencia y la de la tragedia de no luchar para superarla. Es que superar la crisis es superarse así mismo sin quedar superado.

Las vanidades que la fortuna satisface, la seducción y el irresistible influjo del poder nunca podrán igualar el fulgor del saber y la virtud que fundan instituciones como la cátedra, forjan caracteres y señalan a los pueblos rutas nuevas hacia destinos mejores.

Es que el ideal de nuestros desvelos y ambiciones no debe estar en los triunfos del egoísmo ni en quebrantar las leyes naturales de la armonía social, y sí estar basados en el ejemplo constante de vidas honradas, laboriosas y poseídas de la pasión por la cultura a transmitir sobre las nuevas generaciones, porque esa es la misión que la República exige a aquellos espíritus selectos que pudieron ser purificados en el crisol de la universidad.

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 recalada a un infortunado territorio ocupado solo por meros habitantes.

Individuos fuertes, estrechamente unidos para que la denominación Academia no sea solo una designación bautismal, sino que represente esas características exclusivas e imprescindibles para la realización efectiva de esos nobles ideales de cultura, ciencia y docencia dentro de un marco de ética insobornable.

Es como consecuencia de ese precepto, que ceremonias como a la que asistimos son las de mayor significación dentro de los rituales académicos, ya que se trata de incluir a un nuevo y brillante miembro a esta pequeña legión de mujeres y hombres comprometidos con esos elevados principios. De allí la respetabilidad y nobleza que, encerrando una enseñanza como todo lo tradicional, son estas fiestas resistentes a las cambiantes repentinidades de nuestro cuerpo social.

Pertenecer a una Academia es, entonces, un honor cargado de inmensos y graves compromisos que van más allá del reconocimiento a los meritos logrados en el estudio de una determinada ciencia. Es un cotidiano cumplir con los deberes de responsabilidad social con la cultura mediante el ineludible convivir dentro las comuniones profundas del trabajo

Así las corporaciones académicas que son bastante más que solo Ciencia, Arte o Letras, no pueden sucumbir a la rémora del desencanto, aun conscientes de que no se llega a la pila bautismal sin haber sufrido antes el dolor del nacimiento, pero siempre convencidas de que no hay esfuerzo que no tenga su epílogo en cosecha, como que no hay día sin su hora meridiana.

La trascendencia y la valoración que los pueblos y las naciones tienen para la humanidad son mayores como consecuencia de la obra realizada por sus pensadores que por la de sus guerreros. Es que siempre vale 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 prolífica obra, estando imbuido de estos preceptos, por lo que será un valioso miembro que, además de honrar a nuestra corporación, está identificado plenamente con sus misiones.

Su prestigio legítimo, su claridad, la experiencia, la solidaridad casi física con la vocación elegida lo destinó inexorablemente al sitio que desde hoy ocupara en nuestra corporación.

El Dr Carugati es arquetipo de talento, vocación, erudición y actitud de permanente servicio. Es maestro en la vida científica, el profesorado y en la norma.

Es un intelectual que tiene el trabajo como arma, el estudio como obligación, la ciencia como escudo y la docencia como pasión.

Fue esa actitud responsable, unida a su esclarecida inteligencia, sus conocimientos, su permanente dedicación al estudio unida a una ineludible vocación y ardor por la enseñanza dentro de un marco ético insobornable, lo que seguramente le permitieron alcanzar esos logros que hoy le reconocemos de manera unánime para ocupar un sitio de Académico de Número, el que correspondiera al recordado Dr Guillermo Gallo.

Es deber de las instituciones nobles reconocer públicamente a aquellos ciudadanos que honran su existencia y son acreedores de la gratitud de la Patria.

Y son precisamente, estas existencias serenas las que recorren y enfrentan con solvencia sus propias vidas con la dignidad de los respetos colectivos, las que enaltecen sin encender odios ni suscitar aclamaciones tumultuosas de las multitudes no pensantes.

Ellas son las que pueden ser evocadas con utilidad en estas horas excitadas, cuando hay acritud, no exenta de desencanto entre sectores enfrentados y la descalificación, cuando no la violencia, pareciera ser el único medio para la imposición de ideas, reclamos o intereses; invocándose ignorante o arteramente a la justicia, que es paz, o al derecho, que es orden y armonía.

Soy consciente de que he mostrado con rapidez, incurriendo seguramente en el pecado nacional de ligereza la mayoría de los privilegiados rasgos del nuevo cofrade. Que no he expresado en su justa magnitud las muy nobles virtudes humanas, científicas y docentes que lo definen, deficiencias que seguramente serán enmendadas en la exposición de quien tendrá el privilegio y la distinción de ser su madrina académica, la Académica de Número, Dra Nélida Virginia Gómez la que seguramente lo hará con el detalle y la extensión adecuada.

Sólo me queda a mí, Dr. Alberto Carugati, la satisfacción de poder darle la más cordial bienvenida en nombre de todos aquellos que desde hoy serán sus cofrades, y la mía propia, y las seguridades que las virtuosas tradiciones de nuestra academia que es fuerza saludar por su pasado, se reviven en el presente y se prolongaran en el futuro.

Y en correspondencia con el cargo que detento el privilegio de hacerle entrega de sus palmas académicas a través del diploma y la medalla que lo acreditan como Académico de Número de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria.

Comunicación
12 de diciembre de 2013

Los tratados sobre temas agropecuarios en la historia de Inglaterra

por el **Ing. Agr. Edmundo Cerrizuela**

Los antecedentes más antiguos sobre la agricultura y la ganadería de Inglaterra, se los encuentran en el *Domesday Book*, un gran libro preparado por los Normandos, en base a una disposición del Rey Guillermo el Conquistador, en el año 1085. Su objetivo fue conocer el estado de la economía del campo, especialmente en lo referente a: superficie de los fundos de cada agricultor, así como los cultivos agrícolas y especies de ganado en cada uno de ellos, cuantos arados tenían, cuantos obreros y esclavos trabajaban en él, superficie de bosques y otros datos, para poder administrar el reino con justicia y eficiencia. El relevamiento de 13.418 predios, se hizo en poco más de ocho meses.

Sin embargo, la producción por unidad de superficie, aumentaba muy poco, hasta la aparición de los cereales y la comprobación práctica del efecto positivo de la adición a los suelos, de los excrementos de ovinos, bovinos, equinos y otros animales, lo que a su vez los llevó a incrementar las pasturas para la alimentación de ellos y poder disponer de mayor cantidad de abono.

Alrededor de 100 años después, aparecieron los primeros libros, que contenían conceptos con base científica.



Domesday Book

Los escritores sobre temas agropecuarios

La investigación bibliográfica sobre este tema en el país, resultó algo complicada porque en muchos casos correspondían a publicaciones difíciles de conseguir y además todo el material empleado estaba por supuesto en inglés y en algunos casos inglés antiguo. Con el paso del tiempo, se logró disponer de algunos libros diríamos “bilingües”, es decir en inglés antiguo y en inglés actual, así como libros completos de varios autores. En total, se pudo acceder a 32 libros escritos entre los siglos XII (Edad media) y XVII (Edad moderna). Del total de autores mencionados, se seleccionaron 12, cuyas obras, datan de los siglos XII, XIII, XV, XVI y XVII.

Las obras más antiguas son:

Gosseteste, Robert. (Siglo XII). *Las Reglas*.

Anónimo. (Siglo XIII). *Senescalía*.

Anónimo. (Siglo XIII). *Agricultura*.

de Henley, Walter. (Siglo XIII). *Tratado de Agricultura*.

Robert Gosseteste, *Las Reglas* (Mc Donald, 1908; Harvey, 1971)

Traducido, del francés normando “anglicado”, según Mac Donald (1908) por Elizabeth Lamond (1890).

Robert Gosseteste nació en 1175 y fue obispo de Lincoln en el período 1235-1253. Fue un intelectual formado en Oxford que adquirió fama por sus conocimientos de leyes y teología. Escribió sus *Reglas*, para su amiga la condesa Margaret de Lincoln, quien había heredado de su esposo, cuatro establecimientos agrícola-ganaderos.



Dichas reglas, que son 28, se refieren más que nada a ciertos aspectos sociales relacionados con fiestas, reuniones con amigos y algunos aspectos del manejo de los campos tal como se puede comprobar mediante la lectura de algunas.

- La primera regla enseña como el señor o la señora en cada finca, deben conocer sus parcelas, rentas, costos y servicios.
- La segunda, enseña cómo debe conocer por medio de encuestas todo lo que hay en cada finca, móvil o inmóvil.
- La cuarta regla enseña al señor/a a examinar en su campo, los recursos que les permitirán vivir anualmente de su producción.

- La sexta regla, enseña cómo y cuándo se debe manejar el período anual de cierre de sus granjas
- 25. Enseña dos reglas para trillar y vender el grano.
- 27. Esta regla enseña que los retornos de vacas y ovejas a través del ingreso diario de los quesos eran importantes. También lo eran las ventas de terneros y corderos

Anónimo, *Senescalia* (Mc Donald, 1908; Harvey, 1971)

Es un documento anónimo de fines de siglo XIII, anterior al libro de Walter Henley. Se acepta que fue escrito originalmente por abogados y auditores. Estuvo constituido por hojas sueltas algunas manchadas y fue traducido por Elizabeth Lamond y publicado en 1890.

Describe las funciones de todos los responsables del manejo de la producción agrícola-ganadera y de los sirvientes de los campos de los Señores de la época.

El principal era el Senescal, lo seguía en orden jerárquico el Bailiff o mayordomo y luego los encargados de tareas específicas tales como:

- Recorrer las parcelas controlando y guardando productos tales como madera, cereales, pasturas y enviarlas al mayordomo. Además debían organizar y controlar las cosechas. Los que cumplían estas funciones, se llamaban Haywards.
- Los responsables de las tareas de preparación de tierras y cultivo, debían realizar el mantenimiento de los arados y de los animales de tracción, generalmente bueyes, a los que debía mantener en buenas condiciones generales con una adecuada alimentación.

- El encargado del transporte debía mantener en buen estado a los caballos que se utilizaban para ese fin. También debían evitar las sobrecargas. Estaban obligados además a dormir en los establos y estaba prohibido encender fuego en ellos
- Los responsables de los rebaños vacunos y cerdos tenían que conducirlos a los bosques y pastizales y en invierno o época de lluvias, traerlos a la granja.

Este documento, tenía también una detallada descripción de las funciones del señor, es decir del propietario, a la que se llamaba, Oficina del Lord.

Creo necesario destacar que tanto las funciones del Señor, como la de los responsables de las diferentes tareas que se describen en esta obra, no difieren esencialmente de las que con otros recursos por supuesto, se utilizan en la actualidad a pesar de los 800 años que pasaron.

Anónimo, *Agricultura* (Mc Donald, 1908; Harvey, 1971)

Traducido por Elizabeth Lamond, y publicados en 1890.

Esta obra, anónima, fue escrita en el siglo XIII, durante el reinado de Eduardo I. El tema central de este trabajo, es la organización, la administración y el control de la producción agrícola.

Los encargados de realizar estas tareas y rendir cuentas al Señor, eran: un administrador, un mayordomo y un capataz.

La obra cita detalladamente, el manejo de diferentes actividades que se realizan en el campo, incluidas las producciones destinadas a ser vendidas para su transformación.

Algunas de ellas son:

1. *El costo de mantenimiento de los carros destinados al transporte.*
2. *Oficina de administración.*
3. *ngresos por semilla sembrada.*
4. *Como debía medirse un campo.*
5. *Ingresos por productos de granja.*
6. *Ingresos por vaquillonas, vacas y leche.*
7. *Venta de productos que debían transformarse industrialmente.*

Sir Walter Henley (1200-1281), *Tratado de Agricultura*

“Este es el tratado sobre agricultura, que un buen hombre llamado Sir Walter Henley escribió con el propósito de enseñar a los que tienen campos y no conocen los diversos aspectos de la agricultura, como la labranza del terreno o el manejo del ganado, de modo que puedan comenzar a comprender los diferentes aspectos de estas actividades”

Así comienza el libro traducido al inglés actual, por Elizabeth Lamond en 1890, cuyo título original es *Agricultura* (Walter of Henley, 1890; Mc Donald, 1908; Harvey, 1971). La estructura de la obra, es la de un padre aconsejando a su hijo en cada uno de los temas que se desarrollan mediante la formulación de una pregunta que es la siguiente: “¿Sabes porque?.. Te lo diré”.

Los temas que trata son los siguientes:

1. *Como un hombre debe gastar la salud que Dios le dio.*
2. *Como se deben seleccionar los sirvientes.*
3. *Como debe tratar a su buey.*
4. *Cuánto cuesta sembrar un acre.*
5. *El manejo de la explotación.*

6. *Cómo se debe cambiar la semilla.*
7. *Cómo se debe preparar el abono.*
8. *Cómo se debe mantener a los animales de trabajo.*
9. *Cómo se debe inspeccionar el ganado.*
10. *Cómo se debe tratar a los animales de tiro.*
11. *Cómo se deben mantener los camellones.*
12. *Cuanta leche debe rendir una vaca.*
13. *Cómo se deben seleccionar los cerdos.*
14. *Cómo se deben seleccionar las ovejas.*
15. *Cómo se deben seleccionar los corderos.*
16. *Como se deben seleccionar los carneros. Castración.*
17. *Gansos y gallinas.*
18. *Revisión de cuentas.*

Todos estos temas, están desarrollados en capítulos no muy extensos, algunos de ellos breves.

Comentaré aquellos más relacionados con las técnicas agrícolas.

1. Siembra tu campo a tiempo, en terreno muy bien preparado, para evitar los efectos de una helada, que pudiera afectar los pequeños y débiles brotes del grano sembrado. Además, debes tener en cuenta el daño que podría causar una lluvia caída hasta después de ocho días de la siembra sobre un campo mal preparado. La cantidad de semilla por acre que se aconsejaba, era de 33 búshels.

2. Dos clases de terreno que debes sembrar temprano. Los arcillosos y los pedregosos.

3. La buena preparación del terreno, requiere tres aradas, salvo aquellos campos que se siembran anualmente.

4. Otro consejo muy interesante, es cambiar anualmente la semilla por otra de plantas crecidas en lugares diferentes y dice a

su hijo, que si quisiera comprobar este consejo, prepare un lote de terreno y siembre separadamente las dos clases de semillas. Asegura que los resultados serán mucho mejores con las semillas obtenidas en otros lugares.

Se trata sin duda, del primer procedimiento *experimental* registrado en un libro inglés, hace 800 años.

5. Otra materia interesante, tratada por Henley, es la preparación de abono.

Los materiales usados, eran: paja de cereales y otras naturales, estiércol de ovejas y otros animales, marga, tierra de buena calidad (proveniente de excavaciones, limpieza de canales etc.). El procedimiento de preparación se basa en el apilado de pajas mezcladas con tierra, de estiércol con tierra o marga y luego de un tiempo mezclar ambas pilas y humedecerlas, dejándolas un período no especificado, para después dispersar el abono obtenido sobre el suelo preparado para la siembra de cereales, incorporándolo luego junto con la semilla a poca profundidad..

6. Otra característica interesante de este tratado, en cualquier tarea que se describa, es la especificación del costo detallado de las labores desarrolladas. Por ejemplo, el desmalezado de tres acres se pagaba un penique.

7. En la época de trilla, recomendaba que el mayordomo, debe establecer un control muy estricto del trabajo, complementando su actividad, con un obrero de su total confianza, para certificar la cantidad de grano que se producía. Cita el autor, que era frecuente la falsedad de datos.

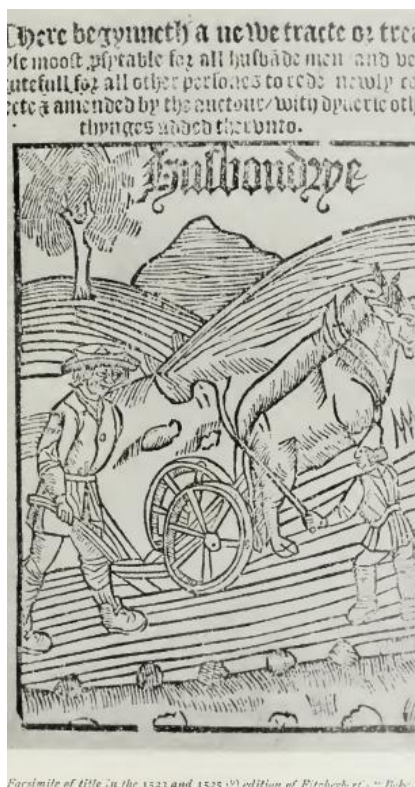
Observación: Como ya dije, las cuatro primeras obras tratadas, fueron traducidas, al inglés actual por Elisabeth Lamond en 1890.

Alrededor de 1951, el Profesor Power reclamó un estudio más detallado y profundo de los cuatro primeros libros, escritos en el siglo XII y XIII, que expuse anteriormente.

Aceptó el desafío, la Dra Dorothea Oschinsky, especialista en Economía Medieval quien realizó un estudio exhaustivo sobre el material original, que estaba en Oxford, en Cambridge y la Catedral de Canterbury, consistente en alrededor de setenta y una copias, de rollos y hojas sueltas.

Los resultados de su trabajo, están registrados en un libro que se publicó en 1971 (Oschinsky, 1971).

Sir John Fitzherbert (1460-1531), *Libro de Agricultura*, Siglo XV



Facsimile of title in the 1523 and 1525-29 edition of Fitzherbert's "The Booke of Husbandry".

Esta obra (Master Fitzherbert, 1534; Loudon, 1831; Mc Donald, 1908) se conoció en 1523, bajo el reinado de Enrique VIII y se aceptó como autor al Juez Anthony Fitzherbert, quien escribió libros sobre Derecho y fue un prestigioso profesional. Sin embargo, pocos años después, comenzó a objetarse su autoría mediante numerosos argumentos.

Sir Ernest Clarke, Conferencista de la Universidad de Cambridge, aportó información en base a la cual, afirmó que el autor de este libro, fue John Fitzherbert, hijo mayor del citado Juez. El argumento básico, fue que Anthony, no tuvo formación práctica en temas de campo y sus libros se referían a temas legales. En cambio su hijo (que algunos dijeron que era su hermano mayor) trabajó en los campos de su padre durante cuarenta años.

Este es un tema no resuelto, aunque hay ediciones de este libro, que confirman como autor, a John.

Esta obra, es el más completo tratado inglés de la Edad Media en el tema agropecuario y consta de 172 capítulos y 122 páginas abarcando conocimientos sobre agricultura, ganadería así como pensamientos y consejos sobre moral y comportamiento humano. Cabe agregar, que la versión más completa, está escrita en inglés antiguo. En 1882, se publicó una versión modernizada de la que solamente se pudieron conseguir extractos (Master Fitzherbert, 1534).

1. ¿Qué es mejor para la tracción de un arado? ¿el caballo o el buey?

Esta pregunta se puede responder diciendo, que la eficiencia de cada uno, depende de las condiciones de trabajo tales como el tipo de suelo y la disponibilidad de alimentos. En los suelos

arcillosos, el buey es mejor. También lo es en terrenos con pendientes.

Por otra parte, debe considerarse el costo del trabajo de cada uno relacionado con su rendimiento diario. El autor cita que el caballo necesita herraduras y el buey no.

2. Siembra de habas y guisantes

Ambas especies, se deben sembrar luego de Navidad, en el mes de Marzo. Debían sembrarse “en la vieja luna”.

3. Siembra de la cebada

Cada buen agricultor, tiene su terreno preparado y abonado para la siembra de la cebada. Dicho terreno, debe estar seco y el abono mezclado con la tierra. Si se produjera una sequía luego de Candelaria (festividad religiosa) se debía regar el campo, evitando la acumulación de agua. En Marzo, correspondía abrir los surcos y sembrar en cada acre, 5 bushels (aprox. 35 litros).

4. Siembra de avena

Marzo es el tiempo para sembrar avena, especialmente sobre suelos livianos y secos. Su crecimiento, requiere como todos los cereales, humedad suficiente pero no excesiva. Se deben sembrar, tres bushels por acre.

Describe tres tipos de avena: roja, negra y peluda, mencionando que la mejor es la roja, que luego de trillada es amarilla.

Recomienda que después de sembradas, se pase una rastra, para evitar que los pájaros coman las semillas y para romper los terrones.

5. Transporte de estiércol y su dispersión en el campo

A fines de Abril o principios de Mayo se debe realizar el transporte del estiércol al campo, el que se puede descargar en el barbecho ya preparado para la siembra de trigo, avena o cebada

o fuera del terreno donde se va a sembrar y luego, dispersarse en el campo correspondiente. Se consideraba que la segunda opción era la mejor. En los dos casos, debían hacer tareas de incorporación del abono al suelo.

Por experiencia, consideraban al estiércol vacuno el mejor, y el peor al de caballo. Sin embargo, cuando era posible conseguirlo, el preferido, era el de paloma.

En el siglo XIII, los agricultores estaban totalmente convencidos de los beneficios de la fertilización.

6. Conocimiento de las diversas formas de combatir las malezas

A fines de Mayo y comienzos de Junio, debían realizarse las tareas para controlar las malezas. El autor, menciona numerosas especies tales como: cardos, pajas, grama, esparto y otras más a las que describe detalladamente.

Los instrumentos y procedimientos que se usaban para eliminar las malezas eran un tipo de tijeras de madera con extremo metálico o un tipo de garfios o ganchos. Luego de una lluvia, se usaba el arrancado, tratando que la raíz saliera entera.

Es notable, la importancia que daban al control de malezas.

Cabe agregar, que las horquillas y rastrillos, se fabricaban en el mismo campo.

7.- Henificar para obtener forraje

Cuando se siegan las pasturas para henificarlas, deben dejárselas sobre el terreno y si fueran gruesas, debían previamente sacudirlas con las manos.

Cuando estuvieran marchitas, era conveniente voltear antes del mediodía, cuando se hubiera evaporado el rocío. Esto se repetía hasta que el material estuviera seco. Posteriormente se lo acomodaba en cordones y luego en pequeños montones.

Para saber cuando estaba suficientemente seca, se tomaba un tallo y se hacía una especie de cuerda para conocer su flexibilidad, luego se lo cortaba a mano con un cuchillo y observaba si estaba algo verde y húmedo. Este era el estado preferido por las ovinos y vacunos.

Decían en esa época que el hombre puede aconsejar como se prepara el heno, pero solo Dios dispone y ordena todas las cosas.

8. Cosas necesarias para hacer injertos

Era necesario, redituable y también un placer para el agricultor tener toda clase de frutales, tales como peras, manzanas, cerezas, damascos, avellanas etc. El autor señala que para lograrlo, era conveniente conocer la técnica del injerto. También era necesario conocer los elementos requeridos para realizar injertos.

Se utilizaba una sierra para injertos, que debía ser muy delgada; un cuchillo de injertar de una pulgada de ancho, con un mango grueso; otro cuchillo muy filoso, para cortar limpiamente la corteza del injerto. También se debía preparar, suficiente arcilla, musgo, y material para atar.

9. En qué época del año los carneros deberían ponerse con las ovejas

Era importante saber que en esa época, los ovinos eran los animales que producían las más altas ganancias. Además se consideraba importante determinar, cuál era la época más adecuada para poner en contacto las ovejas con los carneros.

Para aquellos que usaban pasturas en común con otros productores, se estimaba que el día más adecuado, era el de la Exaltación de la Santa Cruz, es decir, el 14 de noviembre. En el caso de productores más pobres, habitantes de las montañas, el día más adecuado, era el de Sa Simón, 28 de octubre.

10. Varios

Trata sobre la forma de proceder ante la presencia de enfermedades que producían la caída de la lana. Menciona también la importancia del baño de las ovejas, para prevenir y hasta tratar algunas enfermedades.

Finalmente, describe los trabajos que debe realizar la esposa, detallados por hora del día.

Este libro de Fitzherbert, es el más completo de la antigüedad inglesa.

Thomas Tusser (1524-1580), *100 buenos puntos sobre Agricultura* (1557) y otros libros

Su principal libro, *100 buenos puntos sobre Agricultura* redactado en coplas rítmicas, fue impreso en Londres en 1557 y tuvo varias reimpresiones (Loudon, 1831; Mc Donald, 1908).

En 1573, se hizo una nueva edición, titulada *Quinientos puntos sobre buena Agricultura* en el que incluye términos y proverbios por primera vez, incluyendo las "diez características que debe tener un buen queso", que son:

No como Giezi, víctima de la muerte blanca

No como Lot, todo sal

No como Argus, lleno de ojos

No como Tom Piper, inflado

No como Crispin (mártir) correoso

No como Lázaro, pobre

No como Esau, peludo

No como María Magdalena, llena de suero de leche.

No como los Gentiles, llenos de gusanos

No como un Obispo, hecho de leche quemada.

En el año 1561 o 1563 se agregó a este libro, la obra, llamada *El Libro de Agricultura* que contiene un Calendario Agrícola y Ganadero anual en el que detallan los cultivos que deben sembrarse cada mes y las tareas de campo correspondientes. También incluye las actividades domésticas que debe realizar la dueña de casa.

Se pueden conseguir copias del libro completo, pero redactadas en inglés antiguo, muy difíciles de traducir.

Todas sus obras, fueron escritas en verso, por lo que Tusser, fue llamado, el *Varron británico*.

Escribió su epitafio que dice:

“Aquí yace Thomas Tusser, cubierto con la tierra reposa quien escribió alguna vez los *Puntos sobre la Agricultura*. Por ellos aprendieron sus misterios.

Cuando todo fue dado, reposamos y volvemos al polvo.

Y ahora, a través de Jesucristo, espero ir al cielo. Quien lea este libro, encontrará que esta fue mi esperanza.”

Barnabe Googe (1540-1594), Cuatro Libros Sobre Agricultura (1572)

Barnabe Googe, celebrado poeta y traductor, dijo que “la Agricultura es la madre y nurse de todas las otras artes”. Agregó, que “la literatura agrícola, ocupó una muy alta posición entre los antiguos”.

Expresó que “la mera enunciación de los nombres de los autores cuyos trabajos se mantienen vivos, no crean dudas en nuestra mente, sobre la procedencia de los actuales métodos de cultivo. El estudio de los escritores antiguos, no es una cuestión de moda”. Además manifiesta que muchos Emperadores, empuñaron el arado y es conocido, que los Emperadores Galerius y

Maximinus, fueron agricultores pobres antes de asumir sus altas dignidades.

El título de su obra principal es *Cuatro Libros Sobre Agricultura* y fue editado en 1572 (Loudon, 1831; Mc Donald, 1908). Se trata de una traducción de apuntes coleccionados por M. Conradus Herefbachius en cuya introducción, menciona a los grandes escritores sobre agricultura de la antigüedad.

En su obra, menciona al trigo y la cebada, expresando que hay diferentes “especies” (seguramente quiso decir variedades) a las que agrega la *Zea*. El Dr. Daydon de la Sociedad Linneana dijo que se refiere al maíz, que fue sembrado por primera vez en Inglaterra, en el año 1562.

También menciona al nabo cultivado y al nabo silvestre.

Cita especialmente a la cebada, que se puede utilizar como forraje para caballos pero también para hacer pan y una bebida a pesar de la dificultad que presentan los granos para molerlos.

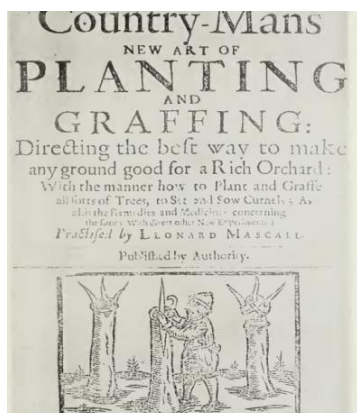
Respecto a las semillas en general, dice que los agricultores de la antigüedad, conocían las buenas cualidades de las semillas, por su peso y color.

Menciona la gran importancia que tenía la lucerna, a la que los españoles llamaban Alfalfa, especialmente en la alimentación de los caballos.

Sobre el combate del moho en los campos de pastoreo, que se recomendaba recuperar con la aplicación de ceniza, considera que es mejor, ararlo varias veces, y sembrar avena. Menciona también, que podría recolectarse semilla de pasturas naturales y sembrarlas.

El libro concluye, con “Veinte curiosas normas para comprar un campo”, escritas en inglés antiguo.

Leonard Mascall (1546-1605), *Libro sobre el arte y manera de injertar toda clase de plantas sobre otras, y otras contribuciones*



Leonard Mascall, junto a Gervase Markham fueron los escritores de temas agropecuarios más prestigiosos de su época.

Los antecedentes más amplios sobre sus aportes agropecuarios, se encuentran en el libro *Agricultural Writers from Sir Walter of Henley to Arthur Young* cuyo autor, es Donald Mc Donald (1908).

A fines del siglo XVI Inglaterra atravesó un período de escasez de alimentos muy complejo. El ganado era muy escaso, los cereales como trigo y arroz, estaban fuera del alcance de los pobres. Los Jueces, habían ordenado destruir los árboles y parques así como todo aquello que no sirviera de alimento.

Entre las medidas tomadas para solucionar esa situación, se destacan la introducción del cultivo de la papa (que al principio se la consideró tóxica) y del cultivo del tabaco. Ambos hechos se atribuyen a Sir Walter Raleigh.

El nombre de su primer obra es *Libro sobre el arte y manera de injertar toda clase de plantas sobre otras* (Harvey, 1971).

Sobre este tema, expone algunos ejemplos, entre los cuales, hay algunos muy discutibles.

Aconseja como sembrar pepinos, como transformar plantas salvajes.

En sus instrucciones sobre plantado e injerto, recomienda cercar el lugar para evitar daños de personas o animales.

Respecto a las malezas en los huertos, indica que deben ser eliminadas, porque compiten por el agua con las raíces de los frutales.

Otra obra muy importante de este autor es el libro titulado *Organización y manejo de la cría de aves* publicado en 1581. Este fue el primer tratado publicado exclusivamente sobre el tema.

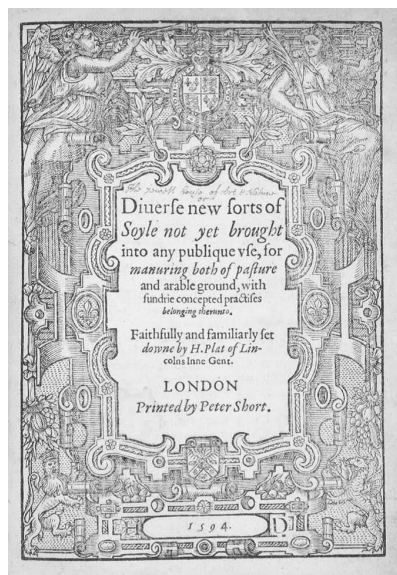
Para algunos historiadores, el libro más importante de este autor fue *El manejo del ganado* que apareció en 1587 y fue considerado una importante compilación, que sin embargo, representaba las mejores prácticas del día y que continuaron vigentes en los libros de Markham hasta muy avanzada la siguiente centuria.

Otro libro escrito por Mascall, a pedido de una noble dama, fue escrito en 1581 y su título fue: *Cría y manejo de aves, especialmente gallinas, pavos, patos, palomas y otros*. Probablemente fue el primer libro sobre este tema.

Entre otros propósitos, se pedía al autor, que pudieran obtenerse gallinas del mismo color que sus huevos y que fueran capaces de ponerlos durante todo el invierno.

Para ello, el encargado debía alimentar a las gallinas, todas las mañanas con la siguiente mezcla: plantas de Ortiga a punto de producir semillas, que debían deshidratarlas y mezclarlas con afrecho y semillas de cáñamo.

Sir Hugh Plat o Platte (1552-1611)



“Sir Hugh, fue considerado en sus días un docto y agudo observador y un esclarecido escritor y valioso pionero en las trincheras del conocimiento, así como su grandeza y modestia, puesta de manifiesto en la mayoría de sus trabajos que fueron conocidos después de su muerte.

El mantuvo correspondencia con los más altos exponentes de la agricultura de su época y siempre mencionó sus nombres en los trabajos que realizaba cosa que no hacían otros escritores en aquellos tiempos.”

Sir Hugh Plat (Mc Donald, 1908; Thick, 2010) no solamente se ocupó de la agricultura, sino también de otros interesantes temas tales como numerosas invenciones, que están descritas en *Casa de joyas de Arte y Naturaleza*, entre las que incluía *Nuevas experiencias en el arte de la Agricultura*. Este autor, se dedicó principalmente al mejoramiento

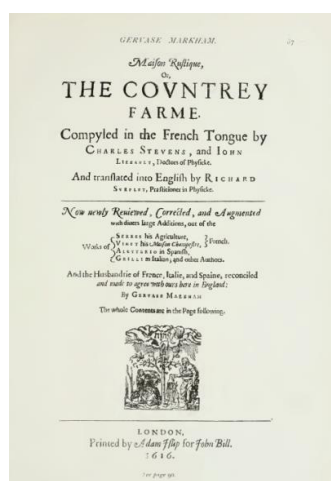
de la Producción Agrícola y la Jardinería (1594). Dentro del tema agrícola escribió sobre *Diversas clases de suelos que no están aún en uso público, que pueden recuperarse mediante el abonado*. Esta obra, fue la segunda parte de *Casa de joyas de Arte y Naturaleza*.

El célebre autor de *Essays of Husbandry*, Walter Harte (1764), dijo que Plat fue el más ingenioso agricultor de su época.

En sus notas y libros, Plat informa sobre sus múltiples “experimentos” con plantas de jardín y agrícolas.

En el libro publicado por Malcolm Thick (2010), titulado *Sir Hugh Plat, The search for useful knowledge in early Modern London*, se puede conocer profundamente la vida y obra de este autor.

Gervase Markham (1568-1637), *El Agricultor Inglés*



Markham fue considerado siempre como un escritor líder en la agricultura inglesa y aceptado en su época, como el mejor de Inglaterra.

La mayor parte de los libros de este autor, aparecieron a comienzos del siglo XVII. Fue un escritor prolífico de temas agropecuarios. Escribió sobre la recuperación de suelos estériles en diversos lugares del reino, para permitir el cultivo de diferentes especies de granos y de varios tipos de leguminosas así como de pasturas. También desarrolló procedimientos para la conservación de semillas. Además, realizó experimentos para: mejorar las pasturas arables y terrenos de bosques así como el drenaje de suelos salinos.

Estudió aspectos económicos sobre las tareas diarias de obreros y animales de trabajo.

Las primeras obras sobre agricultura y temas afines, consistieron en una actualización de los escritos de antiguos autores, especialmente relacionados con los equinos, tema sobre el que escribió una larga serie de obras.

En su libro, titulado *El Agricultor Inglés* (McDonald, 1908; Harvey, 1971; Thick, 2010), que comprendía dos tomos y cada tomo dividido en dos partes, desarrolló los siguientes temas: El primero de ellos, trataba sobre la naturaleza de todos los tipos de suelos dentro de los dominios del Reino, las técnicas de preparación de suelos, los diversos tipos de arado y otros instrumentos de campo.

El segundo, al arte de plantar, injertar y jardinería en general, así como el manejo de enredaderas y la conservación de toda clase frutas.

En el segundo libro del *El Agricultor Inglés*, se trata el tema de la organización de la huerta, la plantación o siembra de especies exóticas de flores, el cruzamiento de todo tipo de ganado, además de sus tratamientos médicos y alimentación.

Escribió varios libros sobre los equinos, su cría y manejo.

Se agrega también, un título sobre *Buena recreación* para el hombre, que comprende el arte de la pesca, riña de gallos y otros.

Richard Weston (1591-1652)

Siempre fue reconocido, que Sir Richard Weston, fue responsable de la fundación de la agricultura inglesa mejorada y se remarcó que el progreso económico de Inglaterra se produjo, por las recomendaciones de su tratado titulado *Discurso sobre la Agricultura usada en Brabant y Flandes* (Loudon, 1831; Mac Donald, 1908).

El nunca llevó su obra, más allá de un manuscrito, que dejó como herencia para sus hijos. Samuel Hartlib, lo publicó como un libro, algunos años después de su muerte.

Uno de sus principales aportes fue la construcción de un sistema de esclusas, similares a las de Holanda, que permitió hacer navegables ríos y canales.

En 1638, introdujo una planta forrajera llamada “trifolio”, obteniendo muy buenas cosechas mediante la irrigación de los prados.

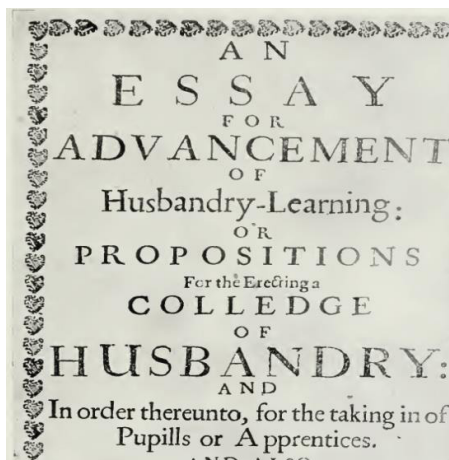
Otro aporte, fue la difusión de un sistema de rotación de cultivos, que comprendía trébol, lino y nabo.

Algunos autores de su época, mencionan los múltiples ensayos de campo, que realizó con el trébol y la solución del problema de escasez de semilla de ese cultivo.

Su preocupación fue agropecuaria, ya que por lo general, sus ideas siempre estaban relacionadas con la cría de ganado.

Dejó un legado a sus hijos, que decía: *Preceptos de un padre muerto instruyendo a sus hijos, sobre lo que el vio y conoció.*

Samuel Hartlib (1600-1662), *Los avances sobre la enseñanza de la agricultura, y otras obras*



Este autor, nació en Polonia aproximadamente en el año 1600 (otros autores dicen que nació en Elbing, al Este de Prusia) y emigró a Inglaterra en 1628, donde desarrolló una intensa actividad cultural en el ámbito de los grandes escritores de la época, tanto que el filósofo Milton, le dedicó su libro titulado *Tratado de Educación*.

Hartlib, tenía conocimientos sobre temas agrícolas, que pronto desarrollaría tratando de colaborar con el progreso de la agricultura inglesa.

Entre sus obras, podemos destacar un ensayo titulado *Los avances sobre la enseñanza de la agricultura* que comprendía la ganadería, e involucraba la propuesta de creación de un Colegio de agricultura. Publicó también un libro sobre la *División de Tierras* y otro sobre *El Agricultor Completo*.

Sin embargo, el libro que tuvo varias ediciones, fue *Legado* (Mc Donald, 1908).

Un comentarista de la época, señala, que en ese libro Hartlib menciona lo que podría llamarse “el primer experimento sobre alternancia de siembras en un mismo lugar, algo así como rotación de cultivos. Cabe tener en cuenta, que mil años antes, autores romanos describieron detalladamente, este sistema.

Otra obra, *Discurso sobre la Agricultura de Flandes*, fue en realidad, una ampliación del trabajo que Sir Richard Weston legara a sus hijos y al que no dio la forma de un libro.

Hartlib, describió y recomendó una planta, llamada “Sainfoine” (*Onobrychis* sp.) a la que solían llamar “hierba santa”, cuya producción forrajera era muy grande. Además es muy resistente a la sequía y a los suelos calcáreos. Por otra parte, es una planta de jardín, que por sus atractivas flores puede ser muy útil como melífera.

Hartlib dijo: “No puedo menos que recomendar esta planta a la que podría calificarla de maravilla sabiendo que ella puede ser muy beneficiosa para Inglaterra” (Loudon, 1831; Mc Donald 1908).

Otras forrajeras recomendadas, fueron los tréboles y la lucerna (alfalfa).

En 1662, escribió un libro relacionado con la producción de miel en el que presenta un nuevo tipo de colmena con mayor capacidad de producción. Su objetivo, era reducir el costo de la miel.

Cabe destacar, algunos conceptos sobre fitopatología, tales como los problemas de enfermedades como el “carbón” del maíz así como el “mildew”, lamentando la falta de conocimientos sobre su control.

BIBLIOGRAFÍA

Fitzherbert Ms. 1534. *The Book of Husbandry*. Edited by the R. Walter W. Skeat, London

Harvey PDA. 1971. *Agricultural Treatises and Manorial Accounting in Medieval England*. Clarendon Press, Oxford

Henley W of. 1890. *Husbandry*. Traduc. E.Lamond. Longmans, Green Co, London

Loudon JC. 1831. *Enciclopedia of Agriculture*. Book I:43. Longman, Rees & Ormme, London

Markham, Gervase. 1607. El Caballero Inglés I .y II. Wikipedia. org/wiki/Gervase/Markham

Mc Donald D. 1908. *Agricultural Writers 1200-1800*. Ed. Horace Cot, London

Oschinsky D. 1971. *Walter of Henley and other treatises on Estate Management and accounting*. Oxford

Thick M. 2010. *The Search for Useful Knowledge in Early Modern London*. Prospect books, Allaleigh House, Blackawton, UK

Anamnesis clínica o biografía del enfermo en la clínica médica general de los pequeños animales. Su historia, su presente y su futuro

por el **Dr Alberto A. Carugati**

INTRODUCCIÓN

Cuando se me invitó a disertar para este evento, me senté en el escritorio de mi consultorio, y me puse a escribir los posibles temarios, fue así que escribí temas sobre entidades nosológicas, síndromes clínicos, diagnósticos diferenciales, actitudes terapéuticas, etc, etc, y así llené una hoja tamaño oficio de puño y letra.

Luego, al pensar que estos temas atentaban contra lo que siempre sostuve que un clínico debe disertar frente a un enfermo. De ahí que derivé hacia un tema clínico que no requería la presencia del enfermo.

Es por ello, que la elección recayó en el siguiente tema, cuyo título es:

Anamnesis clinica o biografia del enfermo en la clinica medica general de los pequeños animales. Su historia, su presente y su futuro

Comenzaremos por sus definiciones:

- Definición etimológica: Anamnesis es una palabra de origen griego que significa recuerdo, memoria, acto de recordar ideas olvidadas, arte de recordar o adquirir memoria
- Definiciones conceptuales: Me voy a permitir desarrollar algunas de las definiciones:

- ✓ Es la historia de los antecedentes o historia médica de un caso particular, constituido por un paciente animal y su propietario, sobre los que el veterinario elabora el o los diagnósticos presuntivos primarios o iniciales, sin mediar examen clínico alguno.
- ✓ Es la ciencia (por obedecer a reglas fijas), y es el arte (porque requiere cualidades de inteligencia y talento humano), para elaborar un diagnóstico presuntivo basándose el clínico en el interrogatorio al propietario, sin haber examinado físicamente y/o complementariamente al enfermo.
- ✓ Capacidad o arte del clínico para reunir información de los antecedentes del enfermo, para concluir en un primo diagnóstico presuntivo, aún sin ver, ni explorar al enfermo.
- ✓ Es la indagación o averiguación por medio de la palabra, respecto de lo que ha apreciado el dueño del padecimiento de su paciente.
- ✓ La Anamnesis nos permite vislumbrar y vivenciar un estado embrionario del diagnóstico presuntivo. Es una verdadera elaboración intelectual. Es decir, la finalidad principal de la Anamnesis es suministrar elementos de juicio necesarios para el diagnóstico presuntivo.
- ✓ Es una obra intelectual del veterinario, y a la vez es la consumación de una obra artística del veterinario.

Historia de la anamnesis clínica

Ha dicho nuestro Premio Nobel de Medicina, Dr. Bernardo Houssay: "Para comprender las orientaciones presentes y futuras de la medicina, es conveniente, diría indispensable, conocer su historia y su evolución. Somos hijos de nuestros padres. El pre-

sente nace y deriva del pasado, y todos los progresos se elaboran en una continuidad ininterrumpida". Por ello, comenzaremos con su historia médica.

La Mesopotamia suele considerarse la cuna de la civilización, el historiador griego Herodoto (484-425 AC), quien viajó por todo el mundo antiguo y visitó Babilonia, escribió lo siguiente: "No hacen uso de los médicos, llevan los enfermos a la Plaza del Mercado, y la gente se acerca a los enfermos y dan consejos acerca de sus padecimientos". Cuanta similitud con las vivencias tenidas por un propietario nuevo en nuestros días, solicitando opinión sobre la dolencia de su animal, al vecino, a otro tenedor de perros que se encuentra en la plaza pública o al criador que le vendió su animal; que lo orientará en cuidados elementales antes de recurrir al veterinario.

Al llegar a Egipto la situación que encontró Herodoto era totalmente diferente, quien nos dice: "El arte de la medicina entre este pueblo está distribuido de la siguiente manera, cada médico es médico de una enfermedad y no de más. Todo el país está lleno de médicos, pues algunos se llaman médicos de los ojos, otros de la cabeza, otros de los dientes y otros del estómago, y de otros achaques oscuros". Cabe observar cuanta similitud con las especialidades médicas de nuestros días, siendo lógico comprender que los niveles son abismalmente diferentes, pero nos debemos preguntar si no lo serán las actuales especialidades con el nivel de la medicina del futuro dentro de 500 años.

Hoy se tiene la certeza de que el médico egipcio empleaba criteriosamente el interrogatorio y hasta la inspección y la palpación del enfermo. El médico egipcio se había adiestrado en la facultad de indagar.

Los griegos, ese pueblo notable con la genialidad de crear el orden a partir del caos, logrando reunir los hilos dispersos del conocimiento médico y tejer así una magistral telaraña.

El más importante de los médicos griegos fue Hipócrates, hoy llamado "Padre de la Medicina". En su "Corpus Hipocrático" se cita a los médicos y se los divide en 2 categorías:

- 1) Aquellos que trataban al enfermo, escuchando sus quejas e interrogándolos sobre su historia biográfica. Ellos estaban encargados de curar a los "hombres libres", explicándoles como interpretaba el origen y la naturaleza de su enfermedad.
- 2) Otra categoría era la de los médicos de los "esclavos". Según Platón corrían de un enfermo a otro, dando instrucciones, sin hablar, sin pararse para razonar. Su relación con el esclavo era casi tiránica.

Cuanta similitud con el médico de cabecera o médico de la familia, en oposición al médico de la mutual de nuestros días.

El procedimiento de Hipócrates es moderno en esencia. En primer lugar, el médico hacía una historia cuidadosa y prolija. Anotando raza, sexo, edad, ocupación, sitio en que vive y vivió, su defecación, su apetito, su carácter, temperamento, si hubo expectoración, y tipo respiratorio.

El médico griego no interrogaba menos que en nuestros días.

En un manuscrito de la Escuela Cnídica, conocido como: *Las Dolencias- Tratado Dietético Terapéutico*, se recomienda que cuando el médico visite al enfermo, debe preguntarle que padece, de que viene su dolencia, desde cuando está enfermo y que tipo de vida sigue.

La Anamnesis ya desarrollada como método se cita en la obra de Rufo de Efeso, en Alejandría a fines del siglo I D.C. Para Rufo la Anamnesis no sólo le servía para el diagnóstico de la enfermedad, sino que mediante ella descubría la personalidad del enfermo y su comportamiento psicofísico. Las “preguntas médicas de Rufo” que se apartaban del uso médico, constituyeron durante siglos la única instrucción detallada para recoger la Anamnesis. Esta obra se inicia así: “Se deben dirigir preguntas al enfermo, con ayuda de estas preguntas se reconocerá más exactamente lo que se relaciona con la enfermedad”. Su obra fue utilizada más adelante por los médicos Bizantinos y fue traducida completamente por los árabes.

Han pasado siglos, se han desarrollado descubrimientos maravillosos en beneficio de los enfermos, sin embargo la Anamnesis continúa siendo uno de los pilares más importantes de la medicina.

Ahora me detendré a recordar mi historia respecto al conocimiento de la Anamnesis Clínica. Estimo que mi historia es idéntica a la vivida por muchos veterinarios en los últimos 70 años.

Mi primer contacto con el conocimiento de la Anamnesis Clínica, la tuve en la 1º clase teórica del Profesor de Semiología y Propedéutica Clínica, el Dr. Asdrúbal Brea, en la Facultad de Agronomía y Veterinaria, Escuela de Veterinaria de la U.B.A, dictada en la perdida aula del Instituto de Clínica. Ahí, al hablar de la historia clínica le dedicó una explicación a la Anamnesis deteniéndose en su valor, sus riesgos, sus dificultades, tanto en la clínica de Grandes como la de los Pequeños Animales. Deteniéndose en algunas particularidades anecdóticas de algunos dueños. La conclusión a la que llegué como alumno fue que era solamente saber preguntar al dueño el motivo de la consulta y que signos había notado en su observación.

Así cursé diversas disciplinas, tales como: Enfermedades parasitarias, Enfermedades infecciosas, Patologías Médicas, Patologías Quirúrgicas, sin haber escuchado nunca la palabra Anamnesis. Llegué así a 5º Año en Clínica de Grandes Animales, donde ningún docente mencionó siquiera la palabra Anamnesis.

Recién al llegar a Clínica Médica y Quirúrgica de Pequeños Animales, en su primera clase teórica, la Profesora Titular, la Dra María Teresa Pansecchi de Marzorati, se explayó sobre el valor de la Anamnesis, de la dificultad inherente al no tenerla, de la figura de “madame du papier”, de la versatilidad que debía tener el clínico para adaptarse a la personalidad, al psiquismo y al lenguaje del propietario. Ahí comencé a intuir su importancia en la clínica.

Tuve la suerte luego, de tomar contacto con docentes de jerarquía y larga experiencia, tales como:

- El Dr Alberto Rodríguez, “mi maestro en clínica”, en quién pude detectar una personalidad en la cual se expresaba el comportamiento artístico al recoger la Anamnesis, era sencilla, objetiva, llana, pero exacta, fruto de una basta experiencia.
- El Dr Roberto Bustamante, una personalidad caracterizada por el respeto a la ética y a la estética, con una capacidad de adaptar su lenguaje. Siempre respetuoso a cada nivel cultural y lingüístico de cada propietario.
- El Dr Aníbal Da Graña, ex-profesor de la Cátedra ya jubilado, era invitado por la Dra. Marzorati en interconsulta frente a algún paciente con diagnóstico criptogénico. En esas oportunidades me escapaba del consultorio de externos para estar como oyente frente a él. Ahí comprendí que la jerarquía de un clínico, uno ya la intuye al oírlo recoger la Anamnesis. Es decir, estar frente al “Maestro con mayúscula”.

Luego fui adquiriendo práctica en la recolección de la Anamnesis, en los consultorios de la Facultad, en el Jardín Zoológico de Buenos Aires, en el Instituto Pasteur, en mi consultorio privado y en la práctica domiciliaria de la clínica, tomando así contacto con un universo casi infinito de personalidades de propietarios, y de su entorno.

Al pensar esta temática me pregunté, cuando tomé real conciencia de la importancia de la Anamnesis en la Clínica General, y diré que tarde aproximadamente 10 años en jerarquizarla, y esto fue un proceso gradual al transitar de un plano inconsciente al consciente en su valoración.

El profesional recién iniciado suele pensar – al igual que lo pensé yo-, que es el tiempo y el accionar más fácil y que solo consiste en “escuchar al dueño”. Me permito discrepar de esa suposición, pues la realidad es otra. Mi capacidad actual para recoger la Anamnesis la he logrado bastante tiempo después, del dominio de la exploración clínica física.

Hoy puedo decir que comparto absolutamente la frase que leí hace algunos años, que me pareció magistral y ejemplificadora, y que dice así:

“Nunca se aprecia mejor la experiencia clínica, la ciencia, la penetración psicológica y la autoridad moral de un médico, que cuando se lo escucha mientras recoge la Anamnesis”.

PRESENTE DE LA ANAMNESIS CLINICA

Ahora nos detendremos en un análisis minucioso de la Anamnesis en la Clínica Médica General y para ello se deben describir 2 universos:

- El Primer Universo está constituido por el médico veterinario y el particular universo en el que se desenvuelve, y está inmerso al realizar la Anamnesis Clínica.
- El Segundo Universo está constituido por el propietario, el paciente y el universo en que viven ambos e interactúan psicofísicamente entre ellos.

Primer Universo

Con respecto al Primer Universo, el médico veterinario deberá poseer:

- 1) *Experiencia Clínica*: que la alcanzará con el transcurso de años de práctica clínica, basada en años de ejercicio clínico, con una constante capitalización intelectual de sus errores y aciertos propios y ajenos. De hacer propia la experiencia de colegas, que se han jerarquizado en la categoría de Maestros en Clínica.

La Anamnesis es la parte más personal y subjetiva de la Historia Clínica, suele diferir en varios aspectos entre dos o más colegas. Y que dicha diferencia es de mayor grado que lo observado al realizar el examen clínico de un enfermo.

- 2) *Conocimiento Científico*: deberá poseer el veterinario un conocimiento teórico de las diferentes entidades nosológicas o síndromes que pueden afectar a los caninos y felinos. Así como la comprensión de las múltiples variables, que pueden modificar esa signología según especie, raza, edad, sexo, pelaje, talla, ambiente en que viven, su geografía, su climatología, relaciones humanas y animales, etc.
- 3) *Penetración Psicológica*: el veterinario deberá tener este don natural frente al dueño, y deberá estar fundado en la

tolerancia, en la paciencia y en la comprensión. Deberá ser realizada por el veterinario con las más finas funciones de su intelecto, y sus exquisitos componentes de sus sentimientos. La Anamnesis es un arte, además de ciencia, pues requiere del Clínico cualidades de inteligencia y talento.

Saber escuchar es siempre un arte, requiere paciencia al escuchar al dueño relatar los padecimientos de su animal. No debe interrumpírsele, de no ser necesario, pues se puede interpretar como falta de interés o de atención. O bien que el clínico está apremiado por el tiempo o que no comprende lo que está explicando el dueño.

Cercenar el tiempo requerido para la Anamnesis es convertir al veterinario en un proveedor de medicina.

El veterinario deberá expresarse educadamente, usando un lenguaje correcto y comprensible para cada propietario, evitando el uso de expresiones vulgares. El lenguaje deberá ser siempre educado, respetuoso y gentil. Deberá poseer ese "don natural" para recoger la Anamnesis que se expresará en la sagacidad y experiencia, para separar lo útil, de lo inútil o de carácter dudoso.

- 4) *Conversación Anamnésica*: En toda conversación Anamnésica deberán estar incluidas una serie de preguntas, constituyendo el interrogatorio imprescindible, que deben dar cumplimiento a la "Ley de los 4 adverbios". Estas preguntas deben ser hechas con precisión, prudencia y claridad. Y deberán estar adaptadas a cada situación, sin herir emocionalmente al propietario. Y deben mantener una correlación inteligente, haciendo del interrogatorio un proceso de investigación razonada.

Cuanto más prolija, profunda y mejor dirigida sea la Anamnesis,

mejor será la interpretación que hará el clínico de la situación premorbida y del mecanismo intrínseco de los episodios pasados y presentes que manifiesta el paciente, relatados por su dueño. Por lo tanto, mayor será la posibilidad de una hipótesis de diagnóstico presuntivo acertado. El veterinario nobel debe habituarse a cultivar el arte de escuchar, saber orientar la Anamnesis, aprender a interrogar con respeto y prudencia. Saber interpretar el sentido que ofrecen las respuestas, y saber infundir confianza, aplomo y sabiduría a través de sus expresiones.

El veterinario deberá actuar con mucha paciencia y transmitir a sus dueños, a través de su accionar, la absoluta sensación de que no está apremiado por la urgencia del tiempo.

El progreso extraordinario de grandes avances tecnológicos, en materia de métodos complementarios, tales como: citopatología, histopatología, química y enzimología, bacteriología, micología, virología, diagnóstico por imágenes (radiografía, TCA, RMN, electrocardiograma, eco-doppler, encefalograma, potenciales evocados), estudios endoscópicos del aparato digestivo, respiratorio y genito-urinario, etc, etc. Tales progresos han contribuido a influir sobre la actuación veterinaria actual, en forma beneficiosa para lograr una rápida y segura restitución del estado de salud de nuestros pacientes, a expensas de una práctica médica de alta costo para el propietario. Esto ha contribuido a restar importancia a esa esencial relación veterinario/ propietario-paciente. La actuación del veterinario se ha ido restringiendo y empobreciendo en haras de una excelencia en medicina, dando la impresión que sin instrumentación compleja y por

ende costosa, el veterinario no puede pensar, razonar y actuar como un perfecto profesional de las ciencias veterinarias.

Deberá recordarse que la Anamnesis es el primer contacto con el enfermo, y que la tecnología es el contacto con la enfermedad.

Vale recordar la vieja frase médica: "No se es buen médico veterinario si no se reconoce la enfermedad, pero si no se conoce al enfermo y a su dueño, ni siquiera se es médico veterinario"

El otro componente de este Primer Universo, es en él que se ubicará el veterinario para llevar a cabo su acto de recoger la Anamnesis. Este estará constituido por:

- a) *Consultorio veterinario/ Sala de Espera*: estos deben cumplir requisitos mínimos y elementales. Deben ser: amplios, higiénicos, luminosos, con aislamiento acústico, para dar privacidad a la recolección de la Anamnesis. Estos ambientes deben ofrecer comodidad y confort al propietario y al veterinario. No voy a enumerar y valorar los detalles para estos logros, pero sí, diré que soy pública y dolorosamente consciente del enorme déficit en que está nuestra profesión, en esta rama de la medicina veterinaria.
- b) *Presencia física del médico veterinario*: me refiero en particular a la vestimenta del veterinario. La que deberá ser guardapolvo oambo clínico, estando pulcro, higiénico, sencillo, carente de logos de propaganda comercial, debiendo cumplir los objetivos naturales a las que está destinada.

Merece una consideración aparte la visita domiciliaria, deberá realizarla frente al propietario en el living, comedor, cocina, sentado frente al dueño y no requiere aún la presencia del paciente.

Segundo Universo

El Segundo Universo está constituido por el propietario del paciente y su entorno biofísico, con sus variables en el espacio-tiempo.

Habrá que recoger la siguiente información, la cual es prioritaria e imprescindible:

Reseña identificatoria del Propietario:

Fecha de inicio:

Apellido y nombre:	_____	DNI:	_____
Domicilio:	_____	Ciudad:	_____
Provincia:	_____	Teléfono Fijo:	_____
Celular:	_____	e-mail:	_____
Observaciones:	_____		

a) Reseña identificatoria del Paciente:

Nombre:	_____		
Domicilio:	_____		
Especie:	☐ canino	☐ felina	☐ _____
Raza:	_____		
Sexo:	☐ macho	☐ hembra	☐ castración
Fecha:	☐ _____		
Edad actual:	☐ Años:	☐ Meses:	Fecha de nacimiento: ☐ / ☐ / ☐
Pelaje: Color:	_____		Longitud: _____
Talla:	Gigante (+45 Kg)/ Grande (20-45 Kg)/ Mediana (10-20 Kg)/ Chica (3-10 Kg)/ Miniatura (-3 Kg)		
Peso (Kg):	_____		
Alzada (cm):	_____		Superficie Corporal (m2): _____
Tatuaje/ Chip:	_____		
Señas particulares identificatorias:	_____		

Debe recordarse que la apreciación de un signo clínico, no es igual para todos los observadores intervinientes. Para algunos será normal, para otros será levemente anormal, para otros francamente anormal y hasta para otros no habrá sido observada. Todos los signos serán variables para ese núcleo humano-familiar, ya sea en su existencia, intensidad, duración, temporalidad, fecha de inicio y de finalización.

También que cuando los dueños son numerosos y exponen simultánea y disímilmente, se debe definir que uno o a lo sumo dos, deben ser los que expondrán y contestarán a nuestro interrogatorio.

No siempre el perfecto relator de la Anamnesis será el propietario, pues habrá casos donde tiene escaso contacto con el animal. En estos casos, la Anamnesis podrá ser recogida: de un familiar, del encargado del edificio, de un vecino, del personal doméstico, del paseador, etc. Ya que aunque, puedan no ser el dueño del paciente, conviven un amplio número de horas diurnas con el mismo. También los une, un conocimiento profundo del enfermo y un íntimo vínculo afectivo.

Algunos dueños son parcos, tímidos o bien le restan importancia a la Anamnesis, pues están apremiados por el tiempo. En ellos se deberá practicar la “Anamnesis Inducida”, que deberá responder a la siguiente premisa: a preguntas concretas del veterinario, deberá esperarse respuestas rápidas y concretas del dueño, ello en oposición a la Anamnesis espontánea relatada por el dueño.

- a. Existen limitaciones en los propietarios para exponer la Anamnesis y estos pueden ser: Idiomáticas (coreanos, chinos, taiwaneses, etc)

- b. Sordomudez
- c. Déficit cognitivo por vejez avanzada
- d. Menores de edad
- e. Demencia
- f. Bajo efecto de drogas psicotrópicas

Algunos propietarios traen una Historia Anamnésica escrita meticulosamente, día por día, hora por hora, explicando magnitudes de la signología clínica: inicio, duración y cese de la misma. Estos propietarios detallan si se realizaron exámenes complementarios, citando al laboratorio que lo realizó y los resultados obtenidos. Así, como consultas previas realizadas con otros colegas, con sus respectivos diagnósticos y tratamientos indicados.

La minuciosidad y la prolijidad, sin lugar a dudas, es fruto de largas horas de meditación, de elaboración y de angustia psicológica en ese dueño. Estos propietarios son exponentes reales de la clásica figura de la psicopatología llamada "Madame du Papier". A estos propietarios, deberán responderles minuciosamente, documentándolo por escrito, fijando todos los diagnósticos y su orden jerárquico de importancia, así como sus pronósticos y tratamientos.

De hacerlo de esta manera, habremos ganado la enorme confianza de estos propietarios, respecto de nuestro accionar médico-veterinario. Es indispensable, que el dueño se sienta: comprendido, protegido y ayudado por el clínico.

Puede haber la circunstancia en que se carece de toda la Anamnesis, o bien se la conoce parcialmente, pudiendo ser ello por: fuga del paciente y posterior hallazgo, cambios de propietarios, recogido en la vía pública. Siendo esta última, la situación

más conflictiva y compleja para el clínico, y esto generará la falta absoluta de una Anamnesis y por ende de un diagnóstico presuntivo primario.

Detalle de la recolección de la Anamnesis Clínica en la Clínica Médica General de Animales Pequeños

Debemos distinguir dos niveles, cuyo ordenamiento secuencial será arbitrario para cada clínico veterinario, como para cada caso clínico particular, distinguiremos una *Anamnesis Clínica Patológica remota* y una *Anamnesis Patológica presente o actual*.

A. *Anamnesis Clínica Patológica “Remota o Pretérita”*: consiste en averiguar las entidades nosológicas o signológicas que padeció el paciente y que no se reiteraron a la fecha. Deteniéndose en particular en aquellas de cierta jerarquía clínica. Deben dar respuesta, tanto en la Anamnesis espontánea expuesta por el dueño o la inducida por el veterinario, a través de sus preguntas precisas y concretas. Estas preguntas deben contemplar la ley de los “4 adverbios” que son los siguientes:

1. *¿Cuál?*: Enfermedad o síndrome padeció, y profesional interviniente.
2. *¿Cuándo?* : En qué fecha aconteció (inicio, duración y finalización)
3. *¿Cuánto?*: La magnitud de la signología o intensidad de la misma
4. *¿Cómo?*: Cómo fue el tratamiento instituido (farmacológico, físico, dietético, higiénico, alopático, homeopático, etc) y exámenes complementarios realizados.

B. *Anamnesis Clínica Patológica “Presente o Actual”*: en él debemos diferenciar 2 formas:

1. Anamnesis Clínica Patológica Presente “*Primaria*”, también llamada “*Motivo de la consulta*”.
2. Anamnesis Clínica Patológica Presente “*Secundaria o Accesorio*”.

Pasamos a detallar cada una de estas formas.

1. *Motivo de la consulta*: Se deberá interrogar al propietario, o esperar a que el mismo explique la signología por el cual lo trae a la consulta. Deberá a su vez dar cumplimiento a la “Ley de los 4 Adverbios” (¿cuál?, ¿cuándo?, ¿cuánto?, ¿cómo?).

A modo de ejemplo:

- ¿*Cuál?*: Síndrome diarreico.
 - ¿*Cuándo?*: Se inició hace una semana y persiste hasta el día de hoy.
 - ¿*Cuánto?*: La intensidad fue progresiva – de 2 deposiciones diarreicas por día a 6 diarias, con tenesmo rectal estas últimas y hematoquexia terminal.
 - ¿*Cómo?*: cómo modificaron la dieta, cambiándola de balanceado seco a dieta natural de elaboración culinaria (pollo, arroz, manzana horeada)
2. *Anamnesis Clínica Patológica Presente “Accesorio”*: Esta deberá ser inducida por el veterinario, y aplicará ante la eventualidad de una anormalidad signológica, la “Ley de los 4 Adverbios” para cada aparato o sistema anatómico-funcional de la economía animal.
 - **Aparato de la Audición**: se indagará sobre la eventualidad de alguna alteración: sordera, hipoacusia, malestar auricular, deformación del pabellón, etc, ubicando si es derecho o izquierdo.

- **Aparato de la Visión:** se interrogará sobre las alternativas de: pérdida de la agudeza visual diurna o nocturna, cambios en la abertura palpebral, prurito de los párpados, secreciones conjuntivales, prociencia del tercer párpado, nistagmos, epifora lagrimal, etc.
- **Aparato Cardiovascular y Respiratorio:** se han constatado estornudos, estornudos invertidos, secreciones nasales, tos (tos bajo qué circunstancias?), intolerancia al ejercicio, disnea, taquipnea, jadeo, etc.
- **Aparato Genital:**
 - Macho: Se evaluará según observación del dueño la lívido, servicios y preñeces exitosas y fechas, goteo prepucial, antecedentes de serología de Brucelosis canina.
 - Hembra: Se indagará sobre el 1er. celo, ciclos estrales, servicios, partos (normales, distócicos, cesáreas), secreciones vulvares, prurito vulvar, anomalías en las glándulas mamarias, pseudopreñeces reiteradas.
- **Aparato Urinario:** Se evaluará el número de micciones diarias, si hay evidencia de incontinencia, poliuria, polaquiuria, iscuria, tenesmo urinario, micciones fuera de la bandeja, etc.
- **Aparato Digestivo:** Se interrogará sobre el apetito, sed, defecación, vómitos, regurgitación; analizando las particularidades de cada uno de ellos. Así como el estado de nutrición.
 - Alimentación: calidad de las comidas (balanceados

secos o húmedos, con elaboración culinaria, mixtos, restos de comidas), cambios recientes en las dietas.

- Parasitismo intestinal: fecha de la última administración de antiparasitarios.

- **Sistema Tegumentario** (pelos, uñas, piel): Se interrogará sobre la existencia de mudas del manto y de áreas alopécicas, constatación reciente de pulgas y/o garrapatas, de prurito (intensidad y regiones). Antecedentes familiares del paciente o de otros animales convivientes con signología cutánea similar. Higiene corporal (frecuencia, champús, antiparasitarios externos).
- **Aparato Músculo-esquelético:** Se interrogará sobre traumatismos previos y cambios de la conformación corporal.
- **Sistema Nervioso:** Se interrogará sobre posibles cambios en: actitud postural, marcha, posición de las diferentes regiones del cuerpo, convulsiones, características del psiquismo, agresión hacia animales, humanos, etc. Evidencia de ansiedad generada por diversos factores.
 - Hábitos de convivencia: con humanos, con animales, con el entorno.
 - Hábitos de vida (libertad, paseos diarios, reclusión total): viajes al exterior del país u a otras regiones alejadas de su domicilio en el último año.

CONCLUSIÓN

Habiendo recogido minuciosa y prolijamente toda la Anamnesis (según lo descripto), el veterinario deberá realizar un Diagnóstico Clínico Presuntivo Inicial, como fruto final de su ciencia y de su arte.

Si una Anamnesis correctamente realizada, es tan importante para proponer un Diagnóstico Presuntivo Inicial, nos debemos preguntar: ¿Por qué la realizamos tan mal?

Las razones conducentes a este hecho real, son las siguientes:

- 1) No se deja explicar al propietario la Historia Anamnésica con lujo de detalles.
- 2) Se considera con suma frecuencia, que es tiempo perdido y se la desjerarquiza.
- 3) Se trabaja contrareloj, la impaciencia del veterinario domina el acto médico.
- 4) Bajo nivel profesional de los clínicos médicos generales, que obvian su déficit científico y de experiencia, solicitando exámenes complementarios, muchas veces innecesarios o que luego no saben interpretar.
- 5) Desconocimiento. Una Anamnesis prolija y minuciosa, favorecerá a acordar el tiempo de la consulta veterinaria.

Futuro de la anamnesis clínica

Habiendo considerado rápidamente un paso por la historia de la Anamnesis y con más detalle del presente de la misma, debo ahora hacer breves consideraciones sobre el “futuro” de la Anamnesis en la clínica médica general, entendiéndose que

quién habla no tiene formación científica para hacer un análisis futuroológico sobre ella.

Si nos fijamos a lo atinente a:

Las "Escuelas Europeas" (Holanda, Inglaterra, etc), diremos que comparten el enfoque por mí expuesto, en el análisis pormenorizado de la Anamnesis actual.

Si por el contrario, analizamos la tendencia de las "Escuelas Norteamericanas", éstas hacen suponer que se procesarán cambios que tenderán a estandarizar y sistematizar la recolección de la Anamnesis.

Por ejemplo: Actualmente se tiende a realizar la recolección de la Anamnesis por un clínico veterinario destinado a ese efecto, y generalmente de carácter novel. Pero, la evidencia actual hace presuponer que esto va a cambiar, pasando a hacer la recolección de la Anamnesis, un enfermero veterinario en la primera etapa y por último un empleado administrativo idóneo. En cada caso, los interrogadores harán preguntas sobre cuestionarios preestablecidos, perdiéndose así el componente de arte y el contacto con el veterinario clínico, derivándose a continuación el paciente al especialista.

Se espera, que luego se pasará a una etapa más impersonalizada. En dónde el propietario solicitará directamente vía correo electrónico o página de internet de la veterinaria, el programa que mejor se ajusta a la dolencia por él observada. El propietario podrá completar el interrogatorio ah-doc vía internet. Dicho programa elaborará (sobre la base de un análisis estadístico) el/ los diagnóstico/s presuntivo/s, con su escala respectiva de valoración de presunción. Luego, el clínico "debería" leer minuciosamente dicha Anamnesis cargada por el propietario, o quizás, por "fal-

ta de tiempo”, leerá sólo los Diagnósticos Presuntivos Primarios arrojados por el Programa.

Perdiéndose así el clínico veterinario el goce supremo de recoger personalmente su Anamnesis Clínica

Presentación del Dr. Ing. Agr. Nello J. A. Cucchi para su ingreso
oficial a la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria (ANAV)
Enoteca del Centro de Congresos y
Exposiciones Gobernador Emilio Civit

Mendoza, 23 de agosto de 2013

Contribución a la evolución fitosanitaria de la producción agrícola cuyana en los últimos cincuenta y cuatro años (1959 – 2013)

Por **Ing. Agr. Nello J. A. Cucchi**

Después de terminar los estudios universitarios en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo y desempeñarme como auxiliar de docencia en dos cátedras de química, fui contratado como jefe de planta en una fábrica de sulfato de cobre, perteneciente a una firma local. En 1958 INTA me seleccionó como técnico investigador en Sanidad Vegetal, iniciándome en esta Institución en 1959 con la instalación del laboratorio de *Terapéutica Vegetal*, actualmente *Laboratorio de Fitofarmacia*, el cual dirigí durante varias décadas. Mis primeros planes de trabajo tenían como finalidad “comparar la eficacia de nuevos plaguicidas” de síntesis orgánico-industrial, en relación a “otros tradicionales” que todavía se utilizaban en la zona. En 1960 asistí y aprobé un curso sobre molécula marcada con isótopos radioactivos, dictado en Mendoza por la Comisión Nacional de Energía Atómica. En 1961 gané un concurso internacional para realizar un doctorado en la Universidad Estatal de Bolonia, Italia. La tesis, cuyo título fue *Ricerche su alcuni aspetti collaterali dei fitofarmaci* (Investigaciones sobre las propiedades colaterales de

fitofármacos), me ocupó un año y medio. La parte investigativa de la tesis doctoral la realicé en la Società Italo-Americana di Prodotti Antiparassitari (SIAPA). Tuve dos grandes maestros: uno para la parte teórica, el profesor Gabrielle Goidanich, seguramente el mejor fitopatólogo italiano, y el profesor Andras Kovac, presidente de la Associazione Nazionale sull'Investigazione Agricola (ANIA). Algunas partes de mi tesis fueron publicadas en la revista *Nature*, donde se relevaba la importancia que tienen los "exudados foliares" de algunas especies vegetales, como vid, manzano, remolacha azucarera, papa y lechuga. La molécula original zineb, etilen bis ditiocarbamato de zinc, después de su aplicación al vegetal se transforma en etilen tiuram monosulfuro (ETM) más iones de zinc, con propiedades físico-químicas y terapéuticas distintas a la sustancia original. Entre ellas, el ETM es sistémico, puede traspasar la epidermis de la hoja y la cutícula de las formaciones criptogámicas, aumentando de este modo, el poder terapéutico respecto al zineb. Trabajos posteriores confirmaron que este fenómeno acontece con otros ditiocarbamatos una vez aplicados al cultivo. Al mismo tiempo, en Bolonia, realicé ensayos a campo que generaron dos publicaciones, en prestigiosas revistas científicas italianas: "Attività erradicante di alcuni aspetti fungicidi su *Septoria apii-gravioleto*" (Productos experimentales derivados del azufre sobre umbelíferas) (*Informatore Fitopatológico*, N° 7, 1962) y "Prova di lotta contra il ragnetto rosso degli *alberi fruttiferi*" (Control de *Tetranychus* por derivados experimentales del azufre sobre umbelíferas) (*Quaderni di Sperimentazione*, 1963).

En 1962, en el Instituto de Fitofarmacia en el INRA de Versailles, Francia, intercambié conocimientos sobre problemas sanita-

rios en vid, frutales, olivo y hortalizas. También, estuve en varias oportunidades en el Instituto Anticriptogámico de la Facoltà de Scienze Agrarie en la Università degli Studi di Pavia y en el Istituto di Industria Agraria de la Università degli Studi de Florencia, ambos en Italia, para el estudio de residuos sobre alimentos vegetales. Asimismo, estuve en el Laboratorio de Investigación de Plaguicidas de la Compañía de Agroquímicos Montedison, para la introducción de nuevas moléculas de feromonas sexuales en el control de carpocapsa. En el Instituto Federal Estatal de Sanidad Vegetal en Munich, Alemania, y en el Instituto Federal para la Protección de las Plantas en Viena, Austria, estudié formulaciones de plaguicidas. En Bolonia, como continuación de la capacitación mendocina sobre el uso de moléculas marcadas con isótopos radioactivos, asistí y aprobé un curso dictado por la Commissione Nazionale dell'Energía Atómica, bajo la supervisión de la Agencia Internacional de Energía Atómica de Viena. Sobre este tema realicé una experiencia con fungicidas marcados. En el mismo año, por pedido del Centro Regional Andino, hice una breve pasantía en el Osservatorio Sperimentale de Verona "Centro Antigrandine Italiano", con el profesor Dino Rui y los Dres. R. Sarrica y E. Rosini, especialistas en formaciones cristalinas y en propulsión de cohetes, respectivamente. El objetivo era dilucidar la capacidad cavitacional de estos cohetes, para la lucha antigranizo en Italia, ya que se pensaba importarlos con el mismo fin a Mendoza.

De retorno al país en 1963, me aboqué a uno de los problemas más acuciantes de aquel momento. En los viñedos, el control de las cinco malezas perennes, chépica (*Cynodon dactylon*), tamascán (*Cyperus rotundus*), clavel amarillo (*Wedelia glauca*), cañota (*Sorghum halepense*) y correhuela (*Convolvulus arvensis*). Las

experimentaciones realizadas fueron publicadas en dos prestigiosas revistas de Inglaterra - *Nature*, 204 (4963): 1090; *Weeds Abstracts*, 13 (5): 1376; *Weeds Abstracts*, 13 (1676) - y una de EEUU (*Biokemia*, 1964), donde sobresalió la eficacia herbicida de dalapon para el control de chepica, EPTC para tamascán y sorgo de Alepo y paraquat para eliminar la parte aérea de clavel amarillo y correhuela, facilitando así los trabajos agrícolas con tratamientos cercanos a cosecha. Importantes fueron los aportes, en estos trabajos, de los Ing. Agr. Alberto Bustos y Ángel Gargiulo de la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Rama Caída INTA.

A final de la década del "60" los agricultores cuyanos solicitaron al INTA el estudio de algún sistema de alarma que disminuyera el número de tratamientos fitosanitarios para el control de enfermedades en viñedos y estableciera el momento oportuno de su aplicación. En mi período italiano, había tomado contacto con el profesor Elio Baldacci de Milán, que ya en 1947 había elaborado la "regla de los tres 10" para predecir las infecciones primarias de *Plasmopara viticola*: 10 cm de largo de pámpano, 10 mm de lluvia y una temperatura superior a 10° C. Se aplicaron entonces los primeros tratamientos antiperonosporicos según esa regla, que había sido adaptada a las condiciones meteorológicas locales, haciendo uso de caldo bordelés, otros derivados del cobre o ditio-carbamatos. El éxito alcanzado permitió instalar provisoriamente este sistema de alarma, en algunos departamentos de Mendoza y San Juan. Asimismo, para el control de oidio y podredumbre gris se desarrolló una especie de "regla de tres" adaptada a cada enfermedad, recomendando azufre y dinocap para la primera, y ftalamidas y dicarboximidias para la segunda. De estas experien-

cias se pudo determinar que el captan postergaba la iniciación del proceso fermentativo, obligando a recurrir a la "técnica de pie de cuba" para forzar su inicio. Este fungicida, además, le confería un sabor poco agradable al caldo vínico terminado. También en las cultivares blancas la aplicación de azufre debía suspenderse de 40 a 60 días antes de cosecha, en las provincias de Mendoza y San Juan, para evitar un "bouqué" desagradable en los vinos. Como consecuencia de la experimentación anterior surgió la fijación "local" del tiempo de carencia para la cosecha, de varios fungicidas antiperonosporicos, antioídicos, antibotríticos, y de algunos insecticidas en frutales y hortalizas. Las investigaciones realizadas sobre las nuevas moléculas para el control de las tres enfermedades clásicas que atacan a la vid en Cuyo, su eficacia y la influencia de los residuos en la fermentación vínica, fueron publicadas en lengua francesa en el *Bulletin du l'OIV* - 39 (419): 49; 41.41 (517): 209 – 221; 41. 41 (517): 218 – 226-.

Un problema muy conocido en aquel momento era la presencia de residuos excesivos de organofosforados. Para su determinación pusimos a punto, con mi equipo de trabajo, un método enzimático anticolinesterásico, que empleaba sangre de cerdo. De esta manera se fijaron provisoriamente las tolerancias y los tiempos de carencia (TC) respectivos, para Mendoza y San Juan. La misma técnica analítica se aplicaba, en forma periódica, para determinar la actividad colinesterásica en sangre de obreros, que realizaban tratamientos fitosanitarios a cultivos de la Experimental. Esta praxis duró cuatro años, al final de los cuales se concluyó que el personal afectado a tratamientos con organofosforados y carbamatos, no había sufrido consecuencias visibles en su salud, debido a que se cumplían estrictamente las normas de higiene y

seguridad en el trabajo. A pesar de ello, durante este período, se verificó un accidente por la rotura del caño de una pulverizadora, que mojó con etil azinfos el cuerpo de un obrero. El operario no avisó del hecho, continuando con su tarea. Cinco horas después, perdió el conocimiento. Otro obrero dio el alerta y el accidentado recibió los primeros auxilios con sulfato de atropina en la misma Experimental. Internado en un sanatorio local, empeoró frente a la inoperancia del personal médico, que no entendió la gravedad de la intoxicación. Se salvó gracias a nuestra insistencia de continuar con una atropinización intensiva, hasta cumplir con un tratamiento específico aldoxímico, con pralidoxima (Contrathion). A fin de realizar este tratamiento hubo que recurrir al Director del sanatorio. Finalmente se logró su recuperación a las tres o cuatro semanas. En esa oportunidad se pudo demostrar la falta de toma de conciencia y experiencia, respecto al peligro de los nuevos plaguicidas carbámicos y organofosforados.

En el campo de la tecnología de aplicación de fungicidas en viñedos, se compararon las eficiencias de las pulverizadoras más comunes utilizadas en aquel entonces. Se encontró que la atomizadora con cono de proyección a gotas proyectadas y transportadas realizaba el mejor pulverizado, seguida por la neumática con proyección de gotas transportadas solamente. Ambas distribuían homogéneamente los caldos sobre la canopia de la planta. En cuanto a la mochila manual con cono de proyección a gota proyectada siempre se mostró deficitaria.

Para detectar la presencia de *Ceratitis capitata*, se probaron varios atractivos. Los resultados mostraron que la proteína hidrolizada era el más eficaz. Esta sustancia, mezclada con mercaptotion (Malathion) o triclorfon, era pulverizada solamente en

una zona de la copa reduciendo el peligro de residuos tóxicos a cosecha.

Por primera vez en Mendoza, entre el 60 y el 70 (*Bulletin du I'OIV*, 39) se instalaron los servicios de alarma anticarpocapsa y antigrafolita, en frutales de pepita y carozo. Al principio se empleó melaza fermentada como atractivo alimenticio y posteriormente feromonas sexuales: dodecadienol para carpocapsa y dodecenilacetato para grafolita. Esta novedosa tecnología, además de ser mucho más efectiva y selectiva, tiene una acción más prolongada. Con las dos feromonas también se implementó el método de confusión sexual, que controla eficazmente ambos lepidópteros y se eliminó el problema de residuos tóxicos a cosecha.

A principios de la década del 70 dos inconvenientes acuciaban a los agricultores. Los suelos agrícolas en Mendoza estaban infestados con nematodos que ocasionaban graves perjuicios uno en vid y otro en ajo. Por un lado, la perspectiva del avance progresivo de la degeneración infecciosa en los viñedos, causada por el virus semipersistente GFLV, transmitido por el nematodo daga *Xiphinema index*. Y por el otro, la difusión preocupante del nematodo del tallo (*Ditylenchus dipsaci*) en ajo que causaba pérdidas cuantiosas especialmente en la exportación de esta hortaliza a Brasil. Para el problema en viñedo se estableció primeramente un mapa de infestación, donde se fijaron los puntos en los cuales se había encontrado al nematodo y luego se vigiló si la virosis se expandía. En cuanto al problema del ajo, se determinó un método de erradicación del nematodo. Para ello, se debió: a- eliminar las malezas hospedantes, b- desinfestar el suelo con aldicarb, carbofuran o fenamifos, y c- utilizar bulbillos o propágulos libres de nematodos, realizando desinfestaciones por dos métodos: 1- in-

mersión, 2- slurry (humedecido) con carbofuran o fenamifos.

Desde finales de 1974 y hasta 1980 se llevaron a cabo encuestas a comercios y compañías de venta de plaguicidas en la provincia de Mendoza. El objetivo era conocer qué plaguicidas aplicaba el agricultor local, y establecer la relación que existía entre las recomendaciones fitoterapéuticas del Laboratorio de Terapéutica Vegetal y la venta de plaguicidas. Se concluyó lo siguiente:

1º El agricultor utilizaba cantidades limitadas de fitofármacos, respecto a otras zonas del país y del mundo. A pesar de ello existían problemas de residuos tóxicos a cosecha, debido a que no respetaban rigurosamente los tiempos de carencia y la dosis del plaguicida en el cultivo.

2º En viñedos, durante el periodo de la encuesta, no se utilizaban insecticidas ni acaricidas.

3º Los insecticidas más empleados en fruti-olivi-horticultura fueron: a. organofosforados: etil metil azinfos a la cabeza; organoclorados: DDT; carbamatos: carbaril; y piretroides: deltametrina y permetrina.

4º Un lugar destacado lo ocupaban los aceites emulsionados y emulsionables, y el polisulfuro de calcio, ambos empleados en tratamientos invernales para el control de plagas.

5º En cuanto al control de ácaros en frutales y hortalizas sucedió algo muy particular. En un primer tiempo se usaron organofosforados que controlaban también ácaros, tal como lo aseguraba la bibliografía proveniente de la entidad industrial que lo sintetizaba. Con el tiempo perdieron eficacia y después de 4 a 8 aplicaciones continuadas, ésta era pobre o nula. Se habían creado graves problemas de resistencia y, al mismo tiempo, eliminado

los posibles enemigos naturales existentes. Debido a ello el fruti-horticultor tuvo que recurrir a acaricidas específicos.

6º Los fungicidas más empleados por los agricultores mendocinos en aquel entonces, estaban destinados principalmente al control de enfermedades de viñedos. Los productos más aplicados eran los derivados del cobre, seguidos por los ditiocarbamatos, los azufres mojables y en mucha menor medida los azufres para espolvoreo, las ftalimidas y las dicarboximidas.

En esa época habían llegado al INTA algunas voces sobre la ineficacia antioidica de los azufres. Existían en el mercado numerosas marcas a disposición, algunas provenientes del exterior y otras preparadas en el país. La mayoría respetaban las indicaciones de la etiqueta, pero otras tenían distintos tipos de alteraciones. El azufre era sustituido por carbonato de calcio u otros derivados de este catión y la granulometría, salvo pocas excepciones, era completamente inventada.

7º En el campo de los herbicidas vale el lema que repite constantemente el horticultor “no puede existir horticultura sin control de malezas”, por lo que casi todos los herbicidas vendidos se aplicaban a las hortalizas. El desmalezado en viti-olivi-fruticultura se realizaba preferentemente en forma mecánica. Solamente en superficies mayores a 10 hectáreas se empleaban herbicidas en forma habitual.

La conclusión de la encuesta fue que el agricultor seguía las recomendaciones de INTA, pero se tomaba cierta libertad en cuanto a dosis, concentraciones y momento de aplicación. Se sumaba a ello la falta de eficiencia en la tecnología de aplicación. Esto era debido a la escases de pulverizadoras y antiguos modelos. Sin embargo, la sanidad en Mendoza no era del todo

deficitaria, debido a que las condiciones agroclimáticas locales no son propicias para el desarrollo de enfermedades exigentes de humedad e incluso los insectos, ácaros, nematodos y malezas no encuentran, a menudo, las condiciones ideales para prosperar.

Es oportuno aquí conocer los cambios que acontecieron en los sistemas agrícolas de la provincia de Mendoza, entre 1959 y 1980. Al principio el agricultor mendocino aplicaba todavía en sus frutales arseniato de plomo para el control de carpocapsa, DDT para grafolita, polisulfuro de calcio para ácaros, cianuro de potasio o mejor ácido cianhídrico para cochinillas en olivo, y caldo bordelés u otros derivados del cobre y azufre para enfermedades de la vid. Solamente los viticultores más progresistas, con buena situación económica y más de diez hectáreas, utilizaban ditiocarbamatos. Esto para citar los fitofármacos más utilizados en aquella época. Contemporáneamente y en forma rápida, comenzaron a difundirse las nuevas moléculas de síntesis orgánico-industrial. Al comienzo de la década del "60" se impusieron los organoclorados, encabezados por el DDT. Vale la pena aquí recordar una anécdota que me contaron en 1980 en Sandoz de Basilea. El descubridor de la eficacia de este producto, Paul Müller (1899-1965), que recibió el premio Nobel de Medicina y Fisiología en 1948, por la erradicación de insectos vectores de enfermedades infecciosas (malaria, fiebre amarilla, tifus, mal del Chaga-Mazza, etc.), se percató de la eficacia del DDT en el control del "piojo del rosál" (posiblemente pulgones) en octubre de 1939. En 1942 Geigy (actual Novartis, fusión de Ciba con Geigy y Sandoz, en 1996) patentó el insecticida, con un anexo formado por un espectro de acción con una larga serie de insectos dañinos de cultivos agrícolas y vectores de enfermedades infecciosas. En 1981, en

la revista Medicina vol. 1, pág. 104, el Dr. Raúl Vaccarezza, de la Academia Nacional de Medicina, cita “que el ejército americano desembarcado en 1943 en Nápoles, donde una epidemia de tifus petequial, diezmaba a los habitantes, lo obligó a someterse a una pulverización en todo el cuerpo para controlar el piojo vector *Pediculus humanus (capitis, pubis, inguinalis o corporis*, no especifica cuál) y de esta forma paró la epidemia y salvó la población de un desastre mortal”.

A final de la década del 60, una de las tareas más importantes que me tocó desarrollar fue establecer el espectro de acción de novedosos fitofármacos para Mendoza y San Juan. Ya, en 1980, de los organoclorados no quedaban más que poquísimos representantes. En la actualidad, 2013, en la agricultura sub-andina, solamente son usados el dicofol y el endosulfan. Casi contemporáneamente a los organoclorados, irrumpieron en el mercado local otro gran grupo de insecticidas, los organofosforados. De éstos los más importantes fueron: azinfos (etil, metil), paration (etil, metil), mercaptotion (malation), clorpirifos, diazinon, dimetoato, fenitrothion, fention, entre otros. Tenían propiedades extraordinarias en cuanto a eficacia en el control y amplitud en su espectro de acción. En poco tiempo se popularizaron y su uso y abuso tocaron niveles impensados. La historia de esta familia de agrofármacos tiene raíces muy lejanas. Después de la primera guerra mundial se incrementó la búsqueda de nuevos productos para la protección vegetal. Pero a la vigilia de la segunda guerra mundial, en 1939, se inicia un período de grandes descubrimientos, con la producción y posterior introducción en el agro de nuevas moléculas de síntesis orgánico-industrial. Éstas pertenecían a los grupos químicos carbamato, organoclorado, organofosforado,

entre los más conocidos. Todos ellos, con un mecanismo propio de acción tóxica, exitosa, inespecífica, de amplio espectro de acción, contaminantes, desequilibrantes de la biota y el ambiente. Al inicio de la década del 70, se agregaron otros grupos químicos que actúan también como neurotóxicos, destacándose los piretroides. Al mismo tiempo, bajo la influencia de los éxitos sanitarios obtenidos y debido a la exigencia creciente de alimentos cosméticamente cada vez más atractivos, se impone el uso excesivo e irracional de estos fitofármacos. Se aplicaban según calendario, basándose exclusivamente en el poder residual de cada uno de ellos. Se quería mantener permanentemente el cultivo protegido de las agresiones de plagas animales y vegetales. Esta estrategia sanitaria de control no consideraba los efectos negativos en el ambiente biótico y abiótico como la *Bulletin du I'OIV* (Vol. 39) contaminación del suelo, napas freáticas, aves, peces, insectos benéficos, abejas ni el crecimiento poblacional de plagas secundarias. Se generó así un desequilibrio importante en los ecosistemas y una resistencia de organismos perjudiciales. Otra consecuencia importante fue el exceso de residuos contaminantes en los alimentos, produciendo intoxicaciones crónicas y subcrónicas en los consumidores. Cabe destacar, en este punto, la permanencia de pesticidas organoclorados en las grasas de mamíferos y la biomagnificación de residuos de plaguicidas persistentes, que llegan a los niveles superiores de las cadenas tróficas. El Laboratorio de Pesticidas de la EEA Mendoza INTA, aún en la actualidad (2013) detecta derivados del DDT en suelos, frutas y hortalizas. Todo esto generó un movimiento a nivel mundial hostil al uso de pesticidas, sustentados por la aparición de "Primavera Silenciosa" de Rachel Carson (1962), publicación que generó una

gran controversia internacional y promovió la necesidad de un uso más racional de fitofármacos en la agricultura.

Como característica personal, mi costumbre ya desde 1959 hasta principios de la década del 80, fue escribir los informes correspondientes de los ensayos que terminaba en forma exitosa. Éstos eran presentados generalmente en Congresos y luego editados en revistas técnicas, nacionales o internacionales, según la importancia del tema elegido y de los hallazgos encontrados. En este periodo, de poco más de veinte años, se concentraron la mayoría de mis publicaciones técnicas, sobre investigaciones realizadas en Mendoza y San Juan. Diez trabajos editados en el exterior y treinta y dos en el país, en revistas prestigiosas como *Nature*, *Informatore Fitopatologico*, *Biokemia*, *IDIA*, *RIA* o Memorias de varios Congresos. Debido a las repercusiones de los trabajos publicados y de las capacitaciones dictadas, la Dirección Nacional de INTA me encargó la realización de un curso en Porto Alegre, Brasil, sobre "Detersivos agrícolas en alimentos", para la Associação Gaúcha do Asistencia a Mucoviscidose", que realicé en agosto de 1979.

Conjuntamente a los ensayos a campo para la determinación de la eficacia y otras propiedades de nuevos fitofármacos, a las publicaciones y cursos realizados, las compañías agroquímicas (que habían sintetizado las moléculas activas), ofrecieron al laboratorio de Terapéutica Vegetal, la financiación de obras de mejoramiento, ampliación y equipos técnicos. El INTA aceptó dichas donaciones y se crearon nuevos laboratorios: de extracción de principio activo, de análisis de formulaciones y de productos con moléculas marcadas radioactivas. Posteriormente financiaron también la construcción del laboratorio de nematodos, con análisis de suelos y tejidos orgánicos.

A raíz de lo anteriormente descrito, en 1980 inicié una nueva etapa profesional. Con el auspicio de la Dirección Nacional de INTA y por invitación especial de esas compañías internacionales, retomé los viajes al exterior, para una actualización sobre nuevas técnicas de investigación conectadas a la sanidad viti-olivi-fruti-hortícola. Entre los meses de mayo-julio de 1980/83/86, en Italia visité siete universidades en las que entrevisté renombrados especialistas en esos temas. Luego en Alemania Federal hice pasantías en BASF, BAYER HOECHST y Merck Sharp & Dohme (MSD). En Suiza, con el mismo propósito estuve en Ciba, Geigy y Sandoz. En Francia, en el INRA en el departamento de fitofarmacia y en la compañía Rhône Poulenc Phytosanitaire. En Inglaterra, en Imperial Chemical Industry (ICI) y en Estados Unidos, en Diamond Shamrock Chemical Company. Dichas pasantías, me permitieron aumentar los conocimientos en toxicología, en espectro de acción de nuevas moléculas terapéuticas, como también en novedosas tecnologías de aplicación y su adaptación a cultivos de clima templado bajo riego.

Desde 1980 y hasta el final de esta década, por disposición de la Dirección Nacional de INTA dicté junto al, al Dr. Nelson F. Albiano, eminente experto en enfermedades toxicológicas laborales, cursos periódicos en numerosas EEA del INTA y en varias Universidades del país. El objetivo fundamental que perseguía el INTA era educar, no solo al obrero encargado de la sanidad del cultivo, sino a técnicos, profesionales universitarios responsables de los ensayos de control de plagas y extensionistas, como también informar correctamente a los distintos estamentos poblacionales, sobre los peligros que encierra el uso de estas sustancias en la sanidad ambiental.

Por concurso internacional, en 1986, gané una beca a realizarse en Zaragoza, España, para actualizaciones en entomología, fitopatología, terapéutica vegetal, nuevas tecnologías de laboratorio y ensayos a campo.

Entre 1980 y 1989, fui responsable técnico de convenios de cooperación de la EEA Mendoza con la Facultad de Farmacia y Bioquímica, de la Universidad Juan Agustín Maza, con las Facultades Regionales de Córdoba y Mendoza de la UTN y con la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNCuyo, para el dictado de cursos anuales en esas instituciones. Esto me obligó a escribir en 1981 el libro "Apuntes sobre Riesgos por el Uso de Plaguicidas Agrícolas" de 200 páginas de los cuales se hicieron más de dos mil ejemplares y que fueron vendidos todos en varias universidades. El Prof. Dr. Emilio Astolfi, reconocido Académico Argentino e integrante de la Sociedad Argentina de Ecotoxicología, definió en el prólogo de esta publicación: "Ahora Cucchi presenta, con humildad, lo que ha titulado "apuntes", que bien son un libro de recopilación de conocimientos que, sin duda alguna, enriquecerán la bibliografía argentina más allá del claustro estudiantil o de post-grado." Como producto del convenio con las Facultades Regionales Mendoza y Córdoba de la UTN, escribí junto a la Ms. Sc. Ing. Agr. Violeta Becerra "Riesgo Rural" para la Especialización en Higiene y Seguridad en el Trabajo. Esta publicación de 200 páginas se distribuye anualmente a los estudiantes de esa especialidad. Para el curso de Terapéutica Vegetal, en la Facultad de Ciencias Agrarias, se utilizaban los libros: Manuales de Sanidad Vegetal, editados periódicamente por el INTA. En 1984 se publicó, con la cooperación de mi equipo, la sexta edición de "Recomendaciones fitosanitarias para Mendoza y San Juan",

donde están reflejadas las experiencias locales, interpretadas por los conocimientos asimilados en el exterior. Tres años después, en 1987, escribí el libro "Protección fitosanitaria para frutales de clima templado", capítulo del "Tratado de Fruticultura", editado por IICA, Turrialba, Costa Rica. En 1995 con Violeta Becerra y el equipo de colaboradores, iniciamos una nueva forma de exposición, en el libro "Manual de tratamientos fitosanitarios para cultivos de clima templado bajo riego". Del mismo, que comprendió 172 páginas, se hicieron más de mil ejemplares, los que se agotaron rápidamente. Dos años después, en 1997, publiqué el "Manual sobre el uso correcto de plaguicidas", editado por INTA e ISCAMEN de 110 páginas. En aquel momento el presidente de ISCAMEN, M.Sc. Ing. Agr. Pablo Gómez Riera, permitió la colaboración de los técnicos Ings. Agrs. Oscar Astorga y Mario Sevilla. En el libro mencionado se introduce al lector en los conocimientos generales sobre eficacia y riesgos en el uso de plaguicidas y posible contaminación alimentaria y ambiental. El objetivo era concientizar sobre la necesidad de adoptar medidas de seguridad y prevención en su uso, informar sobre la reglamentación provincial y nacional en el transporte, comercialización y buen uso de los fitofármacos, difundir la normativa sobre primeros auxilios en accidentes toxicológicos causados por productos agrosanitarios y generar en el consumidor de alimentos de origen agropecuario, el principio de autodefensa. De este manual se realizaron varias ediciones en ambas instituciones, que al igual que el anterior se vendieron rápidamente.

En 1980, aparecieron en el agro cuyano las primeras tendencias para lograr un objetivo: el "uso racional de plaguicidas". Se iniciaron los estudios para la aplicación del control biológico y el

manejo integrado de plagas. En esa época, la industria fitofarmacéutica sintetizó moléculas específicas que, en lugar de atacar o inhibir el sistema nervioso, tenían como blanco algunos órganos, sistemas enzimáticos, hormonas, feromonas o intervenían en la cutícula del agente perjudicial. Al mismo tiempo en el campo de los fungicidas, bactericidas y herbicidas, aparecieron moléculas con mecanismos de acción específicos, que atacaban distintas partes de organismos agresores. A los innovadores aportes en el campo molecular selectivo, se incorporaron mejoras en los sistemas de aplicación. Además, relacionado con la sanidad, se introdujeron en el mercado diferentes enemigos naturales de las plagas: insectos, ácaros y nematodos, microorganismos, hongos, bacterias, protozoarios y virus. Todos estos organismos benéficos fueron seleccionados, criados, multiplicados artificialmente y varios quedan disponibles comercialmente en la actualidad. A ello se sumó el trabajo de mejoramiento de especies botánicas, con cultivares resistentes a los ataques de determinados agentes invasores y dañinos.

A los avances tecnológicos en biología, genética, química, física, terapéutica vegetal, que tenían fundamentalmente dos objetivos: aumentar la cosecha y reducir los costos de producción, se incorpora en la década del 90 el estudio sobre el impacto ambiental y sostenibilidad de estas nuevas tecnologías. Estos aportes tienen como premisa respetar la naturaleza como debería haber evolucionado, sin intervención de "fuerzas artificiales", a fin de asegurar el recurso ambiental y las fuentes de alimento para las generaciones futuras. Entre los factores más importantes que motivaron el cambio hacia una "agricultura más natural y con más respeto a su forma orgánica", se encuentra el de limitar,

en todo lo que sea posible, el uso excesivo e irracional de agroquímicos, así como la incorporación improvisada y exagerada de organismos genéticamente modificados, sin el aval de un estudio exhaustivo sobre el impacto ambiental. Surge entonces, el concepto de agroecología que integra, optimiza y operativiza la producción del agroecosistema, en tres dimensiones sostenibles: la económica, la social y la ambiental. En este último aspecto tiene particular importancia la conservación de las fuentes de alimento para las generaciones futuras.

Los conocimientos adquiridos en cursos, capacitaciones, investigaciones, experiencias locales, nacionales e internacionales, y sobre todo las publicaciones periódicas a lo largo de los últimos cincuenta y cuatro años, contribuyeron a la evolución fitosanitaria de la producción agrícola cuyana. A partir del 2002, como resultado de la demanda del sector agrícola, me aboqué a recopilar informaciones sobre tecnología moderna en sanidad vegetal. Para esta tarea fue fundamental la labor de mi equipo de fitofarmacia, orientado por la Ms.Sc. Ing. Agr. Violeta Becerra, y la intervención de becarios especialmente seleccionados por concurso. Muy especial ha sido la contribución de los Dres. Ings. Agrs. Gabriela Lucero y Pablo Pizzuolo en los temas fitopatológicos. Asimismo importante fue la colaboración de especialistas pertenecientes a distintas Instituciones: Fac. de Ciencias Agrarias de la UNCuyo, EEA INTA Mendoza, San Juan y Alto Valle, ISCAMEN, INTI, INV y SENASA. Esta iniciativa ha quedado documentada en tres libros sobre "Tratamientos Fitosanitarios para Cultivos de Clima Templado bajo riego", publicados entre el 2006 y el 2010. Son las "Secciones de frutales de carozo, pepita y nogal y vid", agrupadas en cuatro volúmenes, con un total de 1800 páginas. Se

imprimieron entre mil y dos mil ejemplares de cada uno de ellos. Fueron satisfactoriamente adquiridos como manuales de texto por cátedras de facultades de agronomía de varias universidades: UNCuyo, San Juan, La Rioja, Catamarca, entre otras. También para consulta en distintas Experimentales de INTA que tienen los cultivos citados, en IPAVE (Instituto de Patología Vegetal), en el Centro Nacional de Investigaciones de Castelar y en numerosas instituciones de investigación y organismos de control agrícolas, tales como INTI, ISCAMEN, INV y SENASA, entre otros. Desde el 2011 estamos elaborando un cuarto libro dedicado al cultivo del olivo, del cual se han escrito ya casi 600 páginas.

En definitiva, los cuatro libros han sido confeccionados con el propósito de realizar transferencia de nueva tecnología, asesorar al viticultor, fruticultor y olivicultor, para utilicen correctamente los agrofármacos, necesarios para el control de plagas animales, enfermedades y malezas que atacan sus plantaciones. Se exhorta al agricultor para que todas las veces que sea posible, utilice otros recursos que apoyan o incluso sustituyen las intervenciones fitosanitarias químicas. Las informaciones técnicas están dirigidas especialmente a profesionales universitarios que se dedican a los distintos cultivos, a los técnicos agrarios, enólogos, estudiantes de ciencias agronómico-enológicas y todos aquellos que se preocupan por la sanidad de los frutos y del cultivo, la calidad de los productos frescos e industrializados, con el deseo de obtener una mejor producción para beneficiar al consumidor y optimizar su comercialización. En las publicaciones se da particular importancia al “manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas”. Especialmente, en los libros manuales de vid y olivo, la parte dedicada a la agricultura orgánica se ha extendido ampliamente. Se

consideró relevante dar pautas para lograr una menor contaminación ambiental. En especial se ha tratado el tema de la obtención de frutos inocuos, de calidad, con tecnologías sostenibles. Asimismo se tuvo en cuenta que el costo sea compatible con las modernas técnicas, al alcance del agricultor de la región subandina. Se tomó como punto básico el uso racional de agrofármacos, con énfasis en la relación íntima que existe entre la planta, la plaga, la molécula activa aplicada y el ambiente.

Como reflexión final sobre mi desempeño profesional, puedo acotar que desde 1959 hasta la actualidad nunca dejé el INTA, aunque treinta años después de mi ingreso, en 1989, por disposición taxativa y general del Gobierno Nacional de aquel momento, fui jubilado de oficio. No obstante, continué asistiendo a mi trabajo en la Experimental Mendoza. Mi relación con la Institución entonces cambió radicalmente, de investigador que había alcanzado el nivel técnico máximo, pasé a especialista independiente que trabaja con horarios más flexibles que el establecido para el personal activo. Sin embargo, me he impuesto el respeto de exigencias similares a los investigadores independientes del CONICET. Los temas acordados para los Manuales son convenidos con el INTA, mientras que el desarrollo es fruto del entendimiento de todo el equipo de trabajo. No me ocupo de investigaciones de laboratorio o a campo, para el control de plagas, sino a la "transferencia de tecnología", por medio de conferencias, cursos a diferentes niveles y, preferentemente, mediante publicaciones de libros sobre protección vegetal de cultivos de la franja subandina. Dedicarme a escribir textos sobre higiene y seguridad en el trabajo rural y, especialmente, sobre toxicología y aplicación racional de agrofármacos, constituye mi trabajo preferencial.

P.S.: en la redacción del tema ha participado la Ing. Agr.
Graciela Mendoza.

Resultados de Proyectos
Sesión Pública Extraordinaria
sobre

Modelos Experimentales para el Estudio de la Patogenia de la Muerte Embrionaria en Tricomosis Bovina y Herpesvirosis Equina

Resultados del Proyecto de Investigación dirigido por el Académico Dr. Eduardo J. Gimeno

Apertura del Académico Presidente, Dr. Carlos O. Scoppa

13 de junio de 2013

Tengo el placer y la distinción de dejar abierta esta Sesión Pública Extraordinaria, convocada para presentar los resultados de un proyecto de investigación dirigido por nuestro cofrade, el Académico Dr. Eduardo Gimeno que versara sobre "Modelos Experimentales para el estudio de la Patogenia de la Muerte Embrionaria en Tricomosis Bovina y Herpesvirosis Equina".

Las disertaciones presentaran "El modelo murino de tricomosis bovina" y el "Modelo murino de herpesvirosis equina" las cuales estarán a cargo, respectivamente, de las Dras. Cristina Ester Monteavaro y Cecilia Mónica Galosi. Los resultados y conclusiones generales de este proyecto serán expuestos por el Dr. Claudio Gustavo Barbeito.

Estas alocuciones son, en parte, derivados de un proyecto de investigación apoyado por esta Academia y que el Académico Gimeno ha llevado a cabo junto al distinguido equipo que se encargará de mostrarnos su corolario. Ellas seguramente serán demostrativas de sus excelentes cualidades de investigadores y

docentes que siempre caracterizó a la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de La Plata.

De la misma forma, pone en evidencia el cumplimiento por parte de la Academia del compromiso de apoyar, también financieramente y dentro de sus posibilidades, el desarrollo de las ciencias de su incumbencia.

Esperamos con interés estas conferencias y para ello dejamos en el uso de la palabra al Académico Eduardo Gimeno para que nos introduzca, con el detalle y enjundia que lo caracteriza, en las cuestiones específicas que motivaran esta investigación.

Agradecemos a los expositores su presencia en esta Academia, estando seguros que de sus exposiciones obtendremos una visión rigurosa y actualizada sobre un tema de incuestionable interés para las ciencias veterinarias. Pero dejemos que sean nuestros invitados quienes así lo hagan.

Resultados de Proyectos
Sesión Pública Extraordinaria
13 de junio de 2013

Modelos experimentales para el estudio de la patogenia de la muerte embrionaria en tritrichomonosis bovina y herpesvirosis equina

**Resultados del Proyecto de Investigación
dirigido por el Académico Dr. Eduardo J. Gimeno**

Por

*Galosi CM^{1,5*}, Monteavaro CE^{4*}, Woudwyk MA^{2*}, Zanuzzi CN^{2,3,6}
*, Portiansky EL^{3,6}, Fuentealba NA^{1,6}, Scrochi MR^{1,3,6}, Nishida
F^{3,6}, Bravi ME^{1,7}, Eöry ML^{1,2,6}, Martín Ocampos GP^{1,3,6}, Cid de la
Paz V^{1,5}, Barbeito CG^{2,3,6}, Gimeno EJ^{3,6}*

Cátedras de Virología¹, Histología y Embriología², Patología General Veterinaria³, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata, 60 y 118, La Plata 1900, Bs As, Argentina. Laboratorio de Microbiología Clínica y Experimental. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires⁴. Comisión de Investigaciones Científicas de la Pcia. de Bs As⁵, CCT-CONICET La Plata⁶, Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica⁷. Los autores señalados con el asterisco participaron de igual manera en la construcción del manuscrito.

Desde hace mucho tiempo, por razones prácticas, científicas y éticas, se han desarrollado modelos experimentales con animales de laboratorio para su aplicación en investigaciones biomédicas. Los modelos animales se definen como "organismos vivos con una inherente adquisición natural a procesos patológicos inducidos o espontáneos que, de una u otra manera, semejan el mismo fenómeno ocurrido en el hospedador natural" (Márquez, 1997).

Los animales de laboratorio son modelos muy convenientes y herramientas útiles para utilizar en el estudio de muchas enfermedades infecciosas. En el caso de medicina veterinaria, en especial cuando se trata de enfermedades de grandes animales, el uso del hospedador natural para estudiar aspectos patogénicos e inmunológicos de una infección, muchas veces se torna difícil, tanto por las inconveniencias que genera el manejo de estos animales como por el costo que implica.

Debido al interés y la complejidad en el estudio de las enfermedades infecciosas, hay una búsqueda en la profundización de los conocimientos del proceso intrínseco de la inmunopatogenia que requiere de la creación de modelos animales alternativos a los hospedadores naturales. El objetivo es generar diseños experimentales confiables y reproducibles, desarrollables en medios controlados en espacios reducidos y con menor costo. Entre las múltiples ventajas que derivan de la utilización de modelos experimentales en el estudio de diferentes enfermedades, se mencionan las siguientes como las más importantes:

- Conocer la historia natural de la enfermedad, cuya etiología, patogenia, sintomatología y evolución pueden mantenerse en condiciones experimentales, sin la influencia de factores extraños que la modifiquen.

- Reproducir la enfermedad en forma experimental, casi a voluntad, lo que permite disponer de la casuística necesaria.
- Realizar estudios fisiopatológicos, desarrollando nuevas técnicas diagnósticas para tal enfermedad.
- Estudiar las enfermedades en animales endocriados lo que permite un amplio campo de investigación en inmunología, patología y genética, entre otras áreas (Cuba Caparó, 1982).

En la selección de la especie utilizada como modelo animal es importante tener en cuenta algunas características generales: a) que permita la transferencia de la información, b) bajo costo y disponibilidad permanentes, c) generalización de los resultados, d) facilidad y adaptabilidad a la manipulación experimental, e) que se pueda contar con un número de animales necesarios para realizar el experimento, f) tiempo de vida, edad en que se alcanza la adultez y generación del número de progenies necesarias en poco tiempo, g) consecuencias ecológicas e implicancias éticas de su uso (Klein, 2000).

Gestación temprana en el modelo murino

Cuando se utiliza el ratón BALB/c como modelo experimental de enfermedades que provocan muerte embrionaria, se debe considerar que naturalmente existe un 20% de infertilidad por causas genéticas y por factores ambientales (Bronson *et al.*, 1964). El mayor porcentaje de pérdidas de preñez se da en la etapa crítica de gestación, previa a la implantación (desde la fertilización hasta el día 5 de gestación) y en los 3 días posteriores, período en el cual se produce el reconocimiento e interacción madre-*conceptus* (Rugh, 1968).

Los óvulos fecundados migran hacia el útero para comenzar el proceso de implantación y desarrollo del *conceptus* (Rugh, 1968). A las 48 horas del apareamiento, los fibroblastos endometriales, fagocitan fibras de colágeno y comienzan los cambios degenerativos del endometrio por medio de apoptosis que permitirán la invasión del trofoblasto y la posterior implantación (Bijovsky *et al.*, 1992).

En el ratón la implantación es de tipo excéntrica, es decir, que ocurre en una pequeña invaginación de la luz uterina denominada cripta, ubicada del lado antimesometrial del endometrio. Durante los pasos iniciales de la implantación murina, las células del epitelio de las criptas mueren por apoptosis en respuesta a la interacción con el trofoblasto (Parr *et al.*, 1987). Al mismo tiempo, las células trofoblásticas proliferan e invaden al endometrio. El tejido conjuntivo del endometrio en estos animales responde también a ese trofoblasto altamente invasivo, transformándose en un tejido especializado denominado decidua, que contiene una amplia variedad de células que incluye: células deciduales ricas en glucógeno (diferenciadas a partir de fibroblastos de la lámina propia del endometrio), macrófagos y células *natural killer uterinas* (uNK). Los cambios endometriales que ocurren en respuesta a la implantación constituyen la reacción decidual o decidualización. En general el proceso de decidualización tiene como características: a) el rápido crecimiento y diferenciación de los fibroblastos del estroma uterino en células deciduales y b) la diferenciación y proliferación de uNK. La progesterona es importante para la viabilidad y diferenciación de las NK a uNK. Esta diferenciación comienza a partir del día 7 de gestación y se manifiesta por la acumulación de mediadores citolíticos como: perforinas, proteinasas, factor de necrosis tumoral (TNF- α),

granzimas A y B; compuestos asociados con la actividad lítica de los NK (Allen & Nilsen-Hamilton, 1998). Esta reacción decidual es particularmente evidente en la placenta de los roedores y de muchos primates, incluyendo al ser humano, pero no se observa o es mucho menos intensa en los mamíferos domésticos. La decidua actúa como soporte nutricional del embrión o feto y lo protege de la reacción inmunológica materna. Además, produce hormonas, como la prolactina (Croy *et al.*, 2006).

En el útero de una ratona preñada, la reacción decidual comienza en la pared antimesometrial, en cada sitio de implantación y a las 48 horas aproximadamente, incorpora a las regiones laterales y a la región mesometrial. A los 6 días pos coito (dpc) la luz del útero se cierra debido a la marcada reacción decidual. Las células deciduales rodean entonces a cada *conceptus*. La decidua antimesometrial alcanza su desarrollo máximo hacia el décimo dpc. Luego regresa y forma la *decidua capsularis*. La región de la decidua que se encuentra en relación al mesometrio se denomina decidua mesometrial. Ésta alcanza su máximo desarrollo el día 12 de la gestación y comienza a regresar el día 14. En ese momento pasa a denominarse *decidua basalis*. Esta última, es la zona de la decidua más desarrollada y persiste hasta el final de la preñez (Gu *et al.*, 1994).

Durante los primeros estadios del desarrollo, en los roedores aparece un tipo de placenta denominada vitelina invertida en la que no participa el corion. Posteriormente, se desarrolla una placenta de tipo corioalantoidea, que es la variedad definitiva (Stewart *et al.*, 2000). Según la distribución de las vellosidades coriónicas, la placenta corioalantoidea del ratón es de tipo discoidea. El corion está constituido por el trofoblasto y el tejido mesenquimático derivado de la hoja parietal del mesodermo extraembrionario.

La clasificación histológica de las placentas se basa en la cantidad de capas que conforman la barrera placentaria entre la sangre materna y la sangre fetal. De acuerdo con esta clasificación, la placenta murina es de tipo hemocorial porque se pierden todas las capas maternas y existe contacto directo del epitelio coriónico (trofoblasto) con el lecho sanguíneo materno. Pese a que en las placentas hemocoriales la sangre materna contacta siempre con el trofoblasto, el número de capas de trofoblasto que separan la sangre materna de la fetal es variable. En el ratón y la rata existen tres capas de trofoblasto en contacto con la sangre materna (placenta trihemocorial), a diferencia de lo que ocurre en la placenta humana y del cobayo en las que solamente una capa de trofoblasto contacta con la sangre (monohemocorial) (Moffet & Loke, 2006). Esta característica coloca a la placenta murina en un sitio intermedio entre la placenta humana y la placenta sinepitiocorial de los rumiantes.

En resumen, las capas que presenta la barrera placentaria murina, desde el feto hacia la madre, son las siguientes:

- 1) Endotelio de los vasos fetales. Estos vasos provienen del alantoides.
- 2) Mesénquima: constituye el mesodermo extraembrionario del alantoides.
- 3) Tres capas de trofoblasto.

La sangre materna baña a las vellosidades coriónicas, formadas por tejido mesénquimático rodeado de células trofoblásticas, en algunos casos pueden observarse vasos maternos.

Luego de la implantación, el trofoblasto prolifera y se diferencia en 3 zonas:

- 1) El ectodermo extraembrionario: delimita el exoceloma y se expande para originar el corion, anexo extraembrionario que posteriormente va a formar parte del laberinto placentario.
- 2) El cono ectoplacentario: originado a partir de las células trofoblásticas que recubren al embrioblasto en el estadio de blastocisto.
- 3) Las células gigantes: son células poliploides que se originan por endoduplicación, es decir, que replican su ADN pero no realizan mitosis. Derivan de las células más externas del cono ectoplacentario y rodean por completo al *conceptus*.

A los 8,5 dpc, el alantoides se fusiona con el corion y constituyen la membrana corioalantoidea. Luego, en el epitelio del corion comienzan a aparecer pliegues que marcan los sitios donde se van a introducir los vasos sanguíneos fetales provenientes del alantoides (Rossant & Cross, 2001). Posteriormente, el corion junto a los vasos mencionados comienzan a experimentar una extensa ramificación para formar la zona de la placenta denominada laberinto.

Respuesta inmune de sistema reproductor en modelos experimentales murinos

En las enfermedades que ocasionan interrupción de la preñez, la respuesta del sistema inmune del tracto reproductor de la hembra es importante para lograr una gestación normal. Esta respuesta está bajo la influencia de los niveles de las hormonas sexuales que modifican la distribución y función de las células que intervienen frente a la colonización de un patógeno, como neutrófilos, mastocitos, eosinófilos, células presentadoras de antígenos, linfocitos citotóxicos, etc. (Fox, 1993).

El embrión o feto y sus anexos son considerados como un semi-aloinjerto porque presentan antígenos tanto de origen materno como de origen paterno. Estos últimos se comportan como aloantígenos, que deberían ser reconocidos como extraños por la madre y, en consecuencia, rechazados. Existen diversos mecanismos que convierten al útero gestante en un sitio inmunoprivilegiado para que el embrión o feto pueda desarrollarse normalmente y concluir con éxito la gestación. A diferencia de lo que ocurre en un trasplante de órgano, el útero se encuentra pre-acondicionado para aceptar al blastocisto. Este estado, en el que existe un perfil determinado y específico de citoquinas en el microambiente uterino, se denomina “ventana de implantación” (Chaouat *et al.*, 2002). Dentro de este periodo, la progesterona regula negativamente la capacidad citotóxica del sistema reproductor femenino (Piccinni & Romagnani, 1996). Las prostaglandinas del semen promueven una inmunosupresión en las mucosas del tracto reproductor femenino (Yranzo, 2004). Existe además, una baja respuesta o anergia hacia los antígenos de histocompatibilidad paternos (Davies, 2007).

La inducción de la respuesta inmune adquirida, que se basa en el reconocimiento de epitopes antigénicos de microorganismos patógenos, requiere de la participación de los linfocitos T colaboradores (Th) y sus citoquinas. La activación de estos linfocitos se realiza a través de células presentadoras de antígenos localizadas en todo el tracto reproductor. Estas últimas procesan y presentan antígenos en forma de péptidos, que se expresan en la superficie de las zonas próximas al complejo mayor de histocompatibilidad (CMH) de clase I o II. Luego migran a un órgano linfode secundario donde estimulan a la población de linfocitos T.

Por lo general, cuando la infección se debe a un patógeno intracelular, las células presentadoras de antígenos expresan los péptidos relacionados con CMH de clase I, activando a los linfocitos Th0 para su transformación en linfocitos CD4⁺ T *helper* 1 (Th1) productores, entre otras citoquinas, de interferón gamma (INF- γ), que activa a los macrófagos en su función fagocítica.

Cuando el agente patógeno es extracelular, se produce la expresión de péptidos relacionados con el CMH de clase II, lo que provoca el reclutamiento de la población de Th0 para su transformación en T *helper* 2 (Th2), estimulantes de los linfocitos B (LB), los que finalmente se transforman en células plasmáticas productoras de anticuerpos específicos de tipo IgM, IgA, IgG o IgE (Rescigno, 2002). Entre las células presentadoras de antígeno, se encuentran los macrófagos, las células dendríticas (CD), las células interdigitantes y de Langerhans (CL). Su ubicación y distribución depende del órgano del tracto reproductor considerado (Parr & Parr, 1991).

Desde principios de la década de 1990, el paradigma dominante para explicar la regulación inmune de la gestación fue la relación entre linfocitos Th1 y Th2 (Wegmann *et al.*, 1993). Las citoquinas producidas por los linfocitos Th1 y Th2 tienen funciones antagónicas. Las citoquinas Th1 como la interleucina-2 (IL-2), el interferón-gamma (INF- γ) y el factor de necrosis tumoral-alfa (TNF- α) pueden llevar a la muerte embrionaria por activar la inmunidad mediada por células al estimular a los linfocitos T CD8⁺ citotóxicos y aparecen en concentraciones muy bajas en el útero gestante (Wegmann *et al.*, 1993). La respuesta Th1 es, además, efectiva en el control de infecciones intracelulares e indispensable para activar el rechazo de injertos. En contraste, las citoquinas Th2, como IL-4, IL-5, IL-6, IL-9, IL-10

e IL-13, generan un microambiente adecuado y protector para el desarrollo embrionario y fetal. La progesterona favorece la aparición de un perfil Th2. Las citoquinas Th2 participan en el control de parásitos extracelulares y estimulan la inmunidad mediada por anticuerpos. Su ubicación y distribución depende del órgano del tracto reproductor considerado (Parr & Parr, 1991). En síntesis, según el paradigma Th1/Th2, existen citoquinas beneficiosas para el mantenimiento de la gestación, que favorecen el crecimiento fetal y su supervivencia, y citoquinas deletéreas, las cuales pueden comprometer la gestación y causar la muerte embrionaria o fetal. Durante la preñez, por lo tanto, las citoquinas Th2 inhiben las respuestas Th1, permitiendo un normal desarrollo fetal, pero aumentando la susceptibilidad a ciertas infecciones intracelulares (Wegmann *et al.*, 1993).

Si bien en la actualidad la relación entre citoquinas Th1 y Th2 se sigue considerando como un factor importante en el mantenimiento de la gestación, limitar el efecto del sistema inmune a ella es una sobresimplificación (Margni & Zencussen, 2001; Chaouat *et al.*, 2002). Esto se debe a que el paradigma Th1/Th2 no contempla la importancia de células de la inmunidad innata como las *natural killer* (NK) uterinas o los macrófagos, ni a las citoquinas producidas por otras poblaciones celulares de origen no inmune, como el trofoblasto, las células deciduales y el epitelio uterino. Además, durante la gestación, ocurren ciertos hechos que son incompatibles con los clásicos paradigmas de la inmunología; la relación materno-fetal no debe compararse con la relación hospedador-parásito, hospedador-tumor, ni hospedador-injerto. Si bien en determinados momentos de la gestación existe cierta tendencia a la inmunosupresión local uterina o a

la tolerancia, especialmente durante los primeros estadios, son necesarias moléculas pro-inflamatorias, incluso citoquinas Th1. Por ejemplo, en la implantación intervienen moléculas pro-inflamatorias como la IL-11, el factor inhibidor de la leucemia (LIF), el factor de crecimiento transformante beta (TGF- β) y el interferón gamma (IFN- γ). Esta última citoquina parece ser indispensable para la implantación y la creación del estado de tolerancia (Kimber, 2005; Zenclussen *et al.*, 2006a).

Más recientemente, se han incorporado dos poblaciones de linfocitos T al modelo para explicar la respuesta inmune durante la gestación: las células T reguladoras (Treg) y las Th 17. Las Treg fueron descritas inicialmente como una subpoblación especializada de linfocitos T, responsable de la prevención de las reacciones autoinmunes por suprimir, activamente, la acción de los linfocitos autoreactivos (Sakaguchi *et al.*, 1995). Además, cumplen con funciones centrales en la inmunoregulación porque inhiben la proliferación y la producción de citoquinas en las células T CD4⁺ y T CD8⁺, la producción de inmunoglobulinas en las células B, la actividad citotóxica de las células NK y la maduración de las células dendríticas, lo que en conjunto resulta en la inducción de un estado de tolerancia (Sakaguchi, 2005). El gen maestro para la diferenciación de las células Treg es el factor de transcripción *forkhead box P3* (foxp3), fundamental para el desarrollo y la activación de estas células (Sakaguchi *et al.*, 2006). Las células Treg también están presentes en el útero gestante para generar un microambiente privilegiado que impide el rechazo inmunológico del embrión (Zenclussen, 2005; Zenclussen *et al.*, 2006b). El número de células Treg aumenta inmediatamente después del establecimiento de la gestación en el útero de ratonas normales. Luego de

encontrarse en el tracto genital femenino con antígenos paternos presentes en el semen, la población de células Treg específicas se expande en los linfonodos. Posteriormente, estas células migran hacia la interfase materno-fetal donde producen elevados niveles de moléculas protectoras (Zenclussen, 2006). En ratonas preñadas, las células Treg específicas contra antígenos paternos proliferan 3 días luego del coito en los linfonodos que drenan el útero. Estas células Treg específicas, rápidamente se dirigen hacia el útero gestante y proliferan en él, de este modo se induce un estado de tolerancia hacia los antígenos paternos durante la preñez temprana (Saito *et al.*, 2010). Las células Treg protegen a las estructuras fetales del “ataque” de las células inmunes maternas y promueven un microambiente transitorio y tolerante en la interfase materno-fetal (Zenclussen *et al.*, 2006a). La deficiente actividad de estas células durante la gestación, conduce a la pérdida del *conceptus*. En un modelo murino de aborto bien establecido, las células Treg se encuentran disminuidas en número y función (Zenclussen, 2005). Además, se ha demostrado que la transferencia de células Treg, provenientes de ratonas normales preñadas, en ratonas predispuestas al aborto, pudo prevenir completamente el rechazo (Zenclussen *et al.*, 2005a). Se han postulado varios mecanismos por los cuales las células Treg inducen tolerancia. Como se mencionó anteriormente, estas células, que participan en el mantenimiento de la gestación, son específicas para los antígenos MHC paternos. Esto indica que su función es proteger a las células fetales que contienen este tipo de antígenos del rechazo por parte del sistema inmune materno (Schumacher *et al.*, 2007).

Las células Th17 producen una citoquina pro-inflamatoria, la IL-17. Las células Th17 murinas presentan una vía de señaliza-

ción única, caracterizada por el factor de transcripción ROR γ t (*related orphan receptor*), que participa en la expansión de esta población celular y es fundamental para su reconocimiento. En las células Th17 humanas, el factor de transcripción que regula la diferenciación se denomina RORC (*retinoid orphan nuclear receptor C*) (Wang *et al.*, 2010). Las células Th17 son potentes inductores de inflamación tisular y están relacionadas con la patogenia de ciertas enfermedades autoinmunes, de respuestas de hipersensibilidad y del rechazo de aloinjertos (Korn *et al.*, 2009). Estas células, además, están involucradas en la eliminación de patógenos que no son controlados adecuadamente por las células Th1 o Th2. El principal rol de las células Th17 es proteger de las infecciones producidas por hongos y bacterias extracelulares (Aujla *et al.*, 2007). Las funciones de las células efectoras Th17, al igual que la de las células Th1 y Th2, se encuentran reguladas por las células T reguladoras CD4⁺ CD25⁺ descritas anteriormente (Saito *et al.*, 2010). En el contexto de la preñez murina, las células IL-17⁺ se localizan en las glándulas endometriales y en la decidua *basalis* a partir del día 6,5 de preñez hasta el día 10,5. Alrededor del día 12,5, la decidua es totalmente negativa para la marcación de IL-17, sugiriendo que el número de células Th17 disminuye luego del día 12,5 en la interfase materno-fetal (Ostojic *et al.*, 2003).

Las hemooxigenasas (HOs) son enzimas microsomales que degradan el grupo hemo a bilirrubina y CO evitando la acumulación de hemo libre, el cual es citotóxico. Además, la bilirrubina y la biliverdina tienen funciones antioxidantes y protectoras, y el CO es un metabolito intermedio que estimula la relajación de los vasos sanguíneos (Zenclussen *et al.*, 2007). La hemooxigenasa 1 (HO-1) es una enzima protectora de la gestación debido a

que previene la acumulación de grupos hemo libres que podrían ser perjudiciales para el *conceptus* (Zencclussen *et al.*, 2011). Se expresa en las células endoteliales y en el trofoblasto. La disminución de la expresión de HOs, especialmente de HO-1, lleva a un aumento de grupos hemo libres en la interfase materno-fetal, con lo cual aumentan los daños oxidativos, las moléculas de adhesión celular y la migración de las células inflamatorias (Vachharajani *et al.*, 2000; Zencclussen *et al.*, 2003a; Zencclussen *et al.*, 2005b). Su expresión disminuye en la placenta y en la decidua de ratones y humanos que sufren aborto mediado por células y citoquinas Th1. Esto indica un rol protector importante de las hemooxigenasas en el mantenimiento de la gestación. En el modelo murino de aborto, resultante del apareamiento entre una hembra de la cepa CBA y un macho de la cepa DBA/2, los niveles de HO-1 en la interfase materno-fetal se encuentran disminuidos (Zencclussen *et al.*, 2005b). Las células Treg inducen un aumento en la producción de HO-1 protectora en la decidua y la placenta (Zencclussen *et al.*, 2006b). Además, la estimulación de HO-1 por medio de la terapia génica previene el rechazo fetal (Zencclussen *et al.*, 2006b).

La indolamina 2,3 dioxigenasa (IDO) es una enzima que cataboliza al triptófano. Este aminoácido es un factor de crecimiento para los linfocitos T, fundamental para su activación y proliferación (Mellor y Munn, 2001). Se ha comprobado que durante la gestación aumenta la expresión de IDO en el trofoblasto y en la decidua, específicamente en las células trofoblásticas gigantes, macrófagos y células dendríticas presentadoras de antígenos. La expresión de IDO en las células mencionadas es estimulada por las células Treg (Fallarino *et al.*, 2003).

Por otra parte, por la acción de IDO, disminuyen los niveles de triptófano y se produce la anergia de los linfocitos T potencialmente perjudiciales para el mantenimiento de la gestación (Munn *et al.*, 1998). IDO no solo ha sido estudiada como una enzima protectora de la gestación; hay evidencias de que también representa un importante mecanismo de control inmune. La depleción local de L-triptófano, que resulta de la actividad enzimática, podría permitirle al hospedador inhibir el desarrollo de varios agentes patógenos *in vivo*. La actividad de IDO se encuentra incrementada en algunas condiciones patológicas, como por ejemplo, la infección con *Toxoplasma gondii* (Fujigaki *et al.*, 2002).

Algunos autores sugieren un mecanismo alternativo en el cual los responsables de la acción inmunosupresora de IDO serían los metabolitos resultantes del catabolismo del triptófano y no las bajas concentraciones del aminoácido. Estas especulaciones se basan en los resultados de estudios *in vitro* que muestran que ciertos metabolitos del triptófano inhiben la proliferación de las células T.

Además, algunas células de la respuesta inmune innata son de importancia para la gestación como las células *natural killer* (NK), los mastocitos y los eosinófilos.

Las NK son un tipo especializado de linfocitos que se encuentran en la intersección entre la inmunidad innata y la inmunidad adquirida. Participan en la protección inmune temprana y sus principales funciones son la inducción de la lisis celular y la producción de citoquinas, tales como el IFN- γ . En las hembras adultas de varias especies, incluyendo al ser humano, una subpoblación de células NK, denominadas células *natural killer* uterinas (uNK), aparece en el endometrio en determinadas fases del ciclo estral o menstrual y en la gestación temprana. Estas células son

la principal población de células linfoides que se encuentran en el útero gestante y, a diferencia de las funciones inmunológicas de las restantes células NK, tienen funciones especializadas en el establecimiento y mantenimiento de una gestación normal. Las uNK han sido estudiadas en detalle en la decidua del ser humano, el ratón, la rata y el cerdo (Hunt *et al.*, 2000; Wegman *et al.*, 1993; Welsh & Enders, 1993; Croy *et al.*, 2009).

Durante la preñez normal del ratón, se diferencian abundantes células uNK en los sitios de implantación (Peel, 1989). Estas células son muy importantes durante la primera mitad de la gestación porque regulan la iniciación de los cambios estructurales en las arterias maternas de los sitios de implantación y el subsecuente desarrollo de la placenta. Las funciones de las células uNK durante la preñez murina han sido descubiertas gracias al uso de ratones *knock out*. Los ratones deficientes en células uNK presentan sitios de implantación anormales, los vasos arteriales poseen paredes gruesas y diámetros lumbinales reducidos, la decidua presenta una escasa celularidad y hay una disminución marcada en el tamaño de la placenta (Croy *et al.*, 2006).

Las células uNK sintetizan citoquinas inmunomoduladoras como el IFN- γ (Ashkar & Croy, 1999) e interleuquinas, como IL-18 e IL-27 (Croy *et al.*, 2003). Una de sus principales funciones es regular la invasión trofoblástica del endometrio durante la implantación para evitar una invasión excesiva (Hunt *et al.*, 2000). Además, remueven células trofoblásticas aberrantes (Stewart, 1991). También sintetizan y secretan factor de crecimiento transformante β (TGF- β) que inhibe a los linfocitos T que reconocen a los antígenos paternos.

Las células uNK producen factor de crecimiento del endotelio

vascular (VEGF) y óxido nítrico (NO). Ambos poseen funciones angiogénicas y son importantes para el desarrollo vascular durante la gestación temprana. El NO es, además, vasodilatador. Mediante la secreción de estas sustancias y del IFN- γ , las células uNK contribuyen a la angiogénesis en el endometrio, especialmente en la decidua, e inducen la modificación de las arterias espirales. Esta modificación de las arterias durante la preñez se caracteriza por la reducción del espesor de la túnica media por migración de las células musculares lisas y la dilatación de la luz vascular para aumentar el flujo sanguíneo hacia la placenta.

La maduración de las células uNK es inducida en el útero, durante la reacción decidual y consiste en la proliferación celular y el desarrollo de los gránulos citoplasmáticos. La IL-15 se expresa en el tejido conectivo del endometrio entre los días 6 y 11 de la gestación, y es la principal citoquina que regula la diferenciación de las células uNK (Croy *et al.*, 2003). Al quinto día de gestación, las uNK diferenciadas comienzan a observarse en la decidua mesometrial (*deciduabasalis*) de cada sitio de implantación (Zheng *et al.*, 1991a; Zheng *et al.*, 1991b; Croy *et al.*, 1997). En la medida que la gestación avanza, estas células proliferan y aumentan de tamaño, llegando a medir entre 40 y 100 μm de diámetro. El número de gránulos citoplasmáticos y el diámetro de las uNK son utilizados por varios autores como indicadores de maduración (Peel, 1989; Ashkar *et al.* 2000; Chantakru *et al.*, 2001). Las grandes uNK granulares se acumulan en una zona denominada triángulo mesometrial, "agregado linfoideo mesometrial de la preñez" (*MLAp*) o "glándula metrial" (*metrial gland*) (Croy, 1999), por eso se las conoce también como células glandulares granulares metriales. A los días 8-10 de la gestación,

las uNK se hacen muy numerosas. Hacia el día 12 su número comienza a declinar y el día 13 solo están presentes en el triángulo mesometrial (Moffet y Loke, 2006). A partir del día 15, sus gránulos se reducen en cantidad y tamaño y posteriormente las células mueren por apoptosis (Kusakabe *et al.*, 1999). Las células uNK son transitorias porque no se observan en el útero luego del parto (Stewart & Peel, 1980). La lectina DBA (*Dolichos biflorus*) que no solo marca los gránulos citoplasmáticos, sino también la membrana plasmática de estas células, ha sido ampliamente adoptada para su reconocimiento (Paffaro *et al.*, 2003). No existen células positivas a DBA en los órganos linfohemopoyéticos de ratonas vírgenes o con 0,5-7 días de gestación, excepto en la decidua. Esto demuestra la especificidad de la marcación con DBA en células uNK e implica que la decidua es un ambiente único que induce esta especificidad en la diferenciación celular terminal de las uNK (Bianco *et al.*, 2008).

Los mastocitos o células cebadas intervienen tanto en respuestas mediadas por IgE, como en ciertas respuestas inmunes innatas y adaptativas. Los mastocitos derivan de células progenitoras hematopoyéticas que circulan por la sangre como células progenitoras inmaduras y se diferencian a mastocitos maduros localmente, en los tejidos vascularizados o en las cavidades serosas (Kitamura, 1989). En su citoplasma, contienen abundantes gránulos metacromáticos, fácilmente distinguibles con las técnicas histológicas de Giemsa y Azul de Toluidina. Sus gránulos citoplasmáticos almacenan mediadores preformados tales como aminas vasoactivas y proteasas neutras. Además, los mastocitos producen y secretan mediadores pro-inflamatorios derivados de lípidos que, a diferencia de los anteriores, son sintetizados *de*

novo. Estos últimos, resultan del metabolismo del ácido araquidónico e incluyen a las prostaglandinas y a los leucotrienos.

Los mastocitos constituyen una importante fuente de citoquinas, tanto para el crecimiento y la diferenciación de otras poblaciones celulares, como para la regulación de la inflamación y la reparación tisular (Crivellato *et al.*, 2005). Algunas de sus funciones son: regular la permeabilidad vascular, proteger las superficies mucosas y regular la contractibilidad del miometrio.

En el útero de ratonas preñadas, los mastocitos se localizan especialmente en el triángulo mesometrial (Gibbons & Chang, 1972) y en el miometrio, algunos se ubican en el perimetrio y, en raras ocasiones, en la zona externa de la decidua (Widayati *et al.*, 2004). La ubicación de estas células en el triángulo mesometrial podría estar relacionada con el control de la permeabilidad vascular en el útero. Por otro lado, los mastocitos que se encuentran entre las fibras del músculo liso regulan la contractibilidad del miometrio.

Los eosinófilos son granulocitos derivados de la médula ósea; contienen gránulos de proteínas ricas en arginina. En el útero, están localizados en el tejido conectivo profundo del endometrio, llegan al lumen, e incrementan su número cuando los niveles de estrógenos son elevados (proestro y estro). En el mecanismo de acción de los eosinófilos, se ha podido diferenciar una primera etapa, en la cual liberan proteínas tóxicas que destruyen a microorganismos y parásitos, pero también pueden producir daño tisular por reacciones de hipersensibilidad. En una segunda etapa producen moléculas como prostaglandinas, leucotrienos y citoquinas, las cuales amplifican la respuesta inflamatoria por reclutar y activar a otros eosinófilos y a los macrófagos. Cuando la población linfocitaria Th2 es activada, se liberan citoquinas, como

IL 5 que incrementa la producción de eosinófilos y promueve su liberación hacia la circulación y los tejidos. Se comprobó también que los eosinófilos son fagocíticos cuando son estimulados por IgE específicas (Ito *et al.*, 1975; Monteavaro *et al.* 2007).

En general, las hembras son muy susceptibles a los patógenos que ingresan por vía venérea; esto se debe a que el sistema inmunológico modula su respuesta frente al embrión, que posee antígenos paternos extraños para la madre. De esta manera, el *conceptus* toma contacto con el tejido materno, se implanta y no es afectado por los leucocitos uterinos (Roberts *et al.*, 2001). Por lo tanto, el sistema inmune materno puede promover o inhibir el desarrollo de la unidad feto-placenta. Los leucocitos maternos permiten la implantación del embrión, mediante la secreción de diferentes citoquinas que favorecen el normal desarrollo de la gestación.

MODELOS MURINOS ESPECÍFICOS DE ENFERMEDADES REPRODUCTIVAS

Herpesvirus equino 1(EHV-1)

Introducción

El EHV-1 es un virus que infecta a los miembros de la familia *Equidae* y produce importantes pérdidas económicas en la industria equina. Al igual que todos los herpesvirus, el EHV-1 es antiguo y, durante su prolongada co-evolución con el caballo, se ha convertido en un parásito viral exitoso. Desde un punto de vista biológico, el potencial patógeno del EHV-1 puede ser considerado un atributo básico del virus que garantiza su supervivencia (Allen *et al.*, 1998; Allen *et al.*, 2004).

Las manifestaciones clínicas que se presentan en los animales luego de la infección por este virus son:

- *Rinoneumonitis equina*: se inicia con un cuadro caracterizado por rinofaringitis y traqueobronquitis; el animal presenta tos, fiebre (que se observa como una curva difásica con el segundo pico febril coincidente con la viremia), descarga nasal serosa que puede hacerse mucosa y hasta mucopurulenta, congestión e hiperemia de la mucosa conjuntival, anorexia y depresión generalizada. La infección es de tipo sistémico y la viremia se acompaña de neutropenia y linfopenia. Los signos clínicos permanecen por aproximadamente 7 días y las complicaciones bacterianas secundarias pueden conducir a la formación de abscesos en los linfonodos y el tejido linfoide subepitelial de la faringe. Ocasionalmente se presenta bronconeumonía que puede llegar a ser fatal (Allen & Bryans, 1986). Durante su recuperación, algunos caballos desarrollan el denominado "síndrome de bajo rendimiento", que puede estar asociado con un estado de hipersensibilidad bronquial no específica o con signos similares a los que se encuentran en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica que traen aparejados efectos perjudiciales a largo plazo sobre el rendimiento deportivo (Mumford & Rosedale, 1980).
- *Síndrome neurológico*: se observa en animales de ambos sexos y de distinta edad. Este síndrome puede aparecer entre los 6-10 días posteriores a la infección respiratoria, y de manera repentina, con un pico de intensidad a los 2-3 días de sus inicios. Las manifestaciones clínicas dependen de la extensión y localización de las lesiones, y varían desde ataxia moderada hasta parálisis completa de miembros torácicos y pelvianos

con incontinencia urinaria. El pronóstico para los caballos que no están en decúbito es favorable, pero aquellos que permanecen en esa posición por más de dos días generalmente tienen complicaciones fatales, como neumonía, cólicos o rotura vesical (Whitwell & Blunden, 1992).

- *Infección ocular*: puede observarse uveítis o corioretinitis en potrillos, durante el brote de enfermedad neurológica en adultos o a las 3-5 semanas después de la infección del tracto respiratorio. Las lesiones focales y multifocales no afectan la visión, pero las lesiones difusas pueden llevar a la destrucción de la retina y a la consecuente ceguera (Slater *et al.*, 1992; McCartan *et al.*, 1995).

- *Infección vasculotrópica pulmonar*: se observa ocasionalmente en caballos jóvenes. Se caracteriza por fiebre alta, anorexia, depresión severa, dificultad respiratoria y alta mortalidad. No se acompaña de signos nerviosos. Los animales afectados pueden ser encontrados muertos, ya que el inicio de la enfermedad es repentino y su progresión hasta la muerte es rápida. Se produce vasculitis multisistémica, particularmente importante en los pequeños vasos sanguíneos de los pulmones (Del Piero & Wilkins, 2001).

- *Trastornos en sementales*: puede observarse edema escrotal y pérdida de libido. La fiebre prolongada tiene efecto perjudicial sobre la espermatogénesis que se traduce en la reducción del número de espermatozoides normales. Algunos investigadores han documentado la presencia de partículas virales en semen, pero su importancia en una posible transmi-

sión venérea de la infección es aún incierta (McCartan *et al.*, 1995; Tearle *et al.*, 1996).

- *Aborto - Síndrome neonatal*: el aborto sucede en forma súbita, sin signos premonitorios y generalmente sin evidencia de infección respiratoria previa. Las hembras abortan generalmente en los últimos cuatro meses de gestación, entre los 15 y 120 días posteriores a la infección viral. La placenta es expelida con el feto que permanece con las membranas fetales intactas. El feto muere por asfixia, asociada a la abrupta separación (previa a la expulsión) entre el corion y el endometrio. En la mayoría de los casos se suceden abortos aislados y en general las hembras abortan una sola vez. En algunos establecimientos pueden observarse “tormentas de aborto” en las que pueden llegar a afectarse el 75% de las hembras gestantes (Smith *et al.*, 1996; Allen *et al.*, 2004). En algunas oportunidades, y cuando el feto resulta infectado en el último tercio de la gestación, se presenta el síndrome neonatal caracterizado por dos posibles cuadros: el animal nace pero muere rápidamente por un severo estado de depresión y por insuficiencia respiratoria, resultante de las lesiones pulmonares inducidas por la infección. En otros casos, nacen potrillos de apariencia normal pero que inmediatamente presentan un severo cuadro respiratorio y diarrea que culmina con la muerte dentro las primeras 72 h posteriores al nacimiento (Smith *et al.*, 1992; Allen, 2002)

El virus se mantiene en la naturaleza por la infección generalizada de caballos jóvenes, por ser de alta morbilidad (hasta el 90%) y baja mortalidad, por la alta prevalencia de animales

latentemente infectados y por la continua liberación de virus a partir de los animales portadores, de tal manera que se produce la transmisión eficiente y sin interrupciones a las nuevas generaciones de equinos.

La forma respiratoria es común en potrillos al destete o cuando ingresan a los centros hípicas y la liberación de virus a través de las secreciones respiratorias puede llegar a durar hasta 15 días. La infección subclínica ocurre debido a reinfecciones sucesivas, y se presenta en animales de diferentes edades, aunque es más frecuente en equinos adultos. La principal fuente de contagio de los potrillos es la reactivación de virus latente de los adultos convivientes (Gibson *et al.*, 1992). Luego del primer ciclo replicativo en el tracto respiratorio se produce la fase virémica, caracterizada por la expresión de antígenos virales en las células sanguíneas y en la cual el virus es fácilmente recuperable por co-cultivo con células permisivas. Cuando el EHV-1 entra en estado de latencia en los linfocitos T CD8+ y en el ganglio trigémino, la transcripción del genoma viral está restringida, como sucede en todos los alfa herpesvirus. Por lo tanto, las proteínas virales no se expresan, la célula es resistente a los mecanismos inmunes y el virus es difícil de recuperar por co-cultivos celulares (Welch *et al.*, 1992; Slater *et al.*, 1994; Baxi *et al.*, 1995; Chesters *et al.*, 1997). La reactivación de virus latente se produce cuando los animales se encuentran en situaciones estresantes, como sucede durante el transporte, movimientos de potreros, en ciertas medidas de manejo, con el destete, como así también por tratamientos con corticoides o prácticas deportivas exigentes. Estas reactivaciones son generalmente silentes y la viremia que sigue a la reactivación puede conducir al virus hasta el útero, causando aborto, y al

sistema nervioso central, produciendo síndrome neurológico. El aborto puede ocurrir sin el requisito previo de una infección respiratoria epitelial lítica o de una viremia detectable. El EHV-1 es el primer alfa herpesvirus para el que se ha descrito reactivación en los linfocitos, además de la reactivación en el ganglio trigémino (Mumford *et al.*, 1985).

La respuesta inmune de los equinos a una infección por EHV-1 es similar a la que ocurre en otras especies infectadas por herpesvirus. El mecanismo es complejo y aún no está completamente dilucidado, e incluye a las respuestas innata y adaptativa, celular y humoral (Allen & Bryans, 1986; Allen *et al.*, 2004). Los anticuerpos (Ac) maternos transmitidos por el calostro protegen a los potrillos de la infección natural y la inmunidad conferida está relacionada con la concentración de los mismos y con el volumen ingerido por el potrillo en las primeras 24 hs de vida. El título de Ac calostrales decae exponencialmente, de manera que aproximadamente entre los 4-6 meses de edad los potrillos pueden ser infectados naturalmente. En la infección natural de adultos, el título de los Ac decae rápidamente, de manera que los animales se tornan nuevamente susceptibles al virus entre los 4 y 5 meses posteriores a su recuperación. La resistencia a la reinfección durante este periodo se encuentra garantizada por: 1) los elevados niveles de Ac en sangre y en el mucus nasofaríngeo, 2) la actividad proliferativa de los linfocitos T CD4+ activados por el virus, 3) la presencia de precursores de linfocitos T citotóxicos CD8+ virus específicos, 4) la actividad de células NK y 5) la citotoxicidad celular dependiente de Ac virus específico (Allen *et al.*, 2004). Cuando estos mecanismos de resistencia decaen, la mucosa respiratoria puede ser nuevamente reinfectada por el virus

en forma repetida. Como consecuencia de estas reinfecciones múltiples, no se presentan síntomas clínicos de enfermedad respiratoria, pero pueden aparecer manifestaciones de enfermedad neurológica o abortiva. El mecanismo por el cual el virus escapa a la neutralización por Ac en su pasaje al feto está estrechamente relacionado con la viremia asociada a células.

El propósito de vacunar contra EHV-1 es el de proteger a los equinos de la enfermedad respiratoria y del aborto. Las primeras vacunas desarrolladas a nivel mundial fueron con virus inactivado y se elaboraron con hígado de feto equino infectado y tejido de hámsteres infectados experimentalmente (Doll *et al.*, 1959; Doll & Bryans, 1963). Estas vacunas dejaron de utilizarse debido a las respuestas adversas, tanto locales como sistémicas, y a su baja inmunogenicidad. Posteriormente, Doll (1961) desarrolló una vacuna a virus modificado por pasajes en hámsteres cuya aplicación era intranasal; y recomendable para estadios tempranos de gestación, ya que se consideraba que contenía residuos de partículas virulentas que podían causar el aborto si la misma era administrada en la última etapa de la preñez. Esta vacuna fue utilizada hasta que se comenzaron a producir vacunas a virus inactivado y atenuado desarrollado en cultivos celulares. En 1968 se creó una vacuna atenuada utilizando cultivos de riñón de feto porcino inoculados con la cepa Rach (cepa atenuada por su delección del gen 67). Otros investigadores realizaron varios estudios utilizando otras vacunas con cepas atenuadas por pasajes en cultivos celulares. Si bien las mismas resultaron eficientes para erradicar la infección en áreas endémicas, pudo comprobarse que, en muchos casos, la atenuación no era eficaz ya que inoculada directamente al feto se producía el aborto del mismo. El uso de

otras vacunas atenuadas también fue asociado con mieloencefalitis posvacunal. En el año 2006, una vacuna desarrollada con un mutante de EHV-1 sensible a temperatura, también demostró proteger de la enfermedad respiratoria y de la viremia posterior a una infección experimental con una cepa virulenta. Sin embargo, algunos autores en desacuerdo con esta última opinión, consideran que las vacunas atenuadas deben ser utilizadas con precaución ya que pueden producir la interacción génica entre el virus vacunal y las cepas de campo (Allen *et al.*, 2004). En forma paralela, muchas otras vacunas fueron elaboradas sólo con EHV-1 y combinadas con EHV-4, principalmente con virus inactivados con formaldehído y asociados a diferentes tipos de adyuvantes de uso común. Este tipo de vacunas, si bien son seguras porque carecen de virus activo, presentan el inconveniente de inducir una respuesta inmune de corta duración, por lo que resulta necesario repetir la aplicación de dosis. Si el propósito de una vacuna es prevenir la enfermedad, reducir la incidencia, la duración de los signos clínicos y el periodo de eliminación viral, las vacunas inactivadas son adecuadas ya que cumplen con estos objetivos. Sin embargo, si tenemos en cuenta que el EHV-1 produce viremia asociada a células, se puede inferir que estas vacunas no son totalmente efectivas y algunas partículas virales pueden llegar al feto y producir aborto (Kydd *et al.*, 1994; Heldens *et al.*, 2001; Allen *et al.*, 2004; Patel & Hendels, 2005; Goehring *et al.*, 2010). Las vacunas contra EHV-1 deben entonces proteger contra la infección respiratoria y prevenir la viremia, así como también estimular la producción de Ac y la respuesta inmune celular, tanto a nivel sistémico como en las mucosas.

Las investigaciones que se realizan mundialmente sobre el EHV-1 se encuentran dirigidas a tres áreas principales: a) resolver

aspectos fundamentales de la patogenia del aborto, b) estudiar el fenómeno de latencia y reactivación viral, y c) lograr la obtención de respuesta inmune que prevenga el aborto.

El modelo ratón para el estudio de Herpesvirus equino 1

Los modelos animales inicialmente utilizados para el estudio de EHV-1 estuvieron orientados al desarrollo de las primeras vacunas a partir de macerados de tejidos de hámsteres infectados experimentalmente (Doll *et al.*, 1959; Doll & Bryans, 1963) y de vacunas a virus modificado por pasajes en hámsteres (Doll, 1961). Posteriormente en las décadas de los '70s y los '80s se comenzó a trabajar con ratones lactantes (Wilks & Coggins 1977; Patel & Edington 1983; Nowotny *et al.*, 1987; Stokes *et al.*, 1989). Sin embargo, en todos estos estudios la edad de los animales difería, las rutas de inoculación del virus eran variadas y, por lo tanto, no se observaban manifestaciones clínicas similares y constantes por lo que los resultados no podían ser comparables. Recién con las experiencias de Awan *et al.* (1990, 1991) se logró reproducir la enfermedad respiratoria utilizando ratones BALB/c anestesiados e inoculados por vía intranasal, la ruta natural de entrada del virus. Posteriormente, los esfuerzos fueron orientados a determinar si existían cepas de ratones más susceptibles a la infección que otras (Alber *et al.*, 1995), a comprobar si se podía reproducir la infección abortigénica (Walker *et al.*, 1998 a, 1998b; Inazu *et al.*, 1993), a investigar la respuesta inmune (Awan *et al.*, 1995; Bartels *et al.*, 1998), a ensayar agentes antivirales (Awan & Fields, 1993), al estudio del establecimiento de la latencia y de la reactivación (Field *et al.*, 1992) y a analizar diferentes cepas virales (Van Woensel *et al.*, 1995; Colle *et al.*, 1996) y nuevos

inmunógenos (Tewari *et al.*, 1994, 1995; Osterrieder *et al.*, 1994; Stokes *et al.*, 1996; Kukreja *et al.*, 1998; Ruitenberg *et al.*, 1999).

Básicamente las razones por las cuales se adoptó definitivamente al modelo ratón para el estudio de EHV-1 fueron:

- *Similitud en el tropismo tisular*: tanto en el equino como en el ratón el virus puede ser aislado de diversos órganos demostrando una infección de tipo sistémico. Los primeros estudios realizados indicaron que el ADN del virus fue detectado por PCR en todos los órganos (Baxi *et al.*, 1996), aunque no se lo aisló del bazo y del hígado del ratón (Awan *et al.*, 1990). Sin embargo, estudios actuales, permitieron demostrar el aislamiento viral a partir de estos órganos (Zanuzzi *et al.*, 2014). En el caso de hembras equinas preñadas e infectadas experimentalmente, no todos los fetos abortados resultan positivos al virus, lo que puede estar relacionado a diversos factores aún no del todo determinados. En ratonas preñadas se hallaron resultados similares aunque al tratarse de hembras multíparas, algunos fetos resultaron negativos mientras que otros fueron positivos al virus (Walker *et al.*, 1999).
- *Presencia de signos clínicos respiratorios y nerviosos*: el periodo de incubación para el equino generalmente es de 2 días y los signos respiratorios característicos se resuelven aproximadamente a los 12 días pos infección. Los signos nerviosos resultan de los cambios vasculares, pero aparecen con menor frecuencia (Allen & Bryans, 1986). En los ratones se observa dificultad respiratoria, pelo hirsuto, decaimiento, cambios generales de comportamiento, conjuntivitis ocasional y en general todos se resuelven totalmente a los 6 días pos in-

fección (Figura 1). Los signos nerviosos no son muy comunes y cuando fueron observados, su presencia se atribuyó a la característica neuropatogénica de la cepa viral utilizada en la infección experimental (Awan *et al.*, 1990; Inazu *et al.*, 1993; Van Woensel *et al.*, 1995)

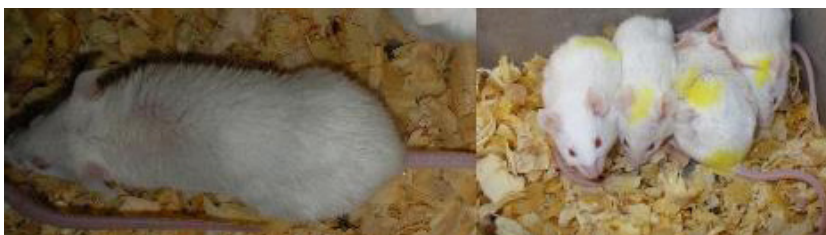


Figura 1. Ratones BALB/c infectados por EHV-1. Obsérvese el aspecto característico del pelo y el agrupamiento con sus congéneres.

- *Efecto sobre la preñez:* la infección en equino puede causar aborto dependiendo del tiempo de gestación, o bien producirse el nacimiento de los potrillos que mueren en las primeras 48 hs de vida (Smith *et al.*, 1996). En la infección experimental en ratones, los resultados dependen del momento de la infección: en caso de producirse en el primer tercio de preñez se observa reabsorción fetal; la infección durante la gestación media lleva al nacimiento de fetos prematuros muertos o que mueren en el primer día de vida y, cuando la infección se produce en el último tercio de la gestación puede observarse menor tamaño de los neonatos respecto a ratones controles sin infectar (Awan *et al.*, 1995; Walker *et al.*, 1998b).
- *Cambios en las células sanguíneas y eliminación viral:* en la infección aguda de los equinos se observa leucopenia (neutropenia y linfopenia), en cambio durante la convalecencia aparece linfocitosis. Ninguno de estos eventos se ha comprobado en

el ratón y algunos autores mencionan la aparición de neutrofilia (Csellner *et al.*, 1998; Packiarajah *et al.*, 1998).

- En equinos infectados experimentalmente el tiempo de la eliminación de virus varía entre 5 a 14 días con un pico máximo a los 12 días pos infección a partir de los hisopados nasofaríngeos (Allen & Bryans 1986), si bien la detección del virus a partir del pulmón puede extenderse pese a la desaparición total de los signos clínicos. La eliminación del virus en ratones es similar, aunque también es dependiente de la dosis y de la cepa viral utilizada para la infección (Awan *et al.*, 1990; Inazu *et al.*, 1993; Walker *et al.*, 1998a). Con respecto a la viremia en el equino, diferentes autores indican una extensión que varía entre 3-5 días, 12-16 días y de 3-14 días (Gibson *et al.*, 1992), mientras que en el ratón existen datos dispares ya que algunos autores citan periodos de viremia de 5 a 8 días y otros determinaron que es indetectable (Walker *et al.*, 1999).

- *Lesiones histopatológicas:* en equinos se observa inflamación, necrosis y la presencia de cuerpos de inclusión en el epitelio nasofaríngeo y en nódulos linfoides bronquiales. Se detectan focos de bronquiolitis aguda y edema intersticial. En hembras preñadas se observa vasculitis endometrial y en caso de presentarse signos nerviosos se encuentran focos de vasculitis y necrosis en cerebro y cerebelo (Jackson *et al.*, 1977; Edington *et al.*, 1986; Walker *et al.*, 1999). En ratones las lesiones pulmonares son similares a las descritas en el equino y se caracterizan por alveolitis y bronquiolitis, presencia de cuerpos de inclusión, necrosis focal y agregados de células

inflamatorias. En el sistema nervioso central no se han observado lesiones vasculares ni procesos degenerativos (Bartels *et al.*, 1998). El endometrio de hembras preñadas ha sido descrito como congestivo con severos cambios vasculares, áreas de isquemia asociadas con necrosis e infiltración perivascular de células inflamatorias (Smith *et al.*, 1992). En las placentas de ratonas se ha descrito congestión, necrosis y atrofia de la capa media del trofoblasto entre los 2 y 4 días pos infección (Walker *et al.*, 1998b), tal como se observó en la placenta equina (Smith *et al.*, 1992). En fetos equinos abortados o muertos en las primeras 24 hs de vida se han descrito bronquiolitis necrotizante, neumonitis intersticial y necrosis hepática focal (Kydd *et al.*, 1994). En el caso de muerte perinatal en ratones se ha observado efecto citopático típico en pulmones y epitelio bronquiolar aunque no se han descrito lesiones en fetos analizados antes de la fecha de parto (Walker *et al.*, 1998b).

- *Latencia*: como otros herpesvirus, luego de la infección primaria se ha descrito como sitio de latencia al ganglio trigémino, tanto en el equino como en el ratón, aunque en este modelo experimental también ha sido detectado por PCR a partir del bulbo olfatorio (Baxi *et al.*, 1995,1996).

Estudios experimentales en la República Argentina

En el año 1979 se realizó, en la Cátedra de Virología de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de La Plata, el primer aislamiento de este virus partir de un feto abortado. Esta cepa originalmente fue denominada SP y actualmente se denomina AR1 de acuerdo a la nomenclatura internacional.

En 1985, se aisló una nueva cepa a partir de plasma rico en leucocitos de un caballo con sintomatología respiratoria (Galosi *et al.*, 1989). En los años sucesivos, se continuaron aislando nuevas cepas y muchas de ellas fueron analizadas por sus patrones de restricción de ADN demostrando homogeneidad genómica de las mismas aunque en algunos casos se observaron diferencias de movilidad en sus fragmentos de ADN (Galosi *et al.*, 1993, 1998a). Por esta última razón se iniciaron los primeros estudios experimentales para demostrar el biotipo de las mismas utilizando ratones lactantes inoculados intracerebralmente. Se demostró que la cepa AR1 correspondía a un biotipo específico respecto a las cepas restantes y que podría significar que fuera menos virulenta (Galosi *et al.*, 1998b).

Debido a estos resultados, se estudiaron las propiedades de crecimiento de AR1 en cultivos celulares y su efecto patógeno en el modelo respiratorio y abortigénico de ratón BALB/c, comparativamente con la cepa internacional de referencia HH1. Si bien no se encontraron diferencias significativas en el efecto de estas cepas sobre cultivos celulares, en el modelo ratón se demostró la menor virulencia de la cepa AR1 respecto a la HH1 para producir enfermedad respiratoria y sus consecuencias en diferentes etapas de gestación (Galosi *et al.*, 2004). En otra etapa del mismo trabajo se evaluó la capacidad de AR1 de conferir protección ante la descarga con una cepa mas patogénica y se observó que el peso de los ratones previamente inmunizados no disminuyó ante la descarga con HH1, los signos clínicos fueron más leves, los animales se recuperaron en un periodo de tiempo más corto, el título viral recuperado en pulmón fue menor que en el control inoculado con HH1 y las lesiones histológicas fueron más atenuadas (Galosi *et al.*, 2006).

- *Estudios moleculares-evolutivos y de virulencia:* dado que en el país eran numerosas las cepas aisladas, muchas veces a partir de “tormentas de abortos” en establecimientos sujetos a estrictos planes de vacunación, hipotetizamos que algunas cepas actuantes podrían ser más virulentas y que las diferencias entre ellas podrían basarse en variaciones genómicas. Por tales motivos, se inicio un estudio experimental cuyos dos principales objetivos fueron a) relacionar la estructura genómica de las cepas de EHV-1 con las variaciones en su virulencia utilizando el modelo experimental BALB/c y b) establecer hipótesis sobre las relaciones filogenéticas que reflejen la evolución de cepas argentinas de EHV-1 basando el estudio en la constitución genómica de la denominada región intergénica (IR). Las cepas denominadas AR2, AR3 y AR8, que presentaron las diferencias genómicas más marcadas, fueron seleccionadas y se estudiaron desde el punto de vista patológico en ratonas preñadas BALB/c que fueron inoculadas por vía intranasal. Todos los animales inoculados con dichas cepas desarrollaron signos clínicos y disminuyeron su peso corporal en los días pos infección; además se aislaron virus de los úteros preñados. Con los datos que se obtuvieron no pudieron observarse diferencias que permitieran determinar mayor o menor virulencia de estas cepas. En el pulmón de todos los animales inoculados se observaron evidencias histológicas de infección y los cambios encontrados en los úteros fueron muy heterogéneos. En algunos casos se observó endometritis, en otros, una ligera congestión y edema, mientras que algunos animales no presentaron alteraciones. En los úteros de las ratonas inoculadas con la cepa AR2 se observaron gran cantidad de células

apoptóticas en el tejido conectivo y en los epitelios glandular y luminal, con exfoliación celular en la luz del órgano(Figura 2).

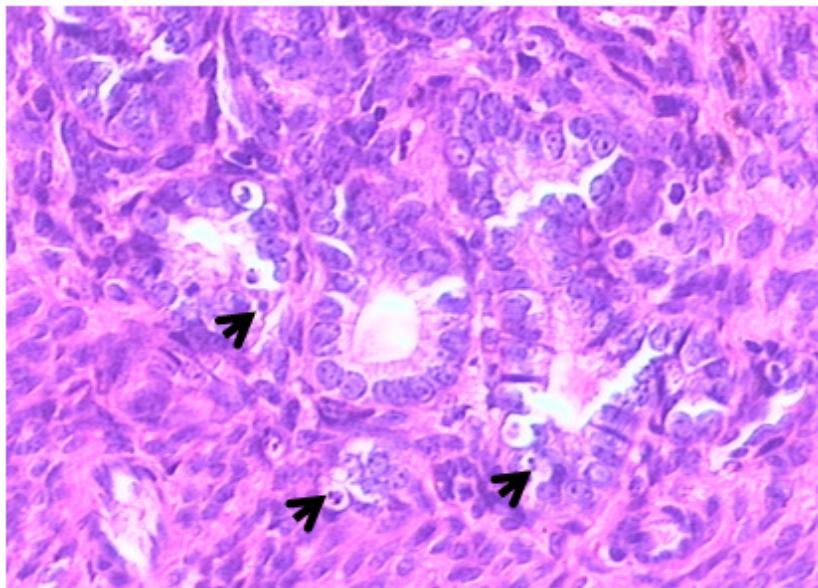


Figura 2. Útero de una hembra BALB/c infectada con la cepa AR2 de EHV-1. Las flechas señalan células apoptóticas en las glándulas uterinas. HE 400X.

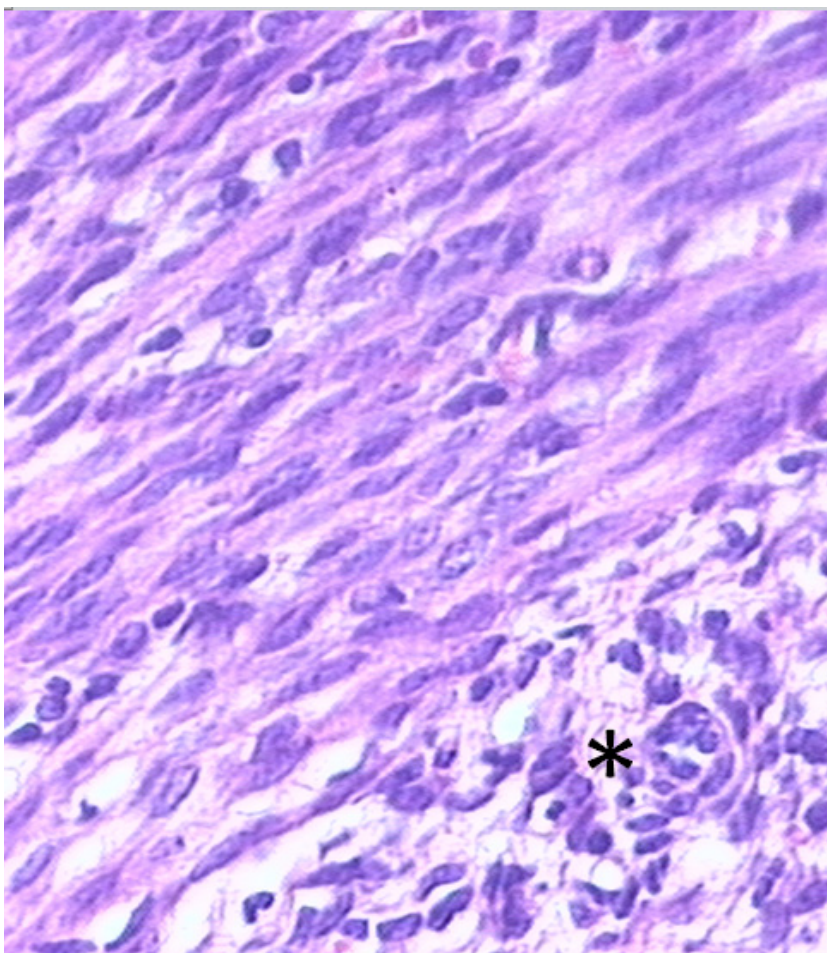


Figura 3. Abundantes células inflamatorias en el endometrio de una hembra BALB/C infectada con la cepa AR2, fundamentalmente alrededor de algunos vasos sanguíneos (asteriscos). HE 400X.

En algunos cortes pudieron observarse focos de necrosis y abundante cantidad de macrófagos y leucocitos polimorfonucleares (Figura 3). La inoculación de la cepa AR3 indujo muerte celular en el útero, sin embargo no se observaron alteraciones ni en la placenta ni en la decidua. Las ratonas inoculadas con la cepa AR8 presentaron zonas de necrosis evidentes y abundante canti-

dad de neutrófilos. La placenta presentó apariencia normal en la mayoría de los casos, sin embargo en algunos de los animales se detectaron áreas congestivas con abundantes células inflamatorias del tipo polimorfonuclear (Figura 4).

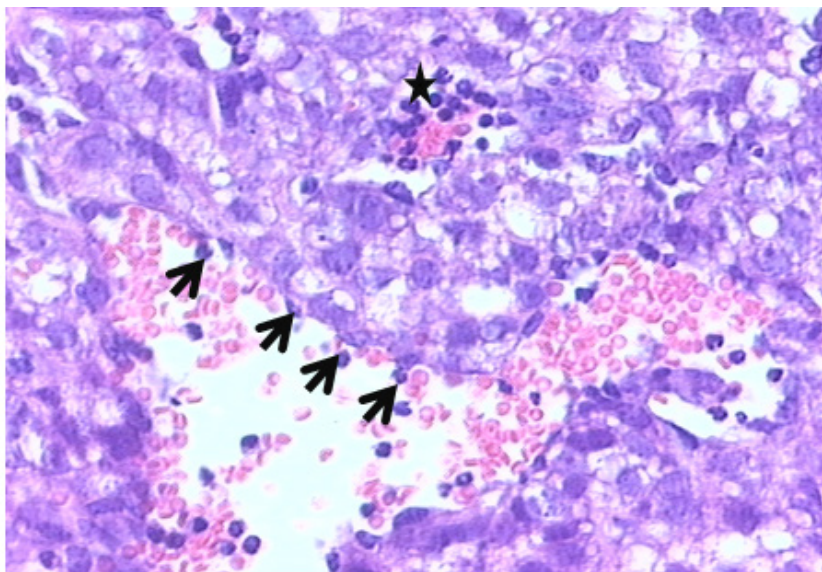


Figura 4. Placenta de una ratona BALB/c infectada con la cepa AR8. Se observa gran cantidad de células inflamatorias especialmente alrededor de vasos (estrella) de un vaso (flechas negras). Las flechas señalan leucocitos en distintas etapas de un proceso de extravasación. HE 400X.

No se encontró correlación entre el grado de las lesiones y la detección de virus por aislamiento viral y PCR en los úteros de las ratonas infectadas. No se encontraron cambios cuantitativos ni en las células uNK ni en los mastocitos de los animales infectados (Figura 5).

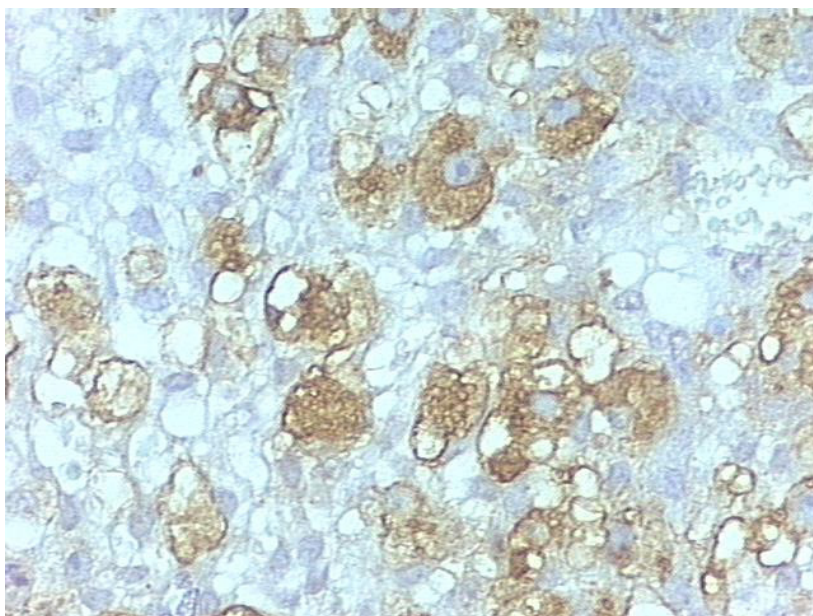


Figura 5. Lectinahistoquímica en útero de una ratona BALB/c infectada con la cepa AR8. Patrón de marcación de la lectina DBA en la decidua. La marcación positiva (pardo-dorada) corresponde a las células NK uterinas (GMG). 400X

En este trabajo se describieron por primera vez en el ratón las lesiones uterinas que son frecuentemente documentadas en el equino.

Por otra parte, se realizó el análisis genómico de distintas cepas y se demostró un alto porcentaje de identidad de la IR. En trece cepas argentinas (AR8, AR7, AR4, AR2, AR3, AR10, AR9, AR18, AR20, AR15, AR19, AR21, AR22) se encontraron inserciones de 18 bp ubicadas en la posición 109168 bp, mientras que en la cepa AR6 se encontró una inserción de 9 bp en la misma posición. Las cepas estudiadas fueron clasificadas utilizando técnicas de similitud global y el análisis de distancias genéticas reveló que 7 cepas se agruparon con las cepas extranjeras. Dentro de este

grupo se ha podido identificar un subgrupo formado por una cepa argentina y una británica (ambas no productoras de signos neurológicos). No se observó relación entre las cepas relacionadas con el año de aislamiento o el origen geográfico. Se aplicaron los métodos de parsimonia y máxima verosimilitud para reconstruir la historia evolutiva de las cepas de EHV-1 y de acuerdo a nuestros resultados las cepas argentinas AR11, AR12, AR13, AR14, AR16 y AR17 junto con las cepas británicas UK1 y UK2, la cepa japonesa JA y la cepa norteamericana US constituyen un grupo monofilético. Esto nos indicó que las mismas poseen un ancestro común más cercano. Dentro de este grupo se pudieron identificar subgrupos: uno formado por las cepas británicas UK1 y UK2, y otro por las cepas AR12 y AR16. Ambos subgrupos serían monofiléticos. La relación con el resto de las cepas no ha podido ser establecida en este estudio (Figura 6).

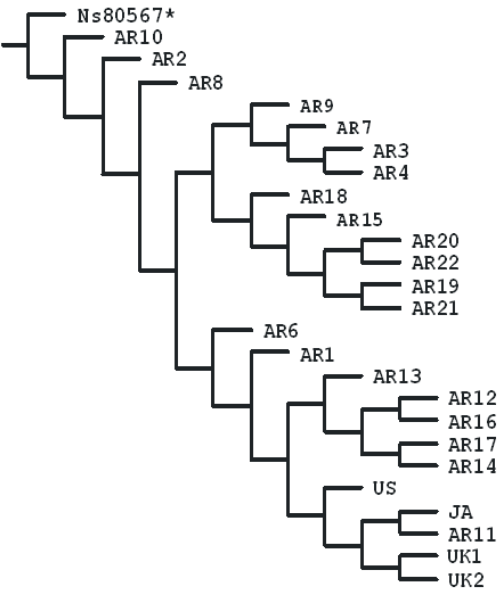


Figura 6. Árbol óptimo obtenido mediante las rutinas de parsimonia del programa TNT (*Tree Analysis using New Technologies*) utilizando pesos iguales.

Según nuestro análisis, las cepas analizadas en este trabajo constituyen un grupo polifilético lo que podría estar relacionado al continuo movimiento de animales desde países donde EHV-1 es común. Sin embargo, considerando que las cepas extranjeras son escasas, estas cepas podrían también ser polifiléticas y pueden haber evolucionado anidadas dentro de las cepas argentinas. El mapeo del carácter signos clínicos indicó que la enfermedad neonatal, la enfermedad respiratoria y enfermedad neurológica causada por EHV-1 no están relacionadas con la evolución histórica del virus. Nuestro análisis sugirió que: a) la condición aborto es ancestral en las cepas de EHV-1, mientras que la condición enfermedad neonatal se desarrolló de manera independiente en distintas cepas mediante evolución convergente; b) las diferencias en la signología observada causada por EHV-1 puede constituir un mecanismo de adaptación del virus a diferentes presiones ambientales de los tejidos. Los factores que pueden actuar como diferentes presiones ambientales del hospedador pueden ser la causa de la diversidad de poblaciones celulares infectadas, las diferentes poblaciones de Ac activos presentes en distintos tejidos y las condiciones físico-químicas. Estos factores, al actuar como diferentes presiones de selección, pueden incrementar la frecuencia de las variantes genéticas más eficientes en las nuevas condiciones ambientales. Este estudio constituye el primer análisis realizado en Sudamérica con cepas de EHV-1 para establecer las relaciones filogenéticas existentes entre las cepas así como para reconstruir la historia evolutiva de los signos clínicos, basado en el método de parsimonia (Martín Ocampos, 2010).

- *Efecto de diferentes anestésicos en el modelo respiratorio murino:* dado que pueden ocurrir posibles interacciones entre

EHV-1 y los anestésicos que se utilizan para realizar los trabajos experimentales, en este estudio se investigó si los primeros eventos de la respuesta inmune en pulmón como consecuencia de la infección por EHV-1 pudo verse afectada por diferentes anestésicos. Se evaluó la anestesia con éter, con una combinación de ketamina y xilacina y con isoflurano; en todos los casos se infectaron grupos de animales con la cepa AR4 ($10^{5.75}$ CCID₅₀/50μl) por vía intranasal. Se describieron los signos clínicos, se evaluaron las lesiones en el pulmón y se determinó la tasa de muerte y proliferación celular utilizando la técnica de inmunohistoquímica (IHQ) para detectar los antígenos indicadores de proliferación celular (PCNA) y de muerte celular por apoptosis (caspasa 3 activa). La cuantificación de estos parámetros se realizó con un análisis de imágenes digital con el programa *Image-Pro Plus* 6.0 (Media Cybernetics, Bethesda, MD, USA) y el análisis estadístico se realizó mediante un ANOVA seguido de múltiples comparaciones con el test de Tukey.

Los signos clínicos fueron más severos en los animales anestesiados con éter, tanto en el grupo control como en el infectado, y se hallaron diferencias cualitativas en el reclutamiento de células inflamatorias que siguió a cada tipo de anestesia. Los pulmones de los animales de ambos grupos anestesiados con ketamina/xilacina mostraron mayor tasa de muerte celular, mientras que aquellos anestesiados con isoflurano presentaron mayor tasa de proliferación celular (Figura 9).

Con este trabajo se enfatizó la importancia de la correcta elección del anestésico a utilizar en los ensayos experimentales, ya el

mismo puede modificar la respuesta a la infección y se pueden obtener resultados que conduzcan a conclusiones erróneas (Eöry *et al.*, 2013).

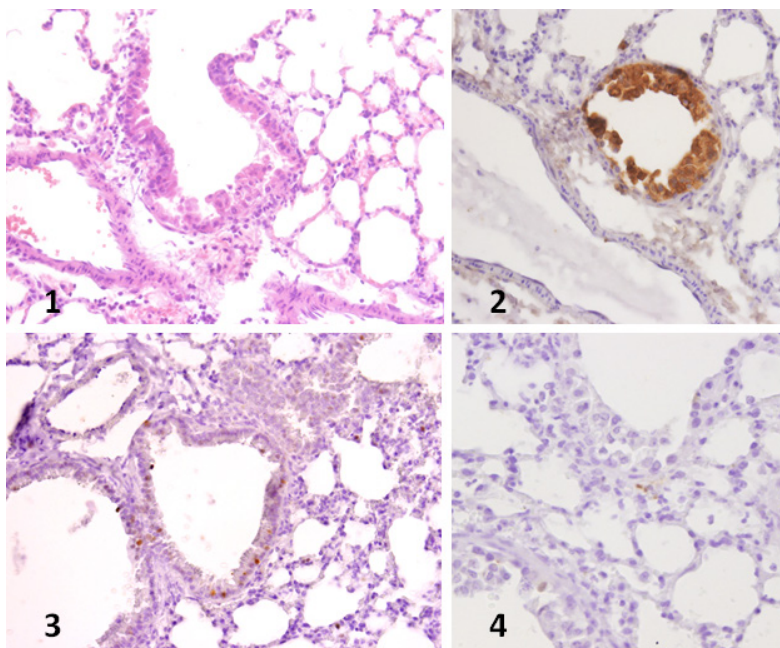


Figura 9. (1) Pulmón de ratón infectado anestesiado con isoflurano en el que se aprecia infiltración linfocítica alrededor de las vías aéreas y de los vasos sanguíneos. 200X HE. (2) Immunomarcación positiva del antígeno viral en células epiteliales bronquiales de un ratón anestesiado con ketamina-xilacina. Cromógeno diaminobencidina. Contraste con hematoxilina 200X. (3-4) Immunomarcación positiva del antígeno nuclear de proliferación celular (3) y de la proteína caspasa 3 activa (4) en células epiteliales bronquiales de un ratón anestesiado con isoflurano. Cromógeno diaminobencidina. Contraste con hematoxilina 200X.

- *Efecto de las cepas AR8 y HH1 en ratones BALB/c:* a pesar de los avances obtenidos mundialmente con el uso del modelo ratón BALB/c para el estudio del EHV-1, la mayoría de ellos se han realizado utilizando diferentes cepas, dosis viral y vías de inoculación, por lo cual se dificulta la extrapolación de los resultados a otras investigaciones. En este trabajo se

describe y se compara el comportamiento de la cepa AR8 y HH1 a diferentes tiempos pos inoculación en ratones. Los animales fueron anestesiados con isoflurano e inoculados con la misma dosis viral para ambas cepas. Se observó la aparición de signos clínicos y se calculó el índice *SAFETY*, expresado como el promedio de ganancia/pérdida de peso de los animales. Se tomó sangre heparinizada cada 12 horas y se realizó aislamiento viral en plasma rico en leucocitos, pulmones, bazo e hígado, detección de ADN por PCR y técnicas histológicas y de IHQ. Los ratones inoculados con la cepa AR8 manifestaron signos clínicos desde el día 1 posinfección (pi) hasta el día 3 pi. Sin embargo, aquellos ratones inoculados con HH1 comenzaron a presentar signos clínicos desde el día 2 pi. El aislamiento viral y la detección por PCR a partir de plasma rico en leucocitos fue posible desde el día 1 pi hasta el día 2 pi para AR8 y HH1, respectivamente. En el pulmón se encontraron virus hasta el día 7 pi, con el título máximo al día 2 y 3 pi, respectivamente para cada cepa. En el hígado el aislamiento viral y la detección por PCR fueron posibles hasta el día 2 pi con ambas cepas, mientras que en el bazo de los animales inoculados con AR8 y HH1 se determinó la presencia del virus hasta el día 2 y 3 pi, respectivamente (Fig. 10). Se observaron focos de infección en los bronquios y bronquiólos terminales de los animales infectados, tanto con AR8 como con HH1. Mediante IHQ se detectó al antígeno viral en dichos focos de infección desde el día 1 pi hasta el día 4 pi, con ambas cepas.

Este estudio nos permitió demostrar que la dosis viral inoculada, el tropismo viral, el tipo de anestésico elegido para realizar la ino-

culación, así como diversos factores específicos del hospedador, son variables que de no ser contempladas contribuyen a la heterogeneidad de los resultados hallados. Asimismo, en este trabajo se enfatizó la relevancia de la estandarización del modelo para cada cepa seleccionada antes de extrapolar datos que podrían conducir a conclusiones erróneas (Zanuzzi et al., 2014).

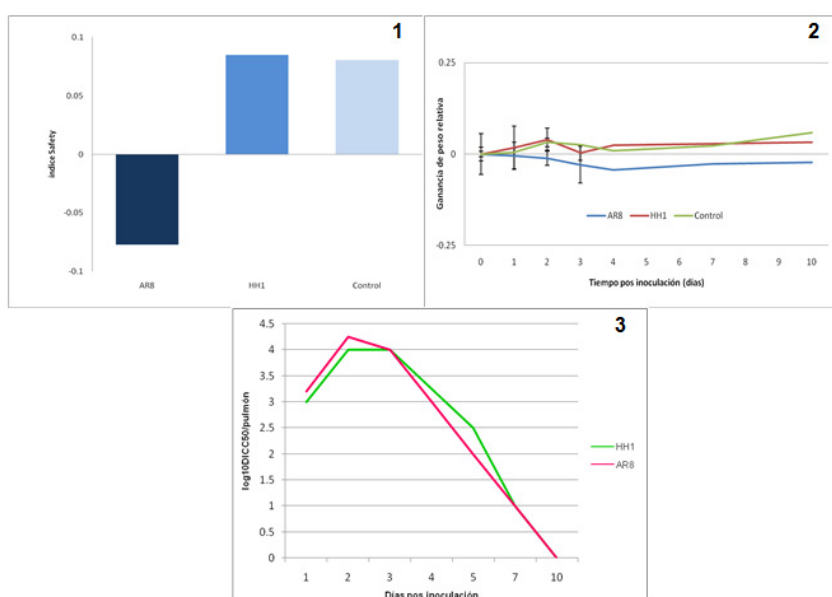


Figura 10. (1) Índice SAFETY (área bajo la curva del peso relativo durante los primeros diez días pi en los animales inoculados con la cepa AR8 y HH1 de EHV-1, y en los animales del grupo control).(2) Ganancia de peso relativa de ratones BALB-c del grupo control e inoculados con las cepas AR8 o HH1. (3) Aislamiento viral a partir de los pulmones de animales inoculados con la cepa AR8 y HH1 de EHV-1.

- *Estudio de la expresión de proteínas antigénicas y evaluación de la respuesta inmune inducida:* como se describió anteriormente, el otro aspecto que aún no está resuelto en relación a la prevención de la infección por EHV-1 es la obtención de un inmunógeno que estimule tanto la respuesta humoral como la

celular y que prevenga tanto la enfermedad respiratoria como el aborto. En este sentido se expresó la glicoproteína (g) D del EHV-1 en un sistemas eucariota (baculovirus) y se evaluó su capacidad inmunogénica en el modelo animal experimental respiratorio y abortigénico.

Se realizó un plan de inmunización, utilizando la gD recombinante pura o combinada con adyuvantes, a través de distintas vías de inmunización. Se evaluaron los Ac inducidos utilizando las técnicas de ELISA y neutralización viral. Posteriormente, se desafiaron los animales con la cepa AR8 y se determinó el grado de protección conferido mediante el monitoreo de la aparición de signos clínicos, la detección del virus en el pulmón y la expresión de antígenos (Ag) virales detectables por la técnica de IHQ en dicho órgano.

En los días posteriores al desafío se observó que los ratones correspondientes al grupo B (vía subcutánea, sin adyuvante) y LL (control sin inmunizar y desafiado) presentaron depresión general, pelo hirsuto, disnea y disminución del peso corporal. En los restantes grupos los signos clínicos fueron variables, excepto en el grupo inoculado por vía intranasal y sin adyuvante ya que no se observaron manifestaciones clínicas. La disminución del peso corporal sucedió desde las 24 hs pos desafío y comenzó a recuperarse el mismo a partir de los días 3-4, excepto en los grupos B (vía subcutánea sin adyuvante), K (proteína sin purificar) y LL en los cuales el incremento se notó recién a los 5 días pos desafío. En el caso del grupo E, inoculado por vía intranasal sin adyuvante, no se observaron signos de enfermedad ni pérdida de peso (Figura 11).

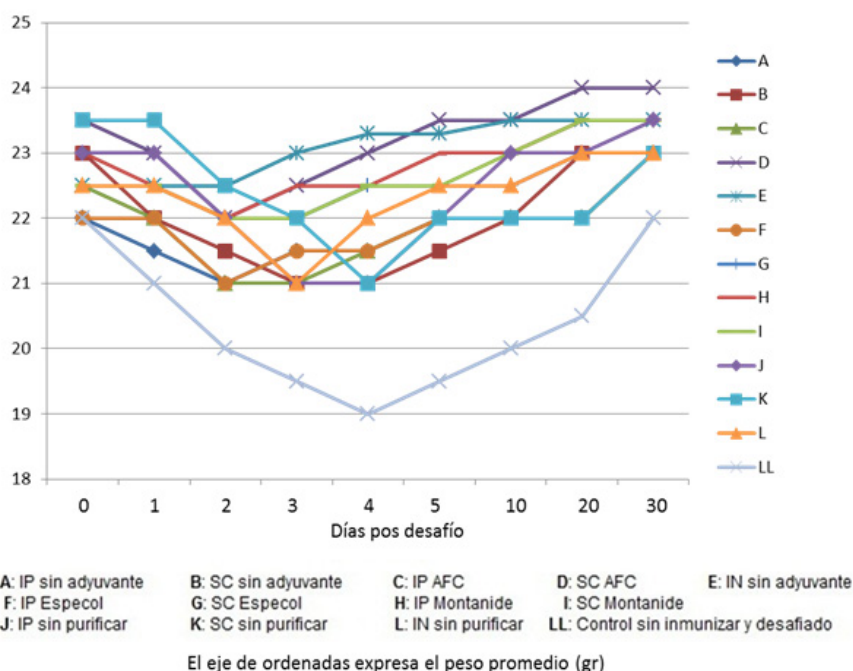


Figura 11. Peso de ratones BALB/c inmunizados con Bac-gD y desafiados con $10^{5.9}$ DICC₅₀ de la cepa AR8 de EHV-1 en 25 μ l de inóculo. Cada punto representa el valor promedio de los pesos obtenidos de los animales correspondientes a cada grupo a los días 0, 1, 2, 3, 4, 5, 10, 20 y 30 pos desafío.

Los resultados hallados con el análisis de los sueros con la técnica de ELISA, tanto con el Ag soluble como con la gD purificada, determinaron que la gD no indujo la formación de Ac en ausencia de adyuvantes. La prueba estadística empleada determinó diferencias significativas entre grupos ($p < 0,05$) y evidenció similitud para los valores hallados al día 10 y al día 30 dentro de cada uno. Los Ac se mantuvieron hasta los 90 días de iniciado el plan de inmunización, momento en que se dio por finalizada la experiencia. Todos los Ac inducidos neutralizaron la actividad viral, obteniéndose valores máximos de 1/16 a los 30 días pos inmunización. Luego del desafío los Ac se mantuvieron detectables hasta el

final de la experiencia en la que se hallaron títulos neutralizantes de 1/8 a los 60 y 90 días. La isotipificación de los Ac luego de la última inmunización reveló una producción de IgG1 mayor que la de IgG2a (Figura 12).

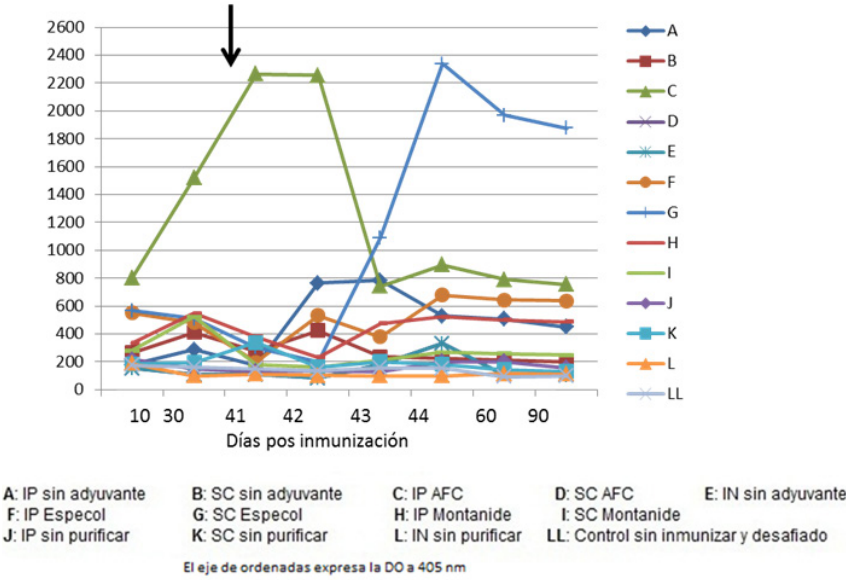


Figura 12. Ac medidos por ELISA (Densidad óptica (DO) a 405 nm) de sueros obtenidos de ratones BALB/c inmunizados con Bac-gD y desafiados con $10^{5.9}$ DICC₅₀ en 25 μ l de inóculo de la cepa AR8. Los primeros dos valores corresponden a la DO medida para el *pool* de sueros de cada grupo con n=10 (días 10, 30) y n=2 (día 60), y los restantes corresponden al promedio de la DO para n=2 de cada grupo (días 41, 42, 43, 44 y 90). La flecha indica el momento del desafío.

El aislamiento viral fue positivo en las muestras de pulmón correspondientes al grupo control (grupo LL) tomadas a los días 1, 2, 3 y 4 pos desafío. En el resto de los grupos de ratones, los títulos virales variaron de acuerdo a la vía de inmunización utilizada y a la presencia o no de adyuvantes. En el grupo E (vía intranasal, sin adyuvante) no se recuperó virus de pulmón, ya que luego de los pasajes ciegos no se observó la aparición de efecto citopático

ni se detectó virus por PCR. A partir de estas observaciones, se concluyó que sólo la inmunización por vía intranasal impidió la llegada del virus a los pulmones (Figura 13).

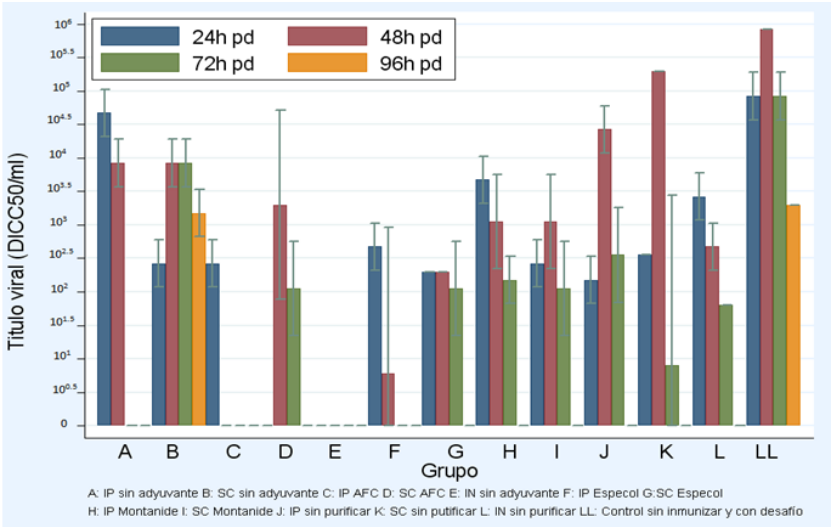


Figura 13. Título viral (DICC₅₀/ml) promedio en pulmón obtenido a partir del homogenato de dos pulmones por grupo a las 24, 48, 72 y 96 horas (h) pos desafío (pd).

En el estudio histopatológico no se observaron focos de infección o inflamación en los pulmones del grupo inoculado por vía intranasal y sin adyuvante, sólo se encontraron algunas células en apoptosis y escasos restos celulares en la luz de las vías respiratorias. En los restantes grupos se observó infiltrado inflamatorio leve alrededor de las vías respiratorias y vasos sanguíneos; mientras que en los epitelios de estos animales se detectaron sincitios, zonas de erosión y cuerpos de inclusión intranucleares eosinofílicos. Las células inflamatorias fueron principalmente mononucleares, aunque se encontraron también escasos neutrófilos. En el grupo control (LL) se observaron los mismos cambios, con mayor presencia de cuerpos de inclusión intranucleares y necrosis bronquiolar más severa (Figura 14).

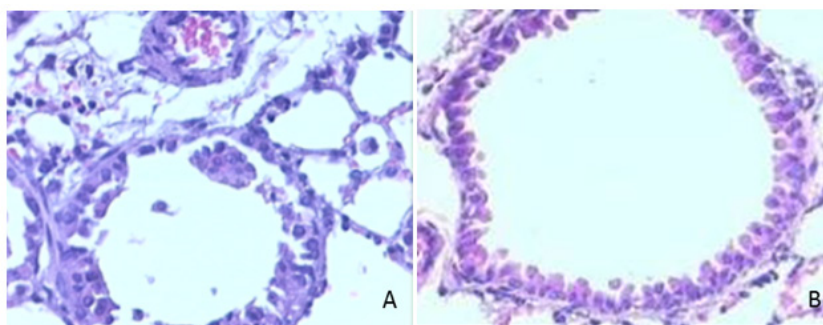


Figura 14. Estudio histopatológico. A: Histología de pulmón de animales controles (sin inmunizar) y desafiados. Se observa desprendimiento del epitelio e intensa reacción inflamatoria. B: Pulmón de animales inmunizados por vía IN (grupo E) y desafiados. Nótese la ausencia de las lesiones propias del proceso infeccioso. HE. 40X.

En los pulmones de los ratones del grupo inmunizado por vía intranasal, sin adyuvante no se detectaron antígenos virales mediante IHQ. Sin embargo, en los pulmones de los restantes grupos se observó inmunomarcación positiva en los epitelios bronquiales y bronquiolares, en algunas células de las paredes alveolares, así como en restos celulares localizados en la luz de las vías respiratorias desde las 24 horas pos desafío. En algunos pulmones se observaron células sin inmunomarcación pero con indicios morfológicos de infección. Muchas de las células marcadas en los epitelios formaban sincitios (Figura 15).

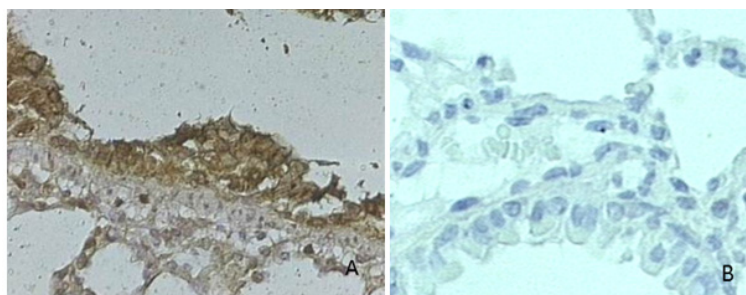


Figura 15. Inmunomarcación de antígenos virales. A: Se observa marcación positiva y descamación del epitelio bronquial de los animales controles (sin inmunizar) y desafiados (grupo LL). B: Inmunohistoquímica negativa en pulmones de animales inmunizados por vía IN (grupo E) y desafiados.

Se concluyó que, en las estrategias de inmunización con la gD expresada en baculovirus, las rutas sistémicas fueron exitosas para conducir a la producción de Ac, pero sólo la inoculación intranasal fue capaz de impedir la entrada directa del virus, probablemente como resultado de la producción de IgA secretoria. La inoculación sistémica indujo la producción de IgG que, por trasudación al tejido pulmonar, lo liberó del virus. El estudio demostró que gD de EHV-1 expresada en baculovirus generó una buena respuesta de Ac en el modelo experimental, protegiéndolo, además, frente al desafío con una cepa autóctona de EHV-1 (Fuentealba, 2012).

Posteriormente se estudió el efecto de la inmunización intranasal con la gD en ratonas preñadas y descargadas con tres cepas argentinas de EHV-1 (AR8, AR11 y AR52) en la etapa temprana del periodo medio de gestación. Se evaluaron los signos clínicos, se realizó el aislamiento viral, la detección de ADN viral por PCR, y se analizaron las lesiones en pulmón y útero, y se localizaron antígenos virales en pulmón, placentas y úteros. No se detectó presencia de efecto citopático ni lesiones en las ratonas inmunizadas ni en sus crías. Las ratonas no inmunizadas presentaron signos clínicos de infección, aislamiento viral positivo a partir de los pulmones y útero y, en los animales inoculados con la cepa AR8, se produjeron abortos. Nuestros resultados demuestran la capacidad de la gD para inducir protección contra tres cepas de EHV-1 y nos permiten sugerir que la respuesta immune secretoria (IgA) a nivel del tracto respiratorio superior podría ser responsable de los hallazgos descriptos. Debido a que las ratonas inmunizadas y desafiadas con las tres cepas presentaron pocas lesiones en sus placentas y útero, sugerimos que la respuesta en el tracto

respiratorio superior redujo el acceso del virus y la viremia. Sin embargo, se debe considerar que el efecto del *conceptus* es altamente variable y también depende de la cepa. Una discusión que permanece abierta es si el aborto es producido primariamente por factores maternos o por la infección viral. Toda esta información podría conducir a nuevas estrategias de inmunización en el hospedador natural.

Tritrichomonosis bovina: un modelo experimental en ratón BALB/c

Introducción

La Tritrichomonosis bovina (TB) es una enfermedad de transmisión sexual, producida por *Tritrichomonas foetus* (*T. foetus*), un protozoo flagelado no invasor que coloniza la mucosa del tracto reproductor. La enfermedad se manifiesta en las hembras con repetición de celo e infertilidad temporaria por muerte embrionaria o fetal, asociada con vaginitis, cervicitis, endometritis, salpingitis, placentitis y en forma esporádica, piómetra (Parsonson *et al.*, 1976; Skirrow & Bon Durand, 1988; Anderson *et al.*, 1996).

El impacto económico que tiene la enfermedad sobre la producción pecuaria depende de la zona geográfica y de las características de explotación. Ocasiona grandes pérdidas por la disminución de terneros nacidos por año y por el costo de reposición de los animales infectados para los cuales no hay tratamiento efectivo debido a la resistencia del protozoo hacia los agentes terapéuticos (Mardones *et al.*, 2008).

La principal herramienta de control es el diagnóstico adecuado de la enfermedad en los toros, previo al servicio, como así

también de las hembras que abortan o repiten celo, a los fines de evitar la permanencia de los animales infectados en el rodeo (Mardones *et al.*, 2008).

La inmunopatogenia de la TB, es un proceso complejo, en el que interactúan factores inherentes al hospedador y al agente. Para una mayor comprensión de esta enfermedad es necesario conocer con profundidad las características generales del protozoo y su mecanismo de acción patógena.

Características generales de *Tritrichomonas foetus*

La morfología más frecuente de *T.foetus* es la de un flagelado, piriforme de 10-25 μm de largo y 3-15 μm de ancho. Cuando las condiciones son desfavorables en el huésped o en cultivo toma la forma redondeada o de pseudoquiste (Granger *et al.*, 2000; Pereira-Neves *et al.*, 2011). Actualmente este protozoo se ubica en el Dominio Eukarya, Reino Excavata (Cavalier-Smith, 2002, enmendado por Simpson, 2003), *Phylum* Parabasalia, Orden Trichomonadida, Familia Trichomonadidae Subfamilia Tritrichomonadinae (Kleinaa *et al.*, 2004; Adl *et al.*, 2005).

En cuanto a las características estructurales presenta una membrana citoplasmática que interviene en el mecanismo de adherencia a las células del hospedador. El núcleo es oval y excéntrico (Figura 16). El complejo de Golgi se encuentra en la parte anterior del núcleo. El citostoma es difícil de apreciar aunque, como en otros protozoos, interviene en la incorporación de alimentos y además participa en la fijación al tejido específico (Monteavaro *et al.*, 2007). Los flagelos se originan en el blefaroplasto o cuerpo parabasal, son tres anteriores, y uno posterior o recurrente, este último se extiende a lo largo de la membrana ondulante, para

abandonar el soma en una porción libre (Skirrow & Bon Durand, 1988; Honinberg *et al.*, 1984). Presenta un citoesqueleto formado por el axostilo constituido por microtúbulos orientados longitudinalmente que van de un polo a otro, y una pelta. El axostilo emerge del cuerpo del protozoo a través de un anillo cromático. *T. foetus* carece de mitocondrias, pero posee hidrogenosomas que son organelas rodeadas por una doble membrana que contienen enzimas que participan en el metabolismo del piruvato, capaces de producir ATP e hidrógeno molecular en condiciones anaeróbicas (Benchimol *et al.* 1996; Benchimol & Engelke, 2003). Además, posee gránulos de glucógeno, sintetizados a partir del metabolismo de la glucosa, sacarosa, maltosa y otros glúcidos. La membrana ondulante se extiende a lo largo del protozoo, sobre el recorrido de la costa. Esta última es una estructura fibrilar, que se origina en la región anterior, próxima al blefaroplasto y se proyecta hacia la zona posterior (Honigberg *et al.*, 1984; Benchimol *et al.*, 1993).

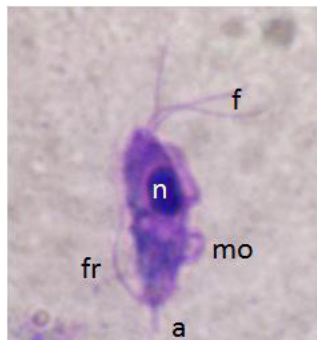


Figura 16. *T. foetus*. Giemsa, 1000X. Referencias: a: axostilo, f: flagelo, fr: flagelo recurrente, n: núcleo

T. foetus se nutre por endocitosis. El metabolismo es anaerobio aerotolerante: produce superóxido dismutasa (SOD) que

degrada al radical superóxido en peróxido de hidrógeno y oxígeno (Granger *et al.*, 1997). La reproducción se realiza por mitosis longitudinal (Figura 17) con la duplicación de todas las estructuras en pre-mitosis, las cuales se dirigen en sentido opuesto y finalmente se separan las dos células hijas (Benchimol & Engelke, 2003).



Figura 17. *T. foetus* realizando una mitosis longitudinal. Giemsa, 1000X.

Mecanismo de acción patógena

Los principales mecanismos de acción patógena de *T. foetus* son: adherencia, colonización y producción de enzimas extracelulares con efecto citotóxico que provocan el daño tisular.

Adherencia y colonización

El fenómeno de adherencia es complejo y específico. En él son fundamentales las adhesinas que promueven el contacto parásito-célula por disminuir la electronegatividad del protozoo y permitir la proximidad entre ambas células (Feillesen, 1999). La adhesina más abundante es un lipoglucopeptido denominado lipofosfoglican), que es un componente estructural de la membrana citoplasmática, específico de especie y con características antigénicas (Singh *et al.*, 1999).

T. foetus presenta, además, en su membrana citoplasmática hemaglutininas, lectinas glicoproteicas. Su función es facilitar

la adherencia a receptores específicos, como ácido siálico unido a otros azúcares. Mediante la técnica de lectinahistoquímica se identificaron en las membranas citoplasmáticas alguno de los siguientes compuestos: ácido N-acetil glucosamina, ácido N-acetil galactosamina, D-galactosa, D-manosa; estos compuestos indicarían los sitios de afinidad del protozoo para adherirse y colonizar (Bonilha *et al.*, 1995; Babal & Russell, 1999). En un trabajo de caracterización de cepas aisladas de establecimientos de la Provincia de Buenos Aires se ha encontrado un predominio de D-glucosa, D-manosa, N-acetilglucosamina y ácido siálico, (Doumeci *et al.*, datos no publicados).

En ensayos *in vitro* de citoadherencia y efecto citopático de *T. foetus* en cultivo de células epiteliales vaginales bovinas, Singh y colaboradores (1999) observaron que luego de 3 horas del contacto protozoo-célula comienza la adhesión, mientras que el efecto citopático se detectó luego de 9 horas de incubación.

Producción de enzimas extracelulares

Durante el cultivo *in vitro* de *T. foetus* y en el mucus cérvico-vaginal de vaquillonas infectadas experimentalmente, se han detectado altas concentraciones de proteinasas extracelulares, las que en su mayoría son utilizadas por el protozoo para la obtención de nutrientes. Además, estas enzimas están relacionadas con la virulencia, principalmente las cisteín-proteinasa que degradan gran variedad de proteínas que intervienen en la defensa del hospedador, tales como IgM, IgA, IgG, fibronectinas, fibrinógeno, lactoferrina, albúmina, transferrina (Talbot *et al.*, 1991) y glicoproteínas de la matriz extracelular. Esta acción también podría afectar al tejido placentario (Burgess *et al.*, 1990).

La hidrólisis sobre la fibronectina y fibrinógeno también altera el mecanismo de eliminación del protozoo, al impedir la acción de los neutrófilos y macrófagos. Otra de las enzimas extracelulares de importancia para el mecanismo de acción de *T. foetus* es la glicosidasa que degrada la mucina, principal componente del mucus que actúa como un protector de las mucosas. (Talbot *et al.*, 1991; Thomford *et al.*, 1996).

La patogenicidad de *T. foetus* es variable, pudiéndose caracterizar las diferentes cepas a través de: la producción de abscesos subcutáneos en ratones, la producción de hemolisinas (Burgess *et al.*, 1990); la adherencia a células epiteliales vaginales bovinas (BVECs) (Corbeil *et al.*, 1989); el efecto citotóxico en líneas celulares (CHO, Hela, BVECs etc.) (Singh *et al.*, 1999) y la persistencia de la infección vaginal en ratonas estrogenizadas (Hook *et al.*, 1995; Soto *et al.*, 2005), entre otras técnicas.

Patogenia en los machos

En los toros, *T. foetus* tiene una localización superficial en el área posterior del glande y el prepucio adyacente, y en las criptas prepuciales, sin invasión del epitelio. La espermatogénesis y la libido no se alteran. A las dos semanas posteriores a la infección, aparece una leve inflamación subepitelial del prepucio con una escasa infiltración de neutrófilos, macrófagos y linfocitos. En la dermis del prepucio y pene se encuentran células plasmáticas productoras de inmunoglobulinas, las cuales por difusión alcanzan la cavidad prepucial. En la lámina propia de la dermis, cuando la infección es persistente, se observan células mononucleares, linfocitos, mastocitos, neutrófilos, eosinófilos y folículos linfoides intraepiteliales (Flower *et al.*, 1982). Las vesículas seminales y

glándulas accesorias (bulbouretral y próstata), colaboran en la producción de inmunoglobulinas que se eliminan con el fluido seminal (Parsonson *et al.*, 1974; Campero *et al.*, 1989a).

Si bien existe una respuesta específica, la persistencia de la infección en los toros podría deberse a la acción superficial del protozoo con ausencia de invasión al epitelio escamoso estratificado. Por lo tanto, la estimulación antigénica no es suficiente y no alcanza niveles adecuados para una respuesta inmune efectiva. De este modo los toros se comportan como reservorio y portadores de *T. foetus* (Bon Durant, 1997).

Patogenia en las hembras

Las hembras bovinas son muy susceptibles a la infección que se produce en el momento del estro (Bon Durant, 1997). En este período los niveles de estrógenos son elevados, y se incrementa la liberación de glicocomplejos sobre la mucosa del tracto reproductor y la presencia de mayor número de células cornificadas. Este proceso favorece la adhesión de *T. foetus* al epitelio vaginal (Corbeil *et al.*, 1989).

En el inicio de la infección se observa proliferación de *T. foetus* en la vagina, que genera un aumento de secreción vaginal que es fluida y clara. Hacia los 20-30 días, disminuye el número de protozoos que en este momento se localizan en el lumen de las glándulas endometriales o entre los placentomas materno-fetales en caso de existir preñez. En algunos casos se presenta una leve vaginitis pero la fertilización y el desarrollo temprano del embrión no están afectados (Parsonson *et al.*, 1976, Bielanski *et al.*, 2004). La interrupción de la gestación se produce más frecuentemente entre el reconocimiento materno (día 14 a 18) y el 5º mes de gestación (Bon Durant *et al.*, 1985; Bon Durant, 1997).

La mayoría de las hembras eliminan al protozoo espontáneamente mediante la respuesta del sistema inmune a los 2 a 4 meses de infección, con un proceso gradual de recuperación de la fertilidad uterina (Skirrow & Bon Durant, 1988). Ocasionalmente se encuentran vacas preñadas infectadas que tienen un parto normal, pero continúan eliminando *T. foetus* durante 6 a 9 semanas postparto (Anderson *et al.*, 1996). La duración de este período de presencia de protozoos es suficiente para la infección de los toros en servicio.

Los primeros cambios histológicos uterinos en la hembra bovina se manifiestan, entre los días 63 a 74 pi, como una endometritis. Si el cuerpo lúteo persiste, se desarrolla piómetra. Posteriormente se produce una fibrosis periglandular con hiperplasia del epitelio glandular y atrofia glandular. Las lesiones más graves aparecen a los 90 días, acompañadas de muerte fetal. En la vagina y el cérvix los cambios son mínimos. En infecciones persistentes aparecen linfonodos en la submucosa (Parsonson *et al.*, 1976; Anderson *et al.*, 1996).

El desarrollo del placentoma en los bovinos es un proceso continuo a partir de los 28 a 45 días e implica un rápido crecimiento y expansión del área de contacto entre los tejidos fetales y maternos. Este contacto se encuentra alterado por la acción citotóxica del protozoo a través de las enzimas extracelulares y explicaría por qué muchas preñeces se pierden después de este período; en estos casos, se produce la implantación, se forma el placentoma en ausencia de una severa respuesta inflamatoria, pero si la infección persiste, el daño tisular es incompatible con la preñez y se produce la pérdida del *conceptus* (Bon Durant, 1997).

Métodos de detección de *T. foetus* en tejidos

Para el estudio de la patogenia de las enfermedades es importante poner de manifiesto el agente patógeno colonizando los órganos afectados. Existen diferentes técnicas para este fin, entre las que se pueden mencionar: coloraciones (Giemsa, Gomori), y técnicas inmunohistoquímicas (IHQ). La IHQ permite detectar antígenos de microorganismos o de células en un extendido celular o en un corte de tejido (incluido en parafina o congelado).

Burgess & Knoblock (1989) utilizaron un anticuerpo monoclonal anti-*Tritrichomonas* en pruebas de inmunofluorescencia. Campero *et al.* (1989b) realizaron ensayos en los que se empleó la técnica peroxidasa-antiperoxidasa para visualizar el protozoo en cortes de tejido fijados en formol e incluidos en parafina. Rhyan *et al.* (1995) utilizaron la técnica de IHQ para determinar la presencia y el poder invasivo de *T. foetus* en placenta y tejidos fetales bovinos (Figura 18). Estos autores demostraron las ventajas de la IHQ con respecto a las coloraciones de hematoxilina-eosina (HE) para las observaciones histopatológicas, ya que además de identificar al agente en el tejido, permite diferenciar al protozoo del material necrótico.



Figura 18. Inmunohistoquímica anti-*T. foetus* . AEC, 400X.

Antecedentes de modelos experimentales de tritrichomonosis bovina

Teniendo en cuenta los antecedentes de otros investigadores, desarrollamos un modelo murino para los estudios de patogenia, con sincronización del estro para favorecer la infección inicial, pero con una dosis que no presentara efectos colaterales (Monteavaro *et al.*, 2000). Se estipuló que la dosis adecuada para la sincronización es de 5 µg de 3-benzoato de beta estradiol por vía intramuscular. Esta dosis cumple con los objetivos planteados, a las 48 horas el 74% de los animales se encuentra en estro y el 19% en proestro. Los animales retoman a un ciclo normal entre los 5 a 7 días posteriores al tratamiento y la capacidad reproductiva se mantiene entre los índices normales para esta cepa (Monteavaro, 2004).

Con respecto a la aparición de los cambios histopatológicos significativos en útero, en los bovinos se reconocen entre los 50 a 60 días pi, mientras que en nuestro modelo experimental hemos observado a los mismos alrededor de los 25 a 30 días pi.

En la vagina, la respuesta del hospedador es más tardía, hasta los 30 días de infección no hay lesiones, posiblemente por el recambio periódico de células a través de procesos naturales de proliferación, diferenciación y descamación del epitelio estratificado cornificado. Es importante destacar la presencia de eosinófilos en el tejido conectivo de la vagina y el cérvix. La llegada y la degranulación de estos leucocitos colaboran con el daño tisular debido a la acción del contenido de sus gránulos (Monteavaro *et al.*, 2008). Además, los eosinófilos pueden fagocitar a los protozoos en el lumen del útero (Monteavaro *et al.*, 2007).

Posteriormente, realizamos un ensayo en ratonas gestantes que constituyó el primer trabajo en el que se utilizó el modelo en

ratones con hembras preñadas (Barbeito *et al.*, 2008). Pudimos observar los parámetros indicativos de gestación en los animales tanto infectados como controles, pero posteriormente en los animales infectados se interrumpió frecuentemente la gestación. Los porcentajes de preñez del lote control fueron del 88%, superiores a los valores normales citados en la bibliografía para las cepas endocriadas BALB/c x BALB/c, que se encuentran en un 80%. En las hembras infectadas, las lesiones fueron similares a las encontradas en los animales no preñados y la interrupción de la preñez ocurrió principalmente en la etapa temprana, cuando comienza la estrecha interacción útero-embrión (Barbeito *et al.*, 2008).

Experimentos realizados durante la ejecución de este proyecto

En el proyecto se incluye la tesis doctoral de Mariana Woudwyk durante la cual se realizó la inoculación intravaginal con *T. foetus* de ratonas BALB/c que fueron apareadas con machos sanos. Se utilizaron técnicas histológicas para estudiar los cambios endometriales en las ratonas infectadas y para analizar el número y distribución de las células *natural killery* de los mastocitos. Mediante lectinahistoquímica e inmunohistoquímica se analizaron los carbohidratos y la muerte y proliferación del epitelio uterino, respectivamente. Utilizando *real time* RT-PCR se estudió la expresión de citoquinas, hemooxigenasa 1 (HO-1) e indolamina deoxigenasa (IDO), y a las células T reguladoras (Treg) y T helper17 (Th17), en el útero.

Las hembras BALB/c preñadas, infectadas con *T. foetus* y sacrificadas tanto en la fase temprana, 5 a 8 días poscoito (dpc), como en la fase media, 9 a 11 dpc, de su gestación, sufrieron una alta incidencia de pérdida embrionaria. Las reabsorciones o sitios

de muerte embrionaria fueron identificadas macroscópicamente por su pequeño tamaño y su aspecto hemorrágico o necrótico, en comparación con las implantaciones normales de las hembras del grupo control.

El 72% de las hembras del grupo control (26 animales) estaban preñadas en el momento del sacrificio y las vesículas embrionarias eran normales. En el 28% restante (10 animales) no se observaron vesículas embrionarias a pesar de haber presentado tapón mucoso luego del apareamiento. En el grupo infectado, solo el 27,5% de las hembras estuvieron preñadas al momento del sacrificio (n=11). Sin embargo, algunas de ellas presentaron cambios patológicos en la placenta y decidua. El 72,5% de las hembras infectadas sufrió la pérdida del *conceptus* (n=29). Las diferencias en el porcentaje de hembras preñadas entre ambos grupos, control e infectado, fueron muy significativas ($p < 0,001$) (Fig. 19). Esto indica que la pérdida embrionaria en el grupo infectado estuvo relacionada con la presencia de *T. foetus*.

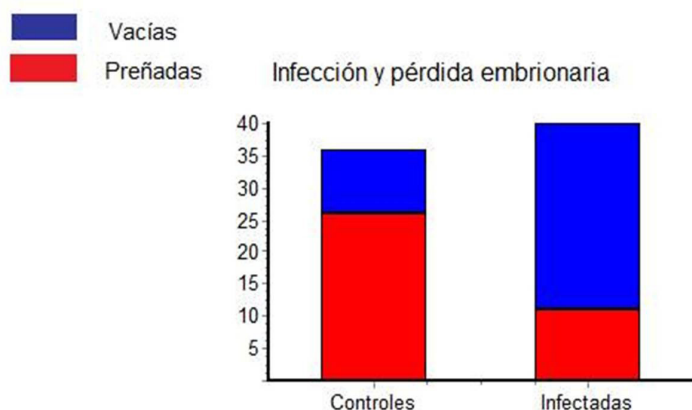


Figura 19. Porcentaje de hembras preñadas en los grupos control e infectado. Los datos se analizaron estadísticamente mediante el test de Chi cuadrado. $P < 0,001$.

La mayoría de los animales del grupo infectado en los que persistió la infección con el protozoo hasta el momento del sacrificio, presentaron muerte embrionaria. Sin embargo, algunas hembras con infección persistente estaban preñadas en el momento del sacrificio, pero si bien presentaban algunas vesículas embrionarias de aspecto normal, la mayoría era de muy pequeño tamaño y aspecto hemorrágico o edematoso. Además, el número de vesículas fue menor que el número esperado para la especie. Trece hembras del grupo infectado fueron negativas cuando se tomaron muestras de la luz de los cuernos uterinos para corroborar la persistencia de la infección. Dentro de estas hembras que se negativizaron para el protozoo, seis presentaron una gestación normal al momento de la necropsia y siete estaban vacías. En tres de las hembras vacías negativas los cuernos uterinos eran rosados, de aspecto normal, pero en las cuatro restantes presentaban signos de congestión o edema.

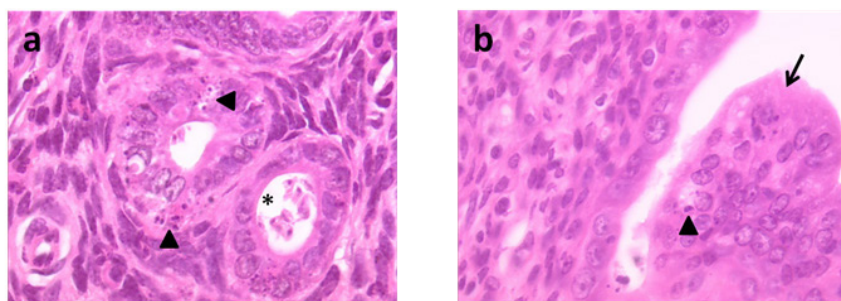


Figura 20. Cortes transversales de cuernos uterinos de ratonas infectadas con *T. foetus*, vacías. a) Día 9 post coito. *T. foetus* en la luz glandular (asterisco). Células apoptóticas en el epitelio glandular (puntas de flecha). HE. 400X. b) Día 8 post coito. Apoptosis (punta de flecha) y metaplasia (flecha) en el epitelio uterino. HE. 400X.

En los cortes histológicos provenientes de los cuernos uterinos de las ratonas infectadas que sufrieron muerte embrionaria se observaron cambios en el epitelio (apoptosis, vacuolización, me-

taplasia) y en las glándulas endometriales (dilatación, exudado, solución de continuidad en el epitelio glandular) y un importante infiltrado inflamatorio en la lámina propia (neutrófilos, eosinófilos, macrófagos, linfocitos y células plasmáticas) (Figura 20).

Algunas hembras infectadas se negativizaron y no sufrieron pérdidas del *conceptus*. Con la coloración azul de Toluidina se evidenciaron los mastocitos distribuidos en el triángulo mesometrial y en el mesometrio. En los animales sacrificados entre los 5-7 días dpc no se registraron diferencias significativas en el promedio de mastocitos por campo entre los grupos control e infectado. Sin embargo, en las ratonas sacrificadas entre los 8-11 dpc, el número de mastocitos disminuyó significativamente en las hembras infectadas con respecto a las hembras vacías controles ($p < 0,05$). Esta disminución se observó tanto en las ratonas infectadas que perdieron su gestación a causa de la infección como en las infectadas que presentaron vesículas embrionarias en el momento del sacrificio. En las hembras preñadas, los promedios fueron semejantes entre los grupos control e infectado.

El aumento en el número de mastocitos en los sitios de implantación se encuentra asociado, en algunos casos, a pérdidas embrionarias. Zenclussen *et al.* (2003b) observaron una elevada cantidad de mastocitos en los sitios de reabsorción embrionaria en un modelo murino de aborto espontáneo con respecto a los sitios de implantación de las hembras controles. Sin embargo, en las hembras infectadas con *T. foetus* sacrificadas entre los 8 a 11 dpc, dichas células disminuyeron. El hecho de haber constatado un menor número de mastocitos en las ratonas infectadas podría deberse a la falta de coloración de los gránulos metacromáticos como consecuencia de su degranulación. Corbeil *et al.* (2005) de-

mostraron en hembras bovinas infectadas con *T. foetus* que la respuesta inmune mediada por IgE estuvo asociada a la degradación de los mastocitos y a la liberación de la infección. Por lo tanto, la disminución en el número de mastocitos observada en este trabajo, pudo deberse a la intervención de estas células en la respuesta inmune hacia *T. foetus*.

Mediante lectinahistoquímica, se detectaron cambios en el patrón de carbohidratos del epitelio luminal y glandular del útero. Las lectinas PNA y SBA con afinidad por la N-acetilgalactosamina y la β -D-galactosa, evidenciaron los cambios más importantes en todas las edades gestacionales estudiadas cuando se compararon con los tejidos de las ratonas controles (Fig. 21). La afinidad por la lectina ConA fue mayor a los 6 dpc en el epitelio luminal del útero en el grupo infectado. En el caso de WGA, RCA-1, UEA-1 y DBA, los resultados fueron más heterogéneos.

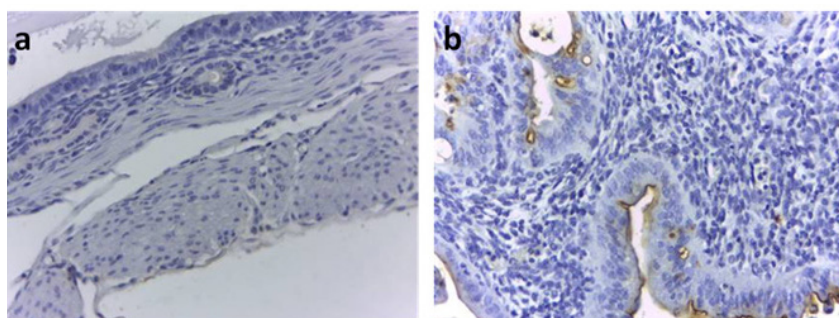


Figura 21. Lectinahistoquímica en el útero de ratonas BALB/c. La marcación con la lectina biotinilada SBA fue más intensa en los epitelios luminal y glandular de las ratonas infectadas con respecto a las controles. a) Día 10 post coito. Grupo control. b) Día 10 post coito. Grupo infectado con *T. foetus*. 400X.

Se sabe que *T. foetus* produce diversas enzimas que modifican carbohidratos, las cuales podrían ser las responsables de los cambios observados en el patrón de unión a lectinas en el tracto

genital de vaquillonas infectadas (Cobo *et al.*, 2004), en ratonas no preñadas infectadas (Monteavaro *et al.*, 2008) y en ratonas preñadas infectadas con *T. foetus* (Cobo *et al.*, 2011; Woudwyk *et al.*, 2013). Los cambios más evidentes están relacionados con aquellas lectinas que presentan afinidad por la β -D-galactosa y N-acetilgalactosamina. En las ratonas preñadas infectadas con *T. foetus*, existe una mayor exposición de los residuos galactosilados en los epitelios glandular y luminal del endometrio y en consecuencia, una mayor afinidad por las lectinas SBA y PNA. La modificación de los carbohidratos superficiales en los órganos de los animales infectados podría estar causada por la acción de las diversas enzimas producidas y secretadas por *T. foetus*, para facilitar su adhesión al epitelio de los órganos genitales y, secundariamente, generar alteraciones en la implantación y en la placentación llevando a la pérdida embrionaria temprana.

La lectina DBA es un marcador útil para las células uNK. Esta lectina nos permitió detectar e identificar a las células uNK en la decidua *basalis* y el triángulo mesometrial en las ratonas preñadas. Estas células también fueron marcadas con la lectina SBA. En las ratonas infectadas que perdieron el *conceptus*. Las células uNK eran pequeñas, con escasos gránulos citoplasmáticos y presentaban cambios degenerativos (Woudwyk *et al.*, 2013).

Con inmunohistoquímica se investigó la expresión de caspasa-3 activa y del antígeno nuclear de proliferación celular (PCNA) en las células del epitelio uterino para evaluar, respectivamente, la muerte celular por apoptosis y la proliferación celular en el útero de ratonas preñadas infectadas con *T. foetus*. Se realizó el recuento de células marcadas en el epitelio luminal del útero y en las glándulas endometriales. Para el análisis estadístico de

los datos obtenidos a partir del recuento celular se trabajó con dos subgrupos. El primero incluyó a las hembras sacrificadas entre los 5 y 7 dpc, fechas en las que ocurre la reacción decidual una vez producida la implantación del blastocisto. El segundo subgrupo estuvo constituido por las hembras sacrificadas entre los 8 y 11 dpc, período que coincide con el proceso de placenta- ción. En ambos subgrupos, se observó una mayor incidencia de muerte celular en los epitelios luminal y glandular de las hembras infectadas que habían perdido el *conceptus*, respecto de las hembras controles. Con respecto a la proliferación celular, se observó mayor marcación con el anticuerpo anti-PCNA en el epitelio luminal de las hembras infectadas sacrificadas entre los días 5 y 7 poscoito (Figura 22). Sin embargo, en el epitelio de las glándulas endometriales el índice de proliferación no mostró diferencias significativas entre los diferentes grupos. En el sub- grupo de hembras sacrificadas entre los días 8 y 11 poscoito, se observó mayor proliferación celular en aquellas infectadas que mantuvieron su gestación. En las hembras preñadas, tanto del grupo control como del grupo infectado, las células deciduales presentaron una intensa inmunomarcación para PCNA (Woudwyk *et al.*, datos no publicados).

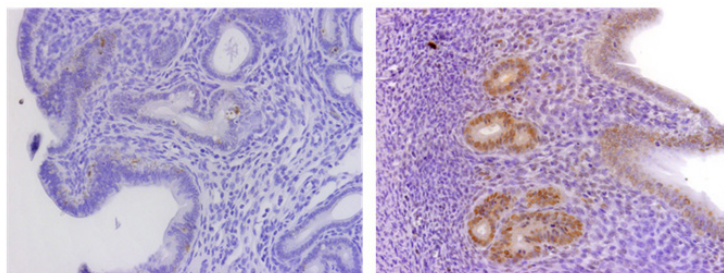


Figura 22. Inmunohistoquímica en el útero de ratonas BALB/c.a) Inmunomarcación para caspasa-3 activa. Día 9 post coito. Grupo infectado. b) Inmunomarcación para PCNA. Día 8 post coito. Grupo infectado con *T. foetus*. 400X.

T. foetus produce enzimas con efecto citotóxico en cultivos de células epiteliales bovinas (Singh *et al.*, 2004). El incremento de la apoptosis en el epitelio uterino de las ratonas infectadas posiblemente se deba al mencionado efecto y podría ser uno de los mecanismos responsables de las fallas de la implantación y pérdidas embrionarias tempranas que ocurren durante la infección. La mayor proliferación celular observada en el epitelio luminal de las hembras infectadas, podría ser una respuesta inicial del hospedador a los efectos citotóxicos y a la irritación generada por el protozoo, es decir, sería un mecanismo compensatorio más que un mecanismo involucrado directamente en la patogenia de la muerte embrionaria.

Para estudiar los mecanismos de la respuesta inmune local uterina que podrían ser los responsables de la pérdida temprana de la preñez que ocurre en la tritrichomonosis se analizó, mediante *real time* RT-PCR, la expresión del ARNm de ciertas citoquinas y enzimas relacionadas con el mantenimiento de la preñez. También se analizó la expresión de Foxp3 y ROR γ t, marcadores de células T reguladoras y T helper 17, respectivamente. El ARNm de TNF- α , IL-10 e IL-4 aumentó en el grupo infectado. La expresión de Foxp3 y ROR γ t fue mayor en el útero de las ratonas infectadas. Los niveles de ARNm de HO-1 disminuyeron en las ratonas que sufrieron pérdida embrionaria, mientras que el ARNm de IDO se encontró sobre-expresado (Woudwyk *et al.*, 2012).

Entre los mecanismos involucrados en la patogenia de la muerte embrionaria que se produce por la infección con *T. foetus* podría incluirse una respuesta inmune materna exacerbada hacia el protozoo afectando el normal desarrollo embrionario.

Durante la infección temprana con *T. foetus*, ocurre la activa-

ción del sistema inmune. En consecuencia, se observó un infiltrado de diversas poblaciones de células inflamatorias en el útero de los animales infectados, así como elevados niveles de expresión de citoquinas pro-inflamatorias. Luego de la activación, los macrófagos producen y secretan varias citoquinas pro-inflamatorias, entre ellas TNF- α (Svanborg *et al.*, 1999). En el modelo experimental utilizado se observaron abundantes macrófagos en el útero de las ratonas infectadas que podrían ser los responsables de la producción de los elevados niveles de TNF- α que se encontraron en estos animales. Los elevados niveles de IL-4 encontrados en el útero de las ratonas infectadas podría estar relacionada con la presencia de eosinófilos, dado que estos leucocitos son una fuente importante de dicha citoquina (Dombrowicz & Capron, 2001).

T. foetus es un parásito extracelular que se adhiere a las células epiteliales del tracto genital. Las células Th2 son esenciales en la eliminación de organismos patógenos extracelulares. Por ello, a medida que la infección con *T. foetus* progresa en el tracto genital, es esperable observar una respuesta inmune de tipo Th2.

También se observó una exacerbada respuesta Th1 caracterizada por elevados niveles de ARNm de TNF- α en las ratonas infectadas. Se sabe que la respuesta Th1 estimula a los macrófagos y la producción de anticuerpos opsonizantes (Janeway *et al.*, 2003). La respuesta Th1 aumentada permitiría estimular la opsonización y fagocitosis del protozoo. El aumento de la respuesta Th1, a pesar de ser protectora por colaborar con la eliminación del parásito, podría ser adversa para el feto, especialmente en la etapa media de la preñez.

Las células Treg son esenciales para el mantenimiento de una activa tolerancia inmune para el feto alogénico durante la gesta-

ción (Aluvihare *et al.*, 2004). En ratonas preñadas y no preñadas, Ge *et al.* (2008) demostraron que la infección con el protozoo intracelular *T. gondii* indujo disminución en la expresión del ARNm de foxp3 y reducción en el número relativo y absoluto de células Treg foxp3⁺, tanto en el bazo como en la placenta. La disminución de las células Treg podría ser uno de los mecanismos involucrados en la patogenia del aborto causado por *T. gondii* en ratonas. En este trabajo, se analizó la expresión del ARNm de foxp3 para evaluar la presencia de las células Treg en el útero de las ratonas infectadas con *T. foetus* y en las ratonas controles. Se esperaba encontrar una menor expresión de foxp3 en los cuernos uterinos de las ratonas infectadas, como en el modelo de aborto por toxoplasmosis. Sin embargo, la expresión de foxp3 fue significativamente mayor en el útero de las ratonas infectadas lo que sugiere una infección persistente.

El número de células Th17 en el útero durante la gestación se encuentra disminuido (Ostojic *et al.*, 2003) y, en humanos, su presencia está asociada con complicaciones del embarazo, como abortos y pre-eclampsia (Santner-Nanan *et al.*, 2009; Wang *et al.*, 2010). En nuestro trabajo, se encontraron niveles elevados de ARNm de RORyt en el útero de ratonas que habían perdido su gestación debido a la infección con *T. foetus*, comparados con los del grupo control. Esto sugiere que el incremento de células que expresan RORyt podría estar implicado en la respuesta inmune hacia el protozoo y una respuesta Th17 exacerbada podría ser parcialmente responsable de la muerte embrionaria que ocurre en esta enfermedad.

La enzima HO-1 es citoprotectora con un rol crítico durante los procesos inflamatorios, su expresión es un mecanismo protector

de la gestación que ha sido bien estudiado (Zenclussen *et al.*, 2006b). Tachibana *et al.* (2008) demostraron que la expresión de HO-1 disminuyó en la placenta de ratonas infectadas con *Bruce-lla abortus*. Además, el tratamiento con Co-PP, un estimulante de la expresión de HO-1, previno el aborto inducido por la infección bacteriana. Estos autores también describieron un aumento transitorio de IFN- γ , una citoquina Th1. Las citoquinas Th1 podrían tener un papel importante en la disminución de la expresión de HO-1 en las células del trofoblasto infectadas con *B. abortus* y han sido propuestas como importantes actores en la patogenia del aborto que se produce durante la brucelosis. En este trabajo, mediante la técnica de RT-PCR en tiempo real, se observó disminución de ARNm de HO-1 en el útero de las ratonas infectadas que sufrieron muerte embrionaria. La disminución en la expresión de HO-1 en la interfase materno-fetal es potencialmente peligrosa debido a que la acumulación del grupo hemo libre favorece la expresión de moléculas de adhesión en las células endoteliales y permite la migración de células de la inflamación (Vachharajani *et al.*, 2000). Adicionalmente, se observó aumento en los niveles de expresión de ARNm para citoquinas Th1 en el grupo de ratonas infectadas con *T. foetus*. Estos resultados concuerdan con aquellos comunicados por Tachibana *et al.* (2008) en ratones infectados con *B. abortus*. Así como en el modelo murino de brucelosis, la disminución de HO-1 mediada por la respuesta Th1 podría ser un importante mecanismo en la patogenia de la muerte embrionaria debida a la infección con *T. foetus*.

Finalmente, se analizaron los niveles de ARNm de IDO. IDO es una enzima cuya función ha sido considerada de importancia para el mantenimiento de una gestación saludable (Mellor &

Munn, 2001). La inducción de IDO ejerce además efectos antimicrobianos, posiblemente por la depleción del triptófano que produce (Taylor & Feng, 1991). En este trabajo, el ARNm de IDO aumentó en el útero de ratonas infectadas que perdieron su preñez y que fueron sacrificadas en la fase temprana de la misma. Debido a su efecto antimicrobiano, es posible que los niveles elevados de IDO durante la infección con *T. foetus* en ratonas preñadas tengan algún rol antiprotoso.

Si consideramos que la principal manifestación clínica de la TB es la infertilidad por pérdida del *conceptus*, resulta de interés profundizar los estudios sobre la patogenia de la muerte embrionaria temprana en el modelo murino de la enfermedad. Hemos logrado la preñez de ratonas BALB/c infectadas con *T. foetus*, en las cuales se producen cambios y lesiones que mimetizan aquellas ocurridas en el bovino infectado. *T. foetus* se adhiere a las células epiteliales y causa endometritis y muerte embrionaria en el modelo experimental de ratonas BALB/c.

Conclusiones generadas en el modelo murino de tritrichomonosis bovina:

- El modelo murino de tritrichomonosis bovina permitió estudiar algunos aspectos de la patogenia de la muerte embrionaria ocasionada por *T. foetus*.
- Dentro del grupo de ratonas infectadas, algunas hembras se negativizaron para *T. foetus*. Es factible que se haya producido una importante respuesta inmune local uterina hacia el protozoo que permitió la liberación de la infección y la continuidad de la preñez. Dado que tanto la infección con *T. foetus* como la preñez ocurren simultáneamente, la continuidad o interrup-

ción de la misma probablemente dependa del equilibrio entre el protozoo y el microambiente uterino, en el que intervienen diversos factores como la respuesta inmune del hospedador.

- La infección con *T. foetus* en ratonas BALB/c preñadas genera cambios en los carbohidratos del epitelio uterino que podrían ser determinantes en la patogenia de la enfermedad y muerte embrionaria concomitante que ocurre durante la infección.
- Las modificaciones en el recambio celular de la mucosa uterina, probablemente inducidas por *T. foetus*, podrían intervenir en la patogenia de la muerte embrionaria temprana.
- La muerte y degranulación prematura de las uNK podría contribuir al malfuncionamiento placentario y, en consecuencia, a la pérdida del *conceptus*.
- Se destacó además, el importante rol de los mastocitos, neutrófilos, eosinófilos y macrófagos como colaborador en la respuesta inmune local uterina hacia *T. foetus*.
- Los mecanismos inmunes que determinan el éxito de la gestación en mamíferos son complejos y diversos factores pueden participar en la patogenia del aborto infeccioso. En el presente modelo murino, la respuesta efectora Th1 y Th17 tendiente a controlar la infección causada por *T. foetus*, podría participar en la patogenia de la muerte embrionaria durante la infección. Esta respuesta parece alterar los mecanismos que protegen a la preñez, como la expresión de HO-1, poniendo en riesgo, en consecuencia, la supervivencia de los embriones. El aumento de las células Treg en este contexto, podría facilitar la muerte embrionaria, al promover la persistencia de la infección debido a sus efectos inmunosupresores.

CONSIDERACIONES FINALES

Los mecanismos hormonales e inmunológicos que intervienen en la reproducción y la preñez, así como las características morfofuncionales de la placenta, presentan variaciones muy importantes entre los distintos grupos de mamíferos. Sin embargo, muchas enfermedades de las especies de producción pueden reproducirse experimentalmente en los animales de laboratorio. En el desarrollo del presente proyecto hemos alcanzado resultados relacionados con los mecanismos que intervienen en la infección y la respuesta frente al EHV-1 y *T foetus* que permitirán realizar estudios dirigidos más específicos utilizando los hospedadores naturales. Además hemos generado conocimientos que pueden utilizarse en otros modelos de enfermedades reproductivas del ser humano y los animales.

AGRADECIMIENTOS

La financiación de este trabajo incluyó el Proyecto de Investigación Plurianual (2009-2011) de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria (ANAV): "Modelos experimentales para el estudio de la patogenia de la muerte embrionaria en tritricomonosis bovina y herpesvirosis equina". También se utilizaron parcialmente fondos provenientes de CONICET, CIC (Bs.As.), Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT 2011-1123), Secretarías de Ciencia y Técnica de la UNLP y UNICEN.

Este trabajo contiene parte de los resultados de las tesis doctorales de Mariana Woudwyk, Giselle Martin Ocampos y Nadia Fuentealba y de la tesis de Licenciatura de Matías Eöry. Un resumen de este trabajo fue presentado en la Sesión Pública de la Academia en Buenos Aires el 13 de junio de 2013.

Se agradece la participación técnica de Rubén Mario, Rosa Villegas, Guadalupe Guidi, y Claudio Leguizamón.

BIBLIOGRAFÍA

Adl SM, Simpson AGB, Farmer MA, Andersen B RA, Anderson OR, Barta JR, Bowser SS, Brugerolle G, Fensome RA, Fredericq S, James TY, Karpov JS, Kugrens P, Krug J, Lane M CE, Lewis N LA, Lodge J, Lynn DH, Mann DG, Mccourt RM, Mendoza L, Moestrup Ø, Mozley-Standridge SE, Nerad TA, Shearer CI A, Smirnov AV, Spiegel FW & Taylor MF Jr 2005. The New Higher Level Classification of Eukaryotes with Emphasis on the Taxonomy of Protists. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 52: 399–451

Alber DG, Greensill J, Killington RA & Stokes A. 1995. Role of T-cells, virus neutralising antibodies, and complement-mediated antibody lysis in the immune response against equine herpesvirus type-1 (EHV-1) infection of C3H (H-2k) and BALB/c (H-2d) mice. *Research in Veterinary Sciences*, 59: 205-213

Allen GP & Bryans JT. 1986. Molecular epizootiology, pathogenesis, and prophylaxis of equine herpesvirus 1 infections. *Progress in Veterinary Microbiology and Immunology*, 2: 78-144

Allen MP & Nilsen-Hamilton M. 1998. Granzymes D, E, F, and G Are Regulated Through Pregnancy and by IL-2 and IL-15 in Granulated Metrial Gland Cells. *Journal of Immunology*, 161: 2772-2779

Allen GP, Kydd JH, Slater JD & Smith KC. 1998. Advances in understanding of the pathogenesis, epidemiology and immunological control of equine herpesvirus abortion. P 129-146 En: Wernery U, Wade JF, Mumford JA & Kaaden OR (eds). *Proceedings of the Eighth International Conference Dubai*

Allen GP. 2002. Respiratory Infections by Equine Herpesvirus Types 1 and 4. En: Lekeux P. *Equine Respiratory Diseases*. Publisher International Veterinary Information Service (http://www.ivis.org/special_books/Lekeux/allen/IVIS.pdf), Ithaca, New York, USA

Allen GP, Kydd JH, Slater JD & Smith K-C. 2004. Equid herpesvirus-1 (EHV-1) and- 4 (EHV-4) infections. P 829-859 En: Coster

JAW& Tustin RC. *Infectious diseases of livestock*. Oxford University PressCapeTown, 76

Aluvihare VR, Kallikourdis M & Betz AG. 2004. Regulatory T cells mediate maternal tolerance to the fetus. *Nature Immunology*, 5: 266–271

Anderson M, Bon Durand R, Corbeil R & Corbeil L. 1996. Immune and inflammatory responses to reproductive tract infection with *Tritrichomonas foetus* in immunised and control heifers. *Journal of Parasitology*, 82: 594-600

Aujla SJ, Dubin PJ & Kolls JK. 2007. Th17 cells and mucosal host defense. *Seminars in Immunology*, 19: 377–382

Awan AR, Chong YC & Field HJ. 1990. The pathogenesis of equine herpesvirus type 1 in the mouse: a new model for studying host responses to the infection. *Journal of General Virology*, 71: 1131-1140

Awan AR, Gibson JS & Field HJ.1991. A murine model for studying EHV-1-induced abortion. *Research in Veterinary Science*, 51: 94-99

Awan AR & Field HJ. 1993. Effects of phosphonylmethoxyalkyl derivatives studied with a murine model for abortion induced by equine herpesvirus 1. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 37: 2478-2482

Awan AR, Baxi M & Field HJ. 1995. EHV-1-induced abortion in mice and its relationship to stage of gestation. *Research in Veterinary Science*, 59: 139-145.

Babál P & Russell L. 1999. Sialic acid-specific lectin-mediated adhesion of *Tritrichomonas foetus* and *Tritrichomonas mobilensis*. *Journal of Parasitology*, 85: 33-40

Barbeito CG, Woudwyk M, Cacciato C, Soto P, Portiansky EL, Catena M, Echavarria H, Gimeno EJ & Monteavaro CE. 2008.*Tritrichomonas foetus*: Experimental Infection in Pregnant Balb/c Mice. *Experimental Parasitology*, 120: 156–160

Bartels T, Steinbach F, Hahn G, Ludwig H & Borchers K. 1998. In situ study on the pathogenesis and immune reaction of equine

herpesvirus type 1 (EHV-1) infections in mice. *Immunology*, 93: 329-334

Baxi MK, Efsthathiou S, Lawrence G, Whalley JM, Slater JD & Field HJ. 1995. The detection of latency associated transcript of equine herpesvirus 1 in ganglionic neurons. *Journal of General Virology*, 76: 3113-3118

Baxi MK, Borchers K, Bartels T, Schellenbach A, Baxi S & Field HJ. 1996. Molecular studies of the acute infection, latency and reactivation of equine herpesvirus-1 (EHV-1) in the mouse model. *Virus Research*, 40: 33-45

Benchimol M, Kachar B & de Souza W. 1993. The structural organization of the pathogenic protozoan *Tritrichomonas foetus* as seen in replicas of quick frozen, freeze-fractured and deep etched cells. *Biology of the Cell*, 77: 289-295

Benchimol M, Johnson PJ & de Souza W. 1996. Morphogenesis of the hydrogenosome: An ultrastructural study. *Biology of the Cell*, 87: 197-205

Benchimol M & Engelke F. 2003. Hydrogenosome behavior during the cell cycle in *Tritrichomonas foetus*. *Biology of the Cell*, 95: 283-293

Bianco J, Stephenson K, Yamada AT & Croy BA. 2008. Time-Course Analyses Addressing the Acquisition of DBA Lectin Reactivity in Mouse Lymphoid Organs and Uterus During the First Week of Pregnancy. *Placenta*, 29: 1009-1015

Bielanski A, Ghazi DF & Phipps-Toodd B. 2004. Observations on the fertilization and development of preimplantation bovine embryos in vitro in the presence of *Tritrichomonas foetus*. *The-riogenology*, 61: 821-829

Bijovsky AT, Zorn TMT & Abramsohn PA. 1992. Remodeling of the Mouse Endometrial Stroma during the Preimplantation Period. *Acta Anatomica*, 144: 231-234

Bon Durant RH. 1985. Diagnosis, treatment and control of bovine trichomoniasis. *Comparative Continuing Education*, 10: 179-188

Bon Durant RH. 1997. Pathogenesis, Diagnosis, and management of trichomoniasis in cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 13: 345-361

Bonilha VL, Ciavaglia Mdo C, de Souza W & Costa e Silva Filho F. 1995. The involvement of terminal carbohydrates of the mammalian cell surface in the cytoadhesion of Trichomonads. *Parasitological Research*, 81: 121-126

Bronson FH, Dagg CP & Snell GD. 1964.Reproduction.Cap 11: 187-204 En: Snell GD (ed). *Biology of the Laboratory mouse*. Blakiston, Philadelphia

Burgess DE & Knoblock KF. 1989. Identification of *Tritrichomonas foetus* in sections of bovine placental tissue with monoclonal antibodies. *Journal of Parasitology*, 75: 977-980

Burgess DE, Knoblock KF, DaughertyT & Robertson NP. 1990. Cytotoxic and Hemolytic Effect of *Tritrichomonas foetus* on Mammalian Cells. *Infection and Immunity*, 58: 3627-3632

Campero CM, Ladds P, Hoffmann D & De'Ath G. 1989a.Immunoglobulin containing cells in normal and inflamed accessory sex glands of bulls. *Australian Veterinary Journal*, 66: 137-141

Campero CM, Ladds PW, Hirst GR & Vaughan JA.1989b. Detection of *Tritrichomonas foetus* antigens in formalin-fixed, paraffin-embedded sections by the peroxidase-antiperoxidase technique. *Australian Veterinary Journal*, 66: 264-266

Cavalier-Smith T. 2002. Protist phylogeny and the high-level classification of Protozoa. *European Journal of Protistology*, 39: 338-348

Chantakru S, Miller C, Roach LE, Kuziel WA, Maeda N, Wang WC, Evans SS & Croy BA. 2002. Contributions from self-renewal and trafficking to the uterine NK cell population of early pregnancy. *Journal of Immunology*, 168: 22-28

Chesters PM, Allsop R, Purewal A & Edington N. 1997.Detection of latency-associated transcripts of equid herpesvirus 1 in equine leukocytes but not in trigeminal ganglia. *Journal of Virology*, 71: 3437-3443

Chaouat G, Zourbas S, Ostojic S, Lappree-Delage G, Dubanchet S, Ledee N & Martal J. 2002. A brief review of recent data on some cytokine expressions at the materno-foetal interface which might challenge the classical Th1/Th2 dichotomy. *Journal of Reproductive Immunology*, 53: 241–256

Cobo ER, Campero CM, Gimeno EJ & Barbeito CG. 2004. Lectin binding patterns and Immunohistochemical detection in the genitalia of *Tritrichomonas foetus*-infected heifers. *Journal of Comparative Pathology*, 131: 127-134

Cobo E, Eckmann L & Corbeil L. 2011. Murine Models of Vaginal Trichomonad Infections. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 85: 667–673

Colle CF, Tarbet EB, Grafton WD, Jennings SR & O'Callaghan DJ. 1996. Equine herpesvirus-1 strain KyA, a candidate vaccine strain, reduces viral titers in mice challenged with a pathogenic strain. *RacL. Virus Research*, 43: 111-124

Corbeil LB, Hodgson J, Jones D, Corbeil R, Widders P & Stephens L. 1989. Adherence of *Tritrichomonas foetus* to Bovine Vaginal Epithelial Cells. *Infection and Immunity*, 57: 2158-2167

Corbeil LB, Campero CM, Rhyan JC, Anderson ML, Gershwin LJ, Agnew DW, Munson L & Bon Durant RH. 2005. Uterine mast cells and immunoglobulin-E antibody responses during clearance of *Tritrichomonas foetus*. *Veterinary Pathology*, 42: 282-290

Crivellato E, Finato N, Ribatti D & Beltrami C. 2005. Do mast cells affect villous architecture? Facts and conjectures. *Histology and Histopathology*, 20: 1285-1293

Croy BA, Guimond MJ, Luross J, Hahnel A, Wang B & Heuvel MVD. 1997. Uterine natural killer cells do not require interleukin-2 for their differentiation or maturation. *American Journal Reproductive Immunology*, 37: 463–470

Croy BA. 1999. Hasn't the time come to replace the term metrial gland? *Journal of Reproductive Immunology*, 42: 127–129

Croy BA, He H, Esadeg S, Wei Q, McCartney D, Zhang J, Borzychowski A, Ashkar AA, Black GP, Evans SS, Chantakru S, van

den Heuvel M, Paffaro VA & Yamada AT. 2003. Uterine natural killer cells: insights into their cellular and molecular biology from mouse modelling. *Reproduction*, 126: 149-160

Croy BA, van den Heuvel M, Borzychowski AM & Tayade C. 2006. Uterine natural killer cells: a specialized differentiation regulated by ovarian hormones. *Immunology Reviews*, 214: 161-185

Croy BA, Wessels J, Linton N & Tayade C. 2009. Comparison of immune cell recruitment and function in endometrium during development of epitheliochorial (pig) and hemochorial (mouse and human) placentas. *Placenta*, 23: 23-31

Csellner H, Walker C & Whalley J. 1998. An equine herpesvirus 1 mutant with a lacZ insertion between open reading frames 62 and 63 is replication competent and causes disease in the murine respiratory model. *Archives of Virology*, 143: 2215-2231

Cuba Caparó A. 1982. Modelos experimentales. Importancia del estudio de las enfermedades de animales de laboratorio. P 173-175 En: *Manual de Patología de Animales de Laboratorio*. OPS, Publicación científica 423, Washington, DC

Davies CJ. 2007. Why is the fetal allograft not rejected? *Journal of Animal Science*, 85: E32-E35

Del Piero F & Wilkin S. 2001. Pulmonary vasculotropic EHV-1 infection in equids. *Veterinary Pathology*, 38: 474-475

Di Yacobo L, Roig de Vargas - Linares CE & Gallardo A. 1977. Gamma globulin in the mice vaginal fluids: cyclic and experimental variations. *Experientia* (Basel), 33: 392

Doll ER, Bryans JT & McCollum WH. 1959. A procedure for evaluating the antigenicity of killed virus vaccines for equine rhinopneumonitis. *Cornell Veterinarian*, 49: 212-220

Doll ER. 1961. Immunization against viral rhinopneumonitis of horses with live virus propagated in hamsters. *Journal of Biochemistry*, 139: 1324-1330

Doll ER & Bryans JT. 1963. Immunization of young horses against viral rhinopneumonitis. *Cornell Veterinarian*, 53: 24-41

Dombrowicz D & Capron M. 2001. Eosinophils, allergy and parasites. *Current Opinions in Immunology*, 13: 716–720

Edington N, Bridges CG & Patel JR. 1986. Endothelial cell infection and thrombosis in paralysis caused by equid herpesvirus-1: equine stroke. *Archives of Virology*, 90: 111-124

Eöry ML, Zanuzzi CN, Fuentealba NA, Sguazza GH, Gimeno EJ, Galosi CM & Barbeito CG. 2013. Effects of different anesthetics in the murine model of *Equine herpesvirus 1* infection. *Veterinary Pathology*, 50: 849-856

Felleisen RS. 1999. Host-parasite interaction in bovine infection with *Tritrichomonas foetus*. *Microbes and Infection*, 1: 807-816

Field HJ, Awan AR & de la Fuente R. 1992. Reinfection and reactivation of equine herpesvirus-1 in the mouse. *Archives of Virology*, 123: 409-419

Fidel P, Wolf N & Kukuruga M. 1996. T Lymphocytes in the Murine Vaginal Mucosa Are Phenotypically Distinct from Those in the Periphery. *Infection and Immunity*, 64: 3793-3799

Flower PJ, Ladds PW, Thomas AD & Watson DL. 1982. An Immunopathologic Study of Bovine Prepuce. *Vet. Pathol.*, 20: 189 - 202

Fox H. 1993. Immunocompetent cells in the cervix and vagina. P 177-186 En: Griffin PD& Johnson PM (eds), *Local immunity in reproduction tract tissues*. Oxford University Press

Fuentealba NA 2012. *Herpesvirus equino 1: estudio de la expresión de proteínas antigénicas y evaluación de la respuesta inmune inducida*. Tesis de Doctorado en Ciencias Veterinarias. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata.

Galosi CM, Nosetto EO, Gimeno EJ, Gomez Dunn C, Etcheverrigaray ME & Ando Y. 1989. Equine Herpesvirus-1 (EHV-1): Characterisation of a viral strain isolated from equine plasma in Argentina. *Review Scientific and Technique-Office International of Epizooties*, 8: 117-122

Galosi CM, Norimine J, Echeverría MG, Oliva GA, Nosetto EO & Etcheverrigaray ME. 1993. Restriction Endonuclease Analysis of Equine Herpesviruses Isolated in Argentina. *Proceedings Second*

Meeting on The Cooperation Research Project in the Area of Veterinary Science between UNLP and JICA (Japan):23-27

Galosi CM, Norimine J, Echeverría MG, Oliva GA, Nosetto EO, Etcheverrigaray ME, Tohya Y & Mikami T. 1998a. Diversity of genomic electropherotypes of naturally occurring Equine herpesvirus 1 isolates in Argentina. *Brazilian Journal of Medicine and Biological Research* 31, 771-774.

Galosi CM, Echeverría MG, Vila Roza MV, Cid de la Paz V, Oliva GA & Etcheverrigaray ME. 1998b. Virus herpes equino tipo 1 (EHV-1): patrones de restricción de ADN perfiles proteicos y estudio de patogenicidad en ratones. *Analecta Veterinaria*, 18: 35-40

Galosi CM, Barbeito CG, Vila Roza MV, Cid de la Paz V, Ayala MA, Corva SG, Etcheverrigaray ME & Gimeno EJ. 2004. Argentine strain of equine herpesvirus 1 isolated from an aborted foetus shows low virulence in mouse respiratory and abortion models. *Veterinary Microbiology*, 103: 1-12

Galosi CM, Barbeito CG, Martín Ocampos GP, Martínez JP, Ayala MA, Corva SG, Fuentealba NA & Gimeno EJ. 2006. An Argentine equine herpesvirus strain with special restriction patterns protect mice challenged with a pathogenic strain. *Journal of Veterinary Medicine B, Infectious Diseases and Veterinary Public Health*, 53: 412-417

Ge YY, Zhang L, Zhang G, Wu JP, Tan MJ, Hu W, Liang YJ & Wang Y. 2008. In pregnant mice, the infection of *Toxoplasma gondii* causes the decrease of CD4⁺CD25⁺-regulatory T cells. *Parasite Immunology*, 30: 471-481

Gibbons AFE & Chang MC. 1972. Number of mast cells in the rat uterus with special reference to its relation to hormonal treatment and decidual response. *Biology of Reproduction*, 6: 193-203

Gibson JS, Slater JD, Awan AR & Field HJ. 1992. Pathogenesis of equine herpesvirus-1 in specific pathogen-free foals: primary and secondary infections and reactivation. *Archives of Virology*, 123: 351-366

Goehring LS, Wagner B, Bigbie R, Hussey SB, Rao S, Morley PS & Lunn DP. 2010. Control of EHV-1 viremia and nasal shedding by

commercial vaccines. *Vaccine*, 28: 5203-5211

Granger BL, Warwood SJ, Hayai N, Hayashi H & Owhashi M. 1997. Identification of a neutrophil chemotactic factor *Tritrichomonas foetus* as superoxide dismutase. *Molecular and Biochemical Parasitology*, 89: 85-95

Granger BL, Warwood SJ, Benchimol M & De Souza W. 2000. Transient invagination of flagella by *Tritrichomonas foetus*. *Parasitology Research*, 86: 699-709

Gu Y, Jow GM, Moulton BC, Lee C, Sensibar JA, Park-Sarge OK, Chen TJ & Gibor G. 1994. Apoptosis in Decidual Tissue Regression and Reorganization. *Endocrinology*, 135: 1272-1279

Heldens JG, Kersten AJ, Weststrate MW & Van Den Hoven R. 2001. Duration of immunity induced by an adjuvanted and inactivated equine influenza, tetanus and equine herpes 1 and 4 combination vaccine. *Veterinary Quarterly*, 23: 210-217

Honigberg BM, Volkmann D, Entzeroth R & Scholtyseck E. 1984. A freeze-fracture Electron Microscope Study of *Trichomonas vaginalis* Donn  and *Tritrichomonas foetus* (Riedm ller). *Journal of Protozoology*, 31: 116-131

Hook RR, StClaire M, Riley L, Franklin CL & Besh-Willford CL. 1995. *Tritrichomonas foetus*: Comparison of Isolate Virulence in an Estrogenized Mouse Model. *Experimental Parasitology*, 81: 202-207

Hook Jr RR, St Claire MC, Riley LK, Franklin CL & Bessch-Williford CL. 1997. Mouse strain and age affect susceptibility to experimentally induced genital trichomoniasis. *Laboratory Animal Science*, 47: 324-326

Hunt JS, Petroff M & Burnett T. 2000. Uterine leucocytes: key players in pregnancy. *Seminars in Cell & Developmental Biology*, 11: 127-137

Inazu M, Tsuha O, Kirisawa Y, Kawakami Y & Iwai H. 1993. Equid herpesvirus 1 infection in mice. *Journal of Veterinary Medical Science*, 55: 119-121

Ito Y, Furuya M, Doi M, Hayashi H, Yagyu M, Oka Y & Osaki H. 1975. Protective role of immune lymphoid cells and phagocytes in experimental trichomoniasis in mice. *Japanese Journal of Parasitology*, 24: 333-339

Jackson TA, Osburn BI & Kendrick JW. 1977. Equine herpesvirus 1 infection in horses: studies on the experimentally induced neurologic disease. *American Journal of Veterinary Research*, 38: 709-719

Janeway Jr CA, Travers P, Walport M & Shlomchik MJ. 2003. *Inmunobiología: el sistema inmunitario en condiciones de salud y enfermedad*. 2da. Edición. Ed Masson, Barcelona, España

Kimber SJ. 2005. Leukaemia inhibitory factor in implantation and uterine biology. *Reproduction*, 130: 131-145

Kitamura Y. 1989. Heterogeneity of mast cells and phenotypic change between subpopulations. *Annual Reviews of Immunology*, 7: 59-76

Klein S. 2000. El uso de animales en la investigación biomédica. *Ciencia Hoy*, 10, 62-66

Kleinaa P, Bettim-Bandinellia J, Bonattoa SL, Benchimol M & Reis Bogoa M. 2004. Molecular phylogeny of Trichomonadidae family inferred from ITS-1, 5.8S rRNA and ITS-2 sequences. *International Journal for Parasitology*, 34: 963-970

Korn T, Bettelli E, Oukka M & Kuchroo VK. 2009 IL-17 and Th17 Cells. *Annual Reviews of Immunology*, 27: 485-517

Kukreja A, Love DN, Whalley JM & Field HJ. 1998. Study of the protective immunity of co-expressed glycoprotein H and L of equine herpesvirus-1 in a murine intranasal infection model. *Veterinary Microbiology*, 60: 1-11

Kusakabe K, Okada T, Sasaki F & Kiso Y. 1999. Cell death of uterine natural killer cells in murine placenta during placentation and preterm periods. *Journal of Veterinary Medicine Science*, 61: 1093-1100

Kydd JH, Smith KC, Hannant D, Lvesay GJ & Mumford JA. 1994. Distribution of equid herpesvirus 1 in the respiratory tract

of ponies: implications in vaccination strategies. *Equine Veterinary Journal*, 26: 466–469

McCartan CG, Russel MM, Wood JL & Mumford JA. 1995. Clinical, serological and virological characteristics of an outbreak of paresis and neonatal foal disease due to equine herpesvirus-1 on astud farm. *The Veterinary Record*, 13: 7–12

Maestrone G & Semar R. 1967. Experimental intravaginal infection with *Tritrichomonas foetus* in guinea pigs. *Chemotherapy*, 12: 137–145

Mardones FO, Perez AM, Martínez A & Carpenter TE. 2008. Risk factors associated with *Tritrichomonas foetus* infection in beef herds in the Province of Buenos Aires, Argentina. *Veterinary Parasitology*, 153: 231–237

Margni RA & Zenclussen AC. 2001. During pregnancy, in the context of a Th2-type cytokine profile, serum IL-6 levels might condition the quality of the synthesized antibodies. *American Journal of Reproductive Immunology*, 46: 181–189

Márquez RJ. 1997. *Determinación de la cultura sobre el uso de los animales de laboratorio existentes en los investigadores de la Universidad de los Andes*. Tesis doctoral. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela

Martín Ocampos GP. 2010. *Estudios moleculares-evolutivos y de virulencia en herpesvirus potencialmente abortigénicos para el equino*. Tesis de Doctorado en Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata

Mellor AL & Munn DH. 2001. Extinguishing maternal immune responses during pregnancy: implications for immunosuppression. *Seminars in Immunology*, 13: 213–218

Moffett A & Loke C. 2006. Immunology of placentation in eutherian mammals. *Nature Reviews of Immunology*, 6: 584–594

Monteavaro CE, Soto P, Echevarría HM, Catena MC, Portiansky EL & Gimeno EJ. 2000. Immunohistochemical detection of *Tritrichomonas foetus* in experimentally infected mice. *Pesquisa Veterinaria Brasilenia*, 20: 43–46

Monteavaro CE. 2004. *Tritrichomonos genital bovina: un modelo experimental en el ratón BALB/c*. Tesis de Doctorado en Ciencias Veterinarias. Facultad de Ciencias Veterinarias Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Tandil

Monteavaro CE, Aguirre JI, Soto P, Echevarría HM, Catena MC, Portiansky EL & Gimeno EJ. 2007. Interaction of *Tritrichomonas foetus* with the reproductive tract of experimentally infected female BALB/c mice: ultrastructural evaluation. *Veterinary Journal*, 173: 204-208

Monteavaro CE, Soto P, Gimeno EJ, Echeverría HM, Catena M, Portiansky EL & Barbeito CG. 2008. Histological and lectin binding changes in the genital tract of mice infected with *Tritrichomonas foetus* (*T. foetus*). *Journal of Comparative Pathology*, 138: 40-45

Mumford JA & Rosedale PD. 1980. Virus and its relationship to the "poor performance" syndrome. *Equine Veterinary Journal*, 12: 3-9

Mumford JA, Rosedale PD, Jessett DM, Gann SJ, Ousey J & Cook RF. 1985. Serological and virological investigations of an equid herpesvirus 1 (EHV-1) abortion storm on a stud farm. *Journal of Reproductive Fertility* (Supplement), 35: 509-518

Mutwiri GK & Corbeil LB. 1998. Genital and systemic immune responses in a murine model of *Tritrichomonas foetus* infection. *Journal of Parasitology*, 84: 321-327

Nowotny N, Burtscher H & Burki F. 1987. Neuropathogenicity for suckling mice of equine herpesvirus 1 from the Lipizzan outbreak 1983 and of selected other EHV 1 strains. *Zentralblatt für Veterinärmedizin*, B 34: 441-448

Osterrieder N, Wagner R, Pfeffer M & Kaaden OR 1994. Expression of equine herpesvirus type 1 glycoprotein gp14 in *Escherichia coli* and in insect cells: a comparative study on protein processing and humoral immune responses. *Journal of General Virology*, 75, 2041-2046

Ostojic S, Dubanchet S, Chaouat G, Abdelkarim M, Truyens C & Capron F. 2003. Demonstration of the presence of IL-16, IL-

17 and IL-18 at the murine fetomaternal interface during murine pregnancy. *American Journal of Reproductive Immunology* 49: 101-112

Packiarajah P, Walker C, Gilkerson JR, Whalley JM & Love DN. 1998. Immune responses and protective efficacy of recombinant baculovirus expressed glycoproteins of equine herpesvirus 1 (EHV-1) gB gC and gD alone or in combinations in BALB/c mice. *Veterinary Microbiology*, 61, 261-278

Paffaro VA, Bizinotto MC, Joazeiro PP & Yamada AT. 2003. Subset classification of mouse uterine natural killer cells by DBA lectin reactivity. *Placenta*, 24: 479-488

Parr EL, Tung HN & Parr MB. 1987. Apoptosis as the mode of uterine epithelial cell death during embryo implantation in mice and rats. *Biology of Reproduction*, 36: 211-225

Parr MB & Parr EL. 1991. Langerhans Cells and Lymphocyte Subset in the Murine Vagina and Cervix. *Biology of Reproduction*, 45: 491-498

Parsonson IM, Clark BL & Dufty J. 1974. The pathogenesis of *Tritrichomonas foetus* infection in the bull. *Australian Veterinary Journal*, 50: 421-423

Parsonson IM, Clark BL & Dufty J. 1976. Early pathogenesis and pathology of *Tritrichomonas foetus* infection in virgin heifers. *Journal of Comparative Pathology* 86: 59-66

Patel JR & Edington N. 1983. The pathogenicity in mice of respiratory, abortion and paresis isolates of equine herpesvirus-1. *Veterinary Microbiology*, 8: 301-305

Patel JR & Heldens J. 2005. Equine herpesvirus 1 (EHV-1) and 4 (EHV-4): epidemiology, disease and immunoprophylaxis: a brief review. *Veterinary Journal*, 170: 14-23

Pereira-Neves A, Campero CM, Martinez A & Benchimol M. 2011. Identification of *Tritrichomonas foetus* pseudocysts in fresh preputial secretion samples from bulls. *Veterinary Parasitology*, 175: 1-5

Rachman F, Casimiri V, Psychoyos A & Bernard O. 1983. Immunoglobulins in the mouse uterus during the oestrous cycle. *Journal of Reproductive Fertility*, 69: 17-21

Rescigno M. 2002. Dendritic cells and the complexity of microbial infection. *Trends in Microbiology*, 10: 425-431

Rhyan J, Wilson K, Burgess D, Stackhouse L & Quinn W. 1995. Immunohistochemical detection of *Tritrichomonas foetus* in formalin-fixed, paraffin-embedded sections of bovine placenta and fetal lung. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 7: 98-101

Roberts C, Walker W & Alexander J. 2001. Sex-associated hormones and immunity to protozoan parasites. *Clinical Microbiology Reviews*, 14: 476-478

Rossant J & Cross J. 2001. Placental Development: Lessons from Mouse Mutants. *Nature Reviews of Genetic*, 2: 538-546

Rugh R. 1968. *The mouse its reproduction and development*. Burgess Publishing Company

Ruitenbergh KM, Walker C, Wellington JE, Love DN & Whalley JM. 1999. ADN-mediated immunization with glycoprotein D of equine herpesvirus 1 (EHV-1) in a murine model of EHV-1 respiratory infection. *Vaccine*, 17: 237-244

Sakaguchi S, Sakaguchi N, Asano M, Itoh M & Toda M. 1995. Immunological self-tolerance maintained by activated T-cells expressing IL-2 receptor alpha chains (CD25). Breakdown of a single mechanism of self-tolerance causes various auto-immune diseases. *Journal of Immunology*, 155:1151-1164

Sakaguchi S. 2005. Naturally arising Foxp-3 expressing CD25+CD4+ regulatory T cells in immunological tolerance to self and non-self. *Nature Immunology*, 6: 345-352

Sakaguchi S, Ono M, Setoguchi R, Yagi H, Hori S, Fehervari Z, Shimizu J, Takahashi T & Nomura T. 2006. Foxp3+ CD25+ CD4+ natural regulatory T cells in dominant self-tolerance and autoimmune disease. *Immunology Reviews*, 212: 8-27

Santner-Nanan B, Peek MJ, Khanam R, Richarts L, Zhu E, Fa-

zekas de St Groth B & Nanan R. 2009. Systemic increase in the ratio between Foxp3+ and IL-17-producing CD4+ T cells in healthy pregnancy but not in preeclampsia. *Journal of Immunology*, 183: 7023-7030

Schumacher A, Wafula PO, Bertoja AZ, Sollwedel A, Thuere C, Wollenberg I, Yagita H, Volk HD & Zenclussen AC. 2007. Mechanisms of action of regulatory T cells specific for paternal antigens during pregnancy. *Obstetric and Gynecology*, 110: 1137-1145

Simpson AGB. 2003. Cytoskeletal organisation, phylogenetic affinities and systematics in the contentious taxon Excavata (Eukaryota). *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 53: 1759-1777

Singh BN, Lucas JJ, Beach DH, Shin ST & Gilbert RO. 1999. Adhesion of *Tritrichomonas foetus* to bovine vaginal epithelial cells. *Infection and Immunity*, 67: 3847-3854

Singh BN, Lucas JJ, Hayes GR, Kumar I, Beach DH, Frajblat M, Gilbert RO, Sommer U & Costello CE. 2004. *Tritrichomonas foetus* induces apoptotic cell death in bovine vaginal epithelial cells. *Infection and Immunology*, 72: 4151-4158

Skirrow SZ & Bon Durand RG. 1988. Bovine Trichomoniasis. *Veterinary Bulletin*, 58: 591-603

Slater JD, Gibson JS, Barnett KC & Field HJ. 1992. Chorioretinopathy associated with neuropathology following infection with equine herpesvirus-1. *Veterinary Record* 131: 237-239

Slater JD, Borchers K, Thackray AM & Field HJ. 1994. The trigeminal ganglion is a location for equine herpesvirus 1 latency and reactivation in the horse. *Journal of General Virology*, 75: 2007-2016

Smith KC, Whitwell KE, Binns MM, Dolby CA, Hannant D & Mumford JA. 1992. Abortion of virologically negative foetuses following experimental challenge of pregnant mares with equid herpesvirus 1. *Equine Veterinary Journal*, 24: 256-259

Smith KC, Mumford JA & Lakhani K. 1996. A comparison of equid herpesvirus 1 (EHV-1) vascular lesions in the early versus

late pregnant equine uterus. *Journal of Comparative Pathology*, 114: 231-247

Soto P, Echevarría H, Monteavaro CE & Catena M. 2005. Experimentally Induced Intravaginal *Tritrichomonas foetus* Infection in a Mouse Model. *Pesquisa Veterinaria Brasileira*, 25: 225-230

St Claire MC, Riley LK, Franklin CL, Besch-Williford CL & Hook RR. 1994. Experimentally induced intravaginal *Tritrichomonas foetus* infection in the estrogenized mouse. *Laboratory Animal Science* 44: 5430-5435

Stewart IJ & Peel S.1980. Granulated metrial glands cells at implantation sites of the pregnant mouse uterus. *Anatomy and Embryology*, 160: 227-238

Stewart IJ. 1991. Granulated metrial gland cells: pregnancy specific leukocytes? *Journal of Leukocyte Biology*, 50: 198-207

Stewart J, Bebington CR & Mukhtar DD. 2000. Lectin binding characteristics of mouse placental cells. *Journal of Anatomy*, 196: 371-378

Stokes A, Allen GP, Pullen LA & Murray PK. 1989. A hamster model of equine herpesvirus type 1 (EHV-1) infection; passive protection by monoclonal antibodies to EHV-1 glycoproteins 13, 14 and 17/18. *Journal of General Virology*, 70: 1173-1183

Stokes A, Alber DG, Cameron RS, Marshall RN, Allen GP & Killington RA. 1996. The production of a truncated form of baculovirus expressed EHV-1 glycoprotein C and its role in protection of C3H (H-2Kk) mice against virus challenge. *Virus Research*, 44: 97-109

Svanborg C, Godaly G & Hedlund M. 1999. Cytokine responses during mucosal infections: role in disease pathogenesis and host defense. *Current Opinions in Microbiology* 2: 99-105

Talbot JA, Nielsen K & Corbeil LB. 1991. Cleavage of reproductive secretions by extracellular proteinases of *Tritrichomonas foetus*. *Canadian Journal of Microbiology*, 37: 384-390

Tachibana M, Watanabe K, Yamasaki Y, Suzuki H & Watarai M. 2008. Expression of heme oxygenase-1 is associated with abor-

tion caused by *Brucella abortus* infection in pregnant mice. *Microbial Pathogenesis*, 45: 105-109

Taylor MW & Feng GS. 1991. Relationship between interferon-gamma, indoleamine 2,3-dioxygenase, and tryptophan catabolism. *FASEB Journal*, 5: 2516-2522

Tearle JP, Smith KC, Boyle MS, Bin NS, Livesay GJ & Mumford JA. 1996. Replication of equid herpesvirus 1 (EHV-1) in the testes and epididymes of ponies and venereal shedding of infectious virus. *Journal of Comparative Pathology*, 115: 385-397

Tewari D, Whalley JM, Love DN & Field HJ. 1994. Characterization of immune responses to baculovirus-expressed equine herpesvirus type 1 glycoproteins D and H in a murine model. *Journal of General Virology* 75: 1735-1741

Tewari D, Nair SV, De Ungria MC, Lawrence GL, Hayden M, Love DN, Field HJ & Whalley JM. 1995. Immunization with glycoprotein C of equine herpesvirus-1 is associated with accelerated virus clearance in a murine model. *Archives of Virology*, 140: 789-797

Thomford J, Talbot J, Ikeda J & Corbeil L. 1996. Characterization of extracellular Proteinases of *Tritrichomonas foetus*. *Journal of Parasitology*, 82: 112-117

Vachharajani TJ, Work J, Issekutz AC & Granger DN. 2000. Heme oxygenase modulates selectin expression in different regional vascular beds. *American Journal of Physiology. Heart and Circulatory Physiology* 278: 1613-1617

Van Woensel PAM, Goovaerts D, Markx D & Visser N. 1995. A mouse model for testing the pathogenicity of equine herpes virus- 1 strains. *Journal of Virological Methods* 54: 39-49

Van Andel RA, Franklin CL, St Claire MC, Riley LK, Besch-Wiliford CL & Hook RR Jr. 1996. Lesions of experimental genital *Tritrichomonas foetus* infections in estrogenized BALB/c mice. *Veterinary Pathology*, 33: 407-411

Walker C, Packiarajah P, Gilkerson JR, Love DN & Whalley JM. 1998a. Primary and secondary infection of mice with equine herpesvirus 1, strain HVS25A. *Virus Research*, 57: 151-162

Walker C, Perotti VM, Love DN & Whalley IM. 1998b. Infection with equine herpesvirus 1 (EHV-1) strain HVS25A in pregnant mice. *Journal of Comparative Pathology*, 120: 15-27

Walker C, Love DN & Whalley JM. 1999. Comparison of the pathogenesis of acute equine herpesvirus 1 (EHV-1) infection in the horse and the mouse model: a review. *Veterinary Microbiology*, 68: 3-13

Wang WJ, Hao CF, Lin Y, Yin GJ, Bao SH, Qiu LH & Lin QD. 2010. Increased prevalence of T helper 17 (Th17) cells in peripheral blood and decidua in unexplained recurrent spontaneous abortion patients. *Journal of Reproductive Immunology*, 84: 164-170

Wegmann T, Lin H, Gilbert L & Mosmann T. 1993. Bidirectional cytokine interactions in the maternal-fetal relationship: is successful pregnancy a Th2 phenomenon? *Immunology Today*, 14: 353-356

Welch HM, Bridges CG, Lyon AM, Griffiths L & Edington N. 1992. Latent herpesviruses 1 and 4: detection and distinction using the polymerase chain reaction and co-cultivation from lymphoid tissues. *Journal of General Virology*, 73, 261-268

Welsh AO & Enders AC. 1993. Chorioallantoic placenta formation in the rat. III. Granulated cells invade the uterine luminal epithelium at the time of epithelial cell death. *Biology of Reproduction*, 49: 38-57

Whitwell KE & Blunden AS. 1992. Pathological findings in horses dying during an outbreak of the paralytic form of Equid herpesvirus type 1 (EHV1) infection. *Equine Veterinary Journal*, 24: 13-19

Widayati DT, Ohmori Y & Fukuta K. 2004. Distribution patterns of immunocompetent cells in the pregnant mouse uteri carrying allogeneic mouse and xenogeneic vole embryos. *Journal of Anatomy*, 205: 45-55

Wilks CR & Coggins L. 1977. Protective, immunity in equine herpesvirus type-1 infection of hamsters. *Cornell Veterinarian*, 67: 385-403

Woudwyk MA, Monteavaro CE, Jensen F, Soto P, Barbeito CG & Zenclussen AC. 2012. Study of the Uterine Local Immune Response in a Murine Model of Embryonic Death Due to *Tritrichomonas foetus*. *American Journal of Reproductive Immunology*, 68: 128–137

Woudwyk MA, Gimeno EJ, Soto P, Barbeito CG & Monteavaro CE. 2013. Lectin Binding Pattern in the Uterus of Pregnant Mice Infected with *Tritrichomonas foetus*. *Journal of Comparative Pathology*, 149: 341-345

Yranzo NL. 2004. Inmunobiología del embarazo: Mecanismos celulares y moleculares involucrados en el mantenimiento de la unidad materno-fetal. P 351-358 En: Rabinovich GA. *Inmunopatología molecular: Nuevas fronteras de la medicina*. 1ra Edición. Ed Panamericana, Buenos Aires, Argentina

Zanuzzi CN, Scrochi MR, Fuentealba N, Nishida F, Portiansky EL, Muglia C, Gimeno EJ, Barbeito CG & Galosi CM. 2014. Effects of *Equid herpesvirus 1* (EHV-1) AR8 and HH1 strains on BALB-c mice. *Archives of Virology*, 159: 141-145

Zenclussen AC, Lim E, Knoeller S, Knackstedt M, Hertwig K, Hagen E, Klapp BF & Arck PC. 2003a. Heme oxygenases in pregnancy. II: HO-2 is downregulated in human pathologic pregnancies. *American Journal of Reproductive Immunology*, 50: 66–76

Zenclussen AC, Blois S, Olmos S, Roux ME & Margni RA. 2003b. Murine abortion is associated with enhanced interleukin-6 levels at the feto-maternal interface. *Cytokine*, 24: 150-160

Zenclussen AC, Gerlof K, Zenclussen ML, Sollwedel A, Zambon-Bertoja A, Ritter T, Kotsch K, Leber J & Volk HD. 2005a. Abnormal T-cell reactivity against paternal antigens in spontaneous abortion: adoptive transfer of pregnancy-induced CD4+CD25+ T regulatory cells prevents fetal rejection in a murine abortion model. *American Journal of Pathology*, 163: 811-822

Zenclussen AC, Sollwedel A, Bertoja AZ, Gerlof K, Zenclussen ML, Woiciechowsky C & Volk HD. 2005b. Heme oxygenase as a therapeutic target in immunological pregnancy complications. *International Immunopharmacology*, 5: 41–51

Zenclussen AC. 2005. CD4+CD25+ T regulatory cells in murine pregnancy. *Journal of Reproductive Immunology*, 65: 101-110

Zenclussen AC. 2006. Regulatory T cells in pregnancy. *Springer Seminars in Immunopathology*, 28: 31-39

Zenclussen AC, Gerlof K, Zenclussen ML, Ritschel S, Zambon Bertoja A, Fest S, Hontsu S, Ueha S, Matsushima K, Leber J & Volk HD. 2006a. Regulatory T cells induce a privileged tolerant microenvironment at the fetal-maternal interface. *European Journal of Immunology*, 36, 82-94

Zenclussen ML, Anegón I, Zambon Bertoja A, Chauveau C, Vogt K, Gerlof K, Sollwedel A, Volk HD, Ritter T & Zenclussen AC. 2006b. Over-expression of heme oxygenase-1 by adenoviral gene transfer improves pregnancy outcome in a murine model of abortion. *Journal of Reproductive Immunology*, 69: 35-52

Zenclussen AC, Schumacher A, Zenclussen ML, Wafula P & Volk HD. 2007. Immunology of pregnancy: cellular mechanisms allowing fetal survival within the maternal uterus. *Expert Reviews in Molecular Medicine*, 9: 1-14

Zenclussen ML, Casalis PA, El-Mousleh T, Rebelo S, Langwisch S, Linzke N, Volk HD, Fest S, Soares MP & Zenclussen AC. 2011. Haem oxygenase-1 dictates intrauterine fetal survival in mice via carbon monoxide. *Journal of Pathology*, 225: 293-304

Zheng LM, Ojcius DM & Young JDE. 1991a. Role of granulated metrial gland cells in the immunology of pregnancy. *American Journal of Reproductive Immunology*, 25: 72-76

Zheng LM, Ojcius DM, Liu CC, Kramer MD, Simon MM, Parr EL & Young JD. 1991b. Immunogold labeling of perforin and serine esterases in granulated metrial gland cells. *FASEB Journal*, 5: 79-85

Sesión Pública Extraordinaria
Buenos Aires, 24 de setiembre de 2013

Apertura para la disertación del Lic. Jorge García González

por el **Sr. Presidente de la Academia Nacional de
Agronomía y Veterinaria, Dr. Carlos O. Scoppa**

Señoras y Señores,

La Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria ha convocado a Sesión Pública Extraordinaria para escuchar la disertación que el Lic. Jorge García González nos brindara sobre el tema La salud del suelo y la seguridad alimentaria.

Titulo por demás sugestivo y atrapante por la significación de consecuencia humana y social, y hasta biológica que tiene en sí mismo y que es tópico absorbente en el mundo actual.

Cuando hace aproximadamente 10.000 años el hombre del Neolítico abordó la utilización del suelo para desarrollar la agricultura y la ganadería produjo, sin lugar a dudas, el más conmovedor y transcendental acto de la inteligencia humana.

Es que con esta acción se radica, deja de ser nómade, reduciendo de manera espectacular el espacio geográfico que necesita para vivir, al mismo tiempo que genera la más formidable economía de energía. Elimina el último eslabón de la cadena trófica, al dejar de comer al animal para consumir lo que produce a ese animal. Así, mediante una actitud racional garantizo su perdurabilidad como especie.

Desde entonces, sobre este recurso natural, que es el suelo, se asentó toda la permanencia y desarrollo de la población humana.

Sin embargo, como consecuencia del aumento demográfico ese recurso fue paulatinamente sometido a un uso cada vez mas intensivo sobre superficies también mas extensas y diversas con aptitudes diferentes y más vulnerables llevándolo, en ciertos casos, a una peligrosa degradación de sus cualidades.

Esta situación, si bien viene siendo sentida, evaluada y tratada de corregir o amortiguar desde hace ya bastante tiempo, no hay duda que la transcendental Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, realizada a iniciativa del Gobierno de Suecia, y reunida en Estocolmo en 1972, enseñó al mundo los peligros que conlleva la utilización indiscriminada de los recursos naturales, entre los que se encuentra el suelo, para el futuro de la humanidad.

Esa conferencia y el desarrollo de la ciencia aeroespacial con los satélites de observación terrestre que nos permitieron ver directa y sencillamente la Tierra como es, y no como hasta entonces derivada del conocimiento empírico e indirecto, nos introdujo de manera dramática la realidad de su finitud.

Ambas cuestiones, así como muchas otras, crearon en la humanidad una enfática toma de conciencia, alguna veces dramatizada, respecto a la conservación del patrimonio natural que se nos otorgara.

Nuestra Academia, también y desde siempre prestó especial atención a estas cuestiones en forma permanente y de distintas formas como debates, realización de seminarios, talleres, conferencias declaraciones y otras acciones tendientes a ampliar su conocimiento como para concientizar con idoneidad la misión que

la ley y la sociedad le asigna y espera de las corporaciones académicas.

Así, evitó y rechaza siempre lo meramente discursivo, lo solemne o lo dramático que solo son cortina para ocultar ignorancia. Estamos, como en todas las cosas esenciales para la vida, ante una preocupación muy vieja y permanente que nos requiere ahora, como entonces, la mayor atención.

Si bien debemos reconocer que la dimensión superlativa alcanzada en la actualidad, parecería justificarse, preponderantemente, por la parafernalia ambientalista y su ecoterrorismo concurrente, es evidente que la sostenibilidad de los recursos naturales resulta una cuestión crítica para el mundo y el país y de la cual nuestra corporación no puede estar ausente.

Por otra parte, los biocombustibles si bien siempre fueron y son en su gran mayoría "bios", desde los tiempos del pedernal hasta los de la exploración planetaria, fósiles o no fósiles, pero reconociendo siempre una génesis biológica.

Pero hoy su abastecimiento, al menos por el momento, estaría fundamentalmente dependiendo de una agricultura, no ya agroalimentaria sino agroenergética. Una transformación que posibilita abrir nuevos caminos y dejar atrás anquilosamientos respecto a la utilización del suelo, procurando aprovechar al máximo la capacidad de almacenamiento de energía de los vegetales.

Al Lic García González que hoy honra esta tribuna, la academia agradece su desinteresado concurso, que seguramente nos ayudara a estar más cerca de visualizar los desafíos que al suelo le impone la actual civilización.

Sesión Pública Extraordinaria
Conferencia
24 de setiembre de 2013

La Salud del Suelo y la Seguridad Alimentaria

por **Jorge Garcia González**¹

¹ Lic. info@JGGconsulting.com

Muy buenas tardes

Deseo agradecer a la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria la invitación para compartir con Uds. algunos conceptos sobre un tema de mucha actualidad y trascendencia: La Salud del Suelo y la Seguridad Alimentaria.

Deseo particularmente agradecer al Dr. Carlos Scoppa, Presidente de la Academia, por su apoyo a esta iniciativa y por sus amables palabras de introducción.

También deseo agradecer al Ing. Rodolfo Frank, Secretario General de la Academia, y a su equipo, por la organización de esta presentación.

Por último deseo agradecer al Dr. Bernardo Carrillo quien fuera el propulsor original de la idea

Veo muchas caras de colegas y amigos tanto de Argentina como del Uruguay.

Quiero agradecerles a todos el haber venido a acompañarnos esta tarde.

En la presentación vamos a ver algunas predicciones realizadas por importantes instituciones científicas pero, al tratarse de predicciones, no está demás tener presente la muy apropiada frase de Niels Bohr (Premio Nobel de Física 1922): "Hacer predicciones es muy difícil, sobre todo cuando se trata del futuro"

Vayamos ahora al nuestro primer sujeto: el suelo.

El suelo se encuentra en una permanente interacción con dimensiones tales como la atmósfera, la hidrósfera, la litósfera y la biósfera.

Como marco conceptual consideraremos al suelo en cuanto a su relación con los cultivos agrícolas extensivos destinados a la producción de alimentos, fibras, forrajes, combustibles y materiales orgánicos.

Excluye otras fuentes tales como los cultivos bacterianos y fúngicos, la hidroponía, los cultivos de flora y fauna acuáticas, y otros.

El suelo, como todo organismo viviente, puede estar:

... Sano,
... Enfermo, o
... Muerto

¿Calidad o salud del suelo?

Para clarificar terminología consideramos importante hacer una primera aclaración:

Por "Calidad" del suelo entendemos las características propias de un suelo basadas en la naturaleza de su origen y que esencialmente podemos asociarla a las diferentes categorías estructurales y texturales (combinando en diferentes proporciones los tres componentes: arena, limo y arcilla).

Por "Salud" del suelo entendemos el estado actual del mismo, es decir la evolución sufrida desde sus orígenes, y particularmente sus características funcionales, sus nutrientes, etc.

Es decir un suelo de Calidad puede estar por debajo de su potencial de rendimiento agropecuario debido a su estado de Salud.

Seguridad alimentaria

Usando la definición de las Naciones Unidas: "... se considera que existe seguridad alimentaria cuando las personas tienen acceso, continuo, a alimentos suficientes, sanos y nutritivos que le permitan tener una vida activa y saludable.

En la actualidad vemos un notable contraste.

Por un lado las carencias:

- + 1.000 millones con hambre
- + 1.000 millones con deficiencias de nutrientes (especialmente hierro, zinc, yodo, vitamina A, etc.)

Por el otro los excesos:

- millones padecen enfermedades derivadas del sobrepeso y la obesidad

Si analizamos las regiones en donde su población sufre un déficit nutricional crónico vemos que se concentran en el suroeste de América del Sur, el Caribe (en donde Haití es el arquetipo), la mayor parte del Africa, gran parte del Oriente Medio, la India y el sudeste asiático.



LA PRESIÓN SOBRE EL SUELO

La presión sobre el recurso suelo es una realidad creciente, de una u otra forma, en casi todo el mundo.

Esta presión surge como consecuencia de variables tales como, por ejemplo:

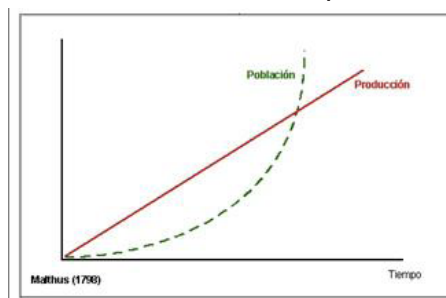
- Crecimiento demográfico
- Urbanización
- Cambio Climático
- Escasez Alimentos
- Escasez Agua
- Analicemos brevemente la primera causa.

Crecimiento demográfico

En el siglo XVIII Thomas Malthus (1766-1834), clérigo y demógrafo inglés, publicó su famoso trabajo *An Essay on the Principle of Population* (1798) que destacaba algunos conceptos aún hoy válidos, pero realizaba una proyección que luego no se cumplió y fue conocida como la “catástrofe maltusiana”.

En esencia predecía que el crecimiento de la población iba a superar el crecimiento en la producción de alimentos por lo que el hambre era inevitable.

El siguiente cuadro resume el concepto¹:



¹ Casas, Roberto, disertación: La Conservación de los Suelos y la Sustentabilidad de los Sistemas Agrícolas, Premio Ing. Antonio Prego - 2000

La profecía de Malthus no se cumplió debido a factores ajenos que modificaron la realidad desde la cual predecía y entre ellos podemos destacar:

- El efecto de la industrialización y la incorporación de métodos y tecnologías que permitieron multiplicar la producción de alimentos (especialmente en los países ricos)
- El mayor nivel de educación de la población, especialmente de las madres
- La reducción de las tasas de fertilidad.

En los últimos 60 años la disponibilidad de medicinas y el acceso a prácticas de higiene, sanidad y educación permitieron un notable aumento en la expectativa de vida:

- Países industrializados: de 35 a 77 años
- India: de 38 a 64 años
- China: de 41 a 73 años

En contraste vemos, por ejemplo, lo que sucede en el África, particularmente el África Sub Sahariana en donde se practica, al igual que en muchas otras zonas del mundo, una primitiva agricultura de subsistencia.

En donde encontramos hogares y tribus que presentan muy altos niveles de fertilidad y, al mismo tiempo, muy altos niveles de mortalidad y, particularmente, de mortalidad infantil.

El caso de Angola con un 18% de mortalidad muestra el dramatismo de la situación actual.

La alta tasa de natalidad tiene un rol parcialmente compensatorio:

- Compensa parcialmente la mortalidad
- Permite más mano de obra para la subsistencia

Los extremos opuestos actuales son Haití, donde la expecta-

tiva de vida no llega a los 30 años y Mónaco donde casi llega a los 90.

- Haití = 29,9 años
- Mónaco = 89,9 años

O sea, durante 1 generación de monegascos temporalmente se desarrollan 3 generaciones diferentes de haitianos.

Nicholas Eberstadt del American Enterprise Institute hace un planteo muy gráfico: *El crecimiento de la población comenzó no debido a que los humanos se reproducían como conejos sino a que dejaron de morir como moscas.*²

Resumiendo no solo menos personas morían sino que a su vez ellas tenían hijos.

En el último medio siglo la población mundial creció a una magnitud sin precedents.

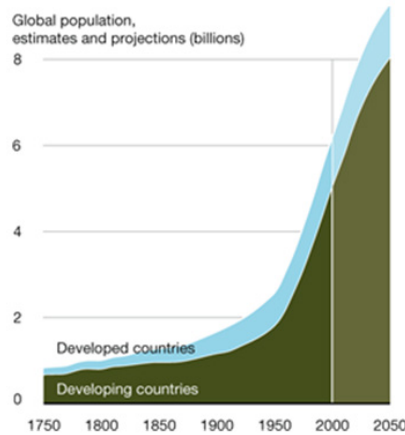
En 1950 éramos 2.500 millones y hoy somos 7.000 millones

Se estima que la población mundial alcanzará los 9000 millones en el 2050, el 60% de la cual se encontrará en Asia:

- 1950: 2500 millones
- 2000: 6100 millones
- Hoy: 7000 millones
- 2050: 9000 millones (estimaciones UN)

Este gráfico muestra claramente como el crecimiento ha tenido y tiene su motor en los países en desarrollo:

² Traducción del Autor.



En algunos países el control de la natalidad afecta directamente la llamada tasa de reemplazo.

Consideramos a los dos más poblados:

- China: con su política del hijo único
- India: con la esterilización vía ligadura trompas o la vasectomía

En los países industrializados se aprecian tasas negativas de reemplazo para los "nativos" (un promedio menor a 2,1 hijos por hogar) por lo que se recurre a la inmigración compensatoria.

Las proyecciones estiman que para el 2050 la población del planeta se habrá estabilizado debido a factores tales como:

- Aumento del nivel educación de las mujeres
- Baja tasa de fertilidad
- Sube edad promedio del primer parto
- Incorporación mundo del trabajo (eleva costo de oportunidad de su tiempo)

Se aprecia una correlación entre el tamaño de las familias y el ingreso per capita:

- Familias + chicas = población + rica

- Población + rica = familias + chicas

Fuera de los aspectos directamente relacionados con la naturaleza el impacto también se aprecia en muchas otras dimensiones.

Por ejemplo:

- La relación de trabajadores activos versus jubilados
- El aumento en los límites de edad para la jubilación
- Su efecto negativo en cuanto a menor disponibilidad de empleos para los jóvenes por reemplazo de quienes se retirarían
- Mayor presión sobre los costos y calidad de servicios de asistencia médica y social

Al ser el planeta finito su capacidad de sostener el hombre también es finita.

Es decir, en algún momento el crecimiento poblacional será nulo.

Urbanización creciente

El crecimiento demográfico se potencia con otra variable: el notable aumento en los niveles de urbanización.

En 1975 había sólo 3 ciudades de más de 10 millones de habitantes, hoy hay 30, la mayoría en países en desarrollo.

Estas mega urbes absorben las poblaciones que migran desde el ámbito rural en donde no cuentan con trabajos sustentables ni condiciones de vida, educación, acceso a la salud, entretenimiento, etc. razonables.

En otros casos las migraciones se producen por simple agotamiento de los recursos naturales, particularmente agua y suelo fértil.

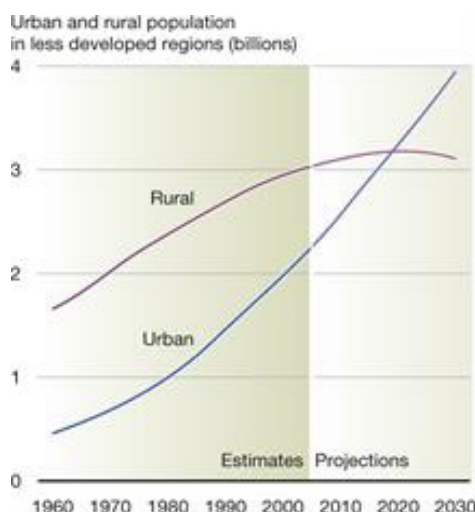
El análisis del origen geográfico de los habitantes de las villas miseria que rodean las grandes ciudades muy probablemente in-

dicará cuáles son las zonas más erosionadas del país³.

El llamado vaciamiento del campo es una realidad creciente en casi todo el mundo.

Los jóvenes parten a buscar su desarrollo y crecimiento en la ciudades y solo quedan los viejos y luego, los pueblos abandonados.

Este gráfico muestra la evolución de población rural en el último medio siglo y la proyectada para los 20 años siguientes:



Las principales causas de las migraciones son:

- Hambre
- Falta de trabajo
- Búsqueda de una mejor calidad de vida
- Acceso educación/salud
- Huida de la violencia
- Agotamiento recursos naturales

³ Molina, Jorge S., Una nueva conquista del desierto, Emecé Editores, 1980

El agotamiento de los recursos naturales, particularmente de tierra y de agua, llevan a una creciente presión sobre el suelo con la consiguiente pérdida de la salud del mismo.

Este éxodo de la población rural se produce en grandes zonas del planeta

Se aprecia un envejecimiento creciente de la población que permanece en los predios rurales.

Los jóvenes parten con la esperanza de encontrar mejores condiciones para su desarrollo personal.

Las explotaciones rurales tienden a concentrarse o desaparecer

Según el Ing. Diego White, de Mora y Araujo en la Argentina en una década se redujo la cantidad de productores agropecuarios de 378.000 a 100.000.

El 75% de la producción pampeana lo realiza el 37% de los productores

Este gráfico abarcando un período de 90 años en los EE.UU. muestra un patrón inequívoco



Los productores agropecuarios tradicionales se caracterizan por:

- Ser explotaciones familiares en su mayor parte
- Donde sus propietarios hacen de:
 - ✓ Dueño

- ✓ Gerente
 - ✓ Técnico
 - ✓ Empleado
- Lo que tiende a una baja eficiencia por falta de:
 - ✓ Conocimientos
 - ✓ Capital
 - ✓ Tecnología
 - ✓ Organización
 - ✓ Escala

Por otra parte la tercerización, sea por arriendo, aparcerías, medianerías u otras formas, sigue siendo algo importante

En el caso de la Argentina el 60% de la superficie es explotada por terceros.

En el caso el Uruguay el 70% es explotada por terceros

El hacinamiento urbano es una característica que se aprecia tanto en llamado primer mundo como en el llamado tercer mundo, aunque obviamente no se expresan de la misma forma.

El crecimiento demográfico y la creciente urbanización traen aparejadas otras serias consecuencias tales como, por ejemplo:

- Descenso napas de agua
- Contaminación de acuíferos
- Erosión suelos agrícolas
- Pérdida del efecto filtrado del suelo (*buffer*)
- Talas indiscriminadas de bosques nativos
- Disminución de la biodiversidad
- Disminución stocks de peces
- Riesgo para muchos ecosistemas
- Fragilidad creciente en los balances naturales

El crecimiento demográfico tomó velocidad particularmente a partir del período Neolítico en el cual nuestros antecesores pasaron de la caza a la cría (o domesticación de animales), de la recolección a la agricultura, del nomadismo al sedentarismo.

Si bien podemos considerar que las primeras civilizaciones se desarrollaron en la Mesopotamia y en los valles del Indus y del Nilo fue en la primera de éstas donde se consolidó el concepto.

Por ejemplo: el crecimiento de las ciudades, la escritura, la contabilidad, el dinero, la división del trabajo, las leyes, la literatura, el comercio, la rueda, el sistema sexagesimal, etc.

Además, fue la cuna de las 3 religiones del libro.

La disponibilidad de suelos fértiles, agua para regar, suelos planos y escasez de lluvias fue clave para el desarrollo de la Babilonia de Hamurabí (siglo XIX AC).

Este sistema llegó a alimentar entre 15 a 20 millones de personas.

Las razones de las caídas de estos imperios fueron:

- Guerras
- Decadencia moral
- Corrupción política
- Crisis de liderazgos

Por otra parte la deforestación río arriba en las montañas de Armenia generó importantes niveles de erosión y como consecuencia el arrastre de las partículas en suspensión que fluyeron hacia el sur y taponaron los canales de irrigación.

Durante muchos siglos (los Acadios y Sumerios los conservaron durante 20 siglos) este problema se paliaba con mano de obra de esclavos.

Con las sucesivas invasiones que arrasaban las ciudades las

tareas de limpieza se abandonaban, las arenas avanzaban sobre los regadíos y como resultado las ciudades se desintegraban.

La causa más directa, que a pesar de los miles de años de distancia, parece reflejar una foto actual fue el rápido crecimiento de la población urbana que forzaba sobre-explotación de los recursos utilizados para alimentar, vestir, albergar y calentar a los habitantes.

Como consecuencia se producían efectos tales como:

- Pérdida de fertilidad de los suelos
- Erosión creciente
- Empobrecimiento
- Hambre
- Abandono de las ciudades

El cambio climático

Que el clima está cambiando es una de las pocas certezas que tenemos.

Cambió antes de nosotros y cambiará después.

No se sabe bien qué mueve al clima.

Los científicos enumeran algunas causas:

- La actividad antrópica
- La actividad de los volcanes
- Los ciclos de las manchas solares
- Los cambios en la oblicuidad de la elíptica de la Tierra
- Otras variables

Estas causas, si bien son importantes individualmente, hacen que sus interacciones potencien los efectos del cambio climático.

Walter Baethgen⁴ indica:

- Si bien los modelos en general coinciden que en el futuro las temperaturas globales van a aumentar difieren en cuando a la magnitud de esos cambios (entre 1° y 5 C para fin del siglo XXI)
- Estos modelos globales pueden decir muy poco, casi nada, del nivel local
- Los modelos no coinciden ni en la magnitud y muchas veces ni en el signo de las lluvias en el futuro (algunos predicen aumentos de lluvias y otros disminuciones)
- Resumiendo, es científicamente imposible hoy saber que va a pasar localmente con un nivel de certidumbre que sea útil
- Sí hay coincidencias que la variabilidad va a aumentar, es decir, que va a haber más eventos severos o extremos (sequías, inundaciones, etc.) que es lo que importa ya que son los que producen daños sociales
- Debemos trabajar para disminuir la vulnerabilidad de las sociedades a la variabilidad climática de hoy

La interacción entre la atmósfera y el mar es sumamente compleja.

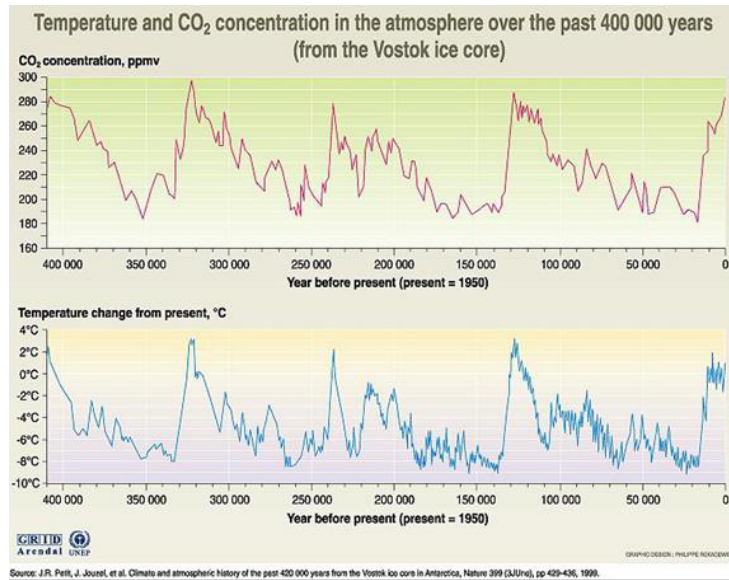
George Philander indica: “Mientras que la atmósfera es ágil y veloz, y responde con destreza a los indicios que el envía el mar, éste es lento y pesado”⁵.

Si analizamos la evolución de la temperatura y de la concentración de CO₂ en la atmósfera en los últimos 400.000 años podremos apreciar que el clima en nuestro planeta ha sido inestable con cambios térmicos muy significativos pasando de cli-

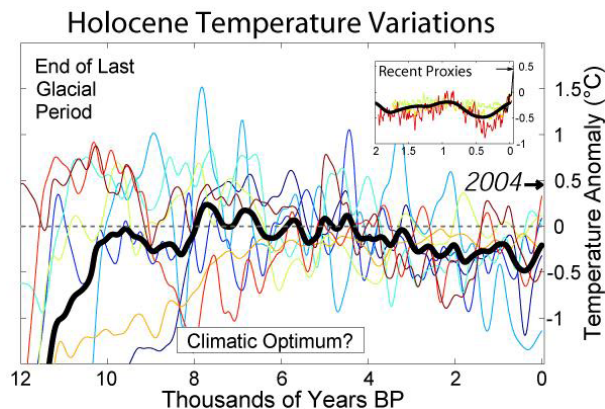
⁴ Director del Programa Regional para América Latina y el Caribe del International Research Institute for Climate and Society, Earth Institute

⁵ Philander, George, “Is the temperature rising?”, Princeton University Press, 2000

mas templados a glaciaciones en unas pocas décadas:⁶



Si analizamos las variaciones de temperatura desde la última glaciación podemos apreciar disparidades muy importantes, particularmente en los inicios cuando podemos considerar con certeza que la actividad antrópica era insignificante.



⁶ J.R. Petit, J. Jouzel, et. al. Climate and atmospheric history of the past 420 000 years from the Vostok ice core in Antarctica, Nature 399 (3June), pp 429-436, 1999

Este comportamiento seguramente va a continuar hasta la próxima glaciación.

Resulta interesante analizar los grandes cambios sociales, políticos, económicos y geográficos causados por el llamado Período Cálido Medieval⁷ que fuera muy bien descrito por Brian Fagan⁸ y tuviera lugar entre el año 800 y el 1300, o sea, durante aproximadamente 500 años:

- No tuvo un desarrollo lineal
- Ni fue homogéneo en todas partes
- Produjo grandes cambios en todas las esferas de la actividad humana

En Europa el clima benigno hizo que se lograsen abundantes cosechas que permitieron el florecimiento de la Alta Edad Media.

Hasta se producía vino en Noruega y Prusia.

Los escandinavos y los asiáticos pudieron llegar a descubrir América y comerciar con Alaska y Groenlandia

El efecto invernadero

Los gases llamados invernadero son aquellos que absorben y emiten radiación dentro del espectro infrarrojo y que básicamente son el vapor de agua, el Dióxido de Carbono (CO₂), el Metano (CH₄), el Óxido Nitroso (N₂O) y el Ozono (O₃).

Muchos científicos han planteado su preocupación sobre que la mayor concentración de gases invernadero están causando un aumento sin precedentes de la temperatura media de la tierra trayendo consecuencias negativas para el ambiente y para la salud humana.

⁷ Bautizado así por el prestigioso meteorólogo británico Hubert Lamb

⁸ Fagan, Brian, El Gran Calentamiento, Ed. Gedisa, Barcelona 2009

El efecto invernadero no solo se aprecia en la Tierra sino también en planetas como Venus, Marte y Titán.

Sin la protección de los gases invernadero la temperatura de la Tierra sería unos 33° C menor a la actual.⁹

En los últimos 800.000 años el nivel de CO₂ osciló entre 180 y 280 ppm.¹⁰

Pero cuando se habla del llamado “efecto invernadero” como razón para el aumento en la temperatura promedio del planeta se hace foco en la emisión antrópica de gases y, particularmente, en las emisiones de Dióxido de Carbono.

Si analizamos este último gas veremos que en los últimos 800.000 años pasó de 180 a 280 ppm

Si por ejemplo consideramos la situación hace 56 millones de años (PETM – Paleocene-Eocene Thermal Maximum) los niveles de CO₂ superaban las 1500 ppm¹¹.

Desde el inicio de la Revolución Industrial la quema de combustibles fósiles y la tala de bosques elevó de 280 ppm a 390 ppm los niveles de Dióxido de Carbono (CO₂) en la atmósfera.

Diferentes modelos proyectivos plantean para otras épocas variaciones de una amplitud aún mayor.

Hace 500 millones de años los niveles de CO₂ eran posiblemente 10 veces más elevados que en la actualidad¹².

⁹ Le Treut H, Somerville R, Cubash U, Ding Y, Mautizen C, Mokssit A, Peterson T and Prather M (2007) Historical Overview of Climate Change Science.

¹⁰ AR4 SYR SPM page 4

¹¹ Vol. 220 – No. 4, page 96, NGS October 2011,

¹² World Energy Outlook 2007 Edition, IEA-International Energy Agency, Head of Communication and Information Office.

Por otra parte el potencial de calentamiento de los diferentes gases varía notablemente:

Gas	Notación	Potencial
Dióxido de Carbono	CO ₂	1
Metano	NH ₄	12
Óxido nitroso	N ₂ O	289

En este cuadro vemos la contribución estimada al efecto invernadero de algunos gases muy conocidos:

Gas	Notación	Contribución al efecto invernadero
Vapor de agua	H ₂ O	36 a 72 %
Dióxido de Carbono	CO ₂	9 a 26 %
Metano	CH ₄	4 a 9 %
Ozono	O ₃	3 a 7 %

El porcentaje menor representa un peso relativo estimado producto de la superposición entre gases y el porcentaje mayor representa al impacto de cada gas considerado individualmente.

Toda información de este tipo debe igualmente ser tomada con prudencia ya que aún no existe para todos los países un inventario de emisiones que identifique adecuadamente tanto las fuentes de emisión antrópicas como las fuentes de captura de CO₂.

Las emisiones no siempre se monitorean en forma directa sino que son estimadas por medio de modelos predictivos de confiabilidad variable.

Algunas emisiones pueden medirse con precisión limitada.

Las emisiones de procesos de generación de energía y otros procesos industriales tienden a ser medidas con mayor exactitud.

Los efectos de la Niña y el Niño

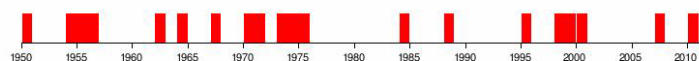
El efecto de estos dos fenómenos, que son parte de un muy complejo sistema de fluctuaciones climáticas regionales, es bien conocida en América del Sur

La Niña se caracteriza por temperaturas bajas en el Océano Pacífico Ecuatorial y el Niño por lo opuesto: temperaturas inusualmente altas.

Estas oscilaciones modifican cambios en los vientos tanto en la atmósfera baja como en la superior alternando ciclos de sequía y ciclos de lluvias en exceso.

Estos fenómenos, más conocidos como el ciclo ENOS (El Niño Oscilación Sur), si bien tienen una duración promedio de unos 4 años en la práctica ésta ha variado entre 2 y 7 años desde que existen registros apropiados.

El siguiente gráfico muestra la variabilidad de los efectos Niña en los últimos 60 años: ¹³



Por otra parte la variabilidad en las precipitaciones resulta más notable de lo que parece.

¹³ Climate Prediction Center NOAA (ed.): «Cold and warm episodes by season», Septiembre de 2011.

Con la sola excepción de las estaciones del año, el ENOS es el factor que por sí mismo más afecta al clima.

Resumiendo, la complejidad de los temas y las evidencias científicas controvertidas lleva a que se debe extremar la prudencia en el análisis y la difusión de información.

Pero desde el punto de vista de la producción de alimentos lo más importante reside en el incremento de las temperaturas nocturnas pues éstas crecen más que las máximas diurnas y éste incremento en la respiración nocturna afecta rindes.

Un estudio realizado por el International Rice Research Institute (1979-2003) muestra que mientras los máximos diurnos en período seco aumentaron 0,35 °C, en los mínimos nocturnos el aumento fue de 1,13 °C.

Estimando que la pérdida de rinde era de 10% por cada 1°C de la temperatura mínima (vegetativo).¹⁴

La demanda de alimentos

En los últimos años la demanda de alimentos creció a un nivel sin precedentes.

No sólo es un tema de aumentos en las cantidades de los alimentos consumidos sino en la naturaleza de los mismos y en los niveles de desperdicio generados.

Veamos primeramente un ejemplo de tendencia general¹⁵:

	1990	2000	2025
Población mundial (billones)	5,20	6,20	8,30
Demanda de alimentos (billones de toneladas)	1,97	2,45	3,97
Source: Bourlaug, N., Agroanalysis, Vol 27, n°03, Março 2007			

¹⁴ <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15226500>

¹⁵ Presentación por Fava Neves en el Uruguay (auspiciada por ADP) en Septiembre de 2009.

Si analizamos el cambio en las dietas en los países en desarrollo apreciaremos que casi la mitad de la producción de cereales se utiliza como forraje para los animales, por lo que el incremento en el consumo de proteínas animales en la dieta actúa como factor de presión adicional sobre la producción de granos en general.

Al proyectarse un aumento de consumo de carne de 37,4 kilos/persona/año (2000) a 52 kg/persona/año (2050) el requerimiento de cereales para la producción más intensiva de carne va a superar en 50% de la producción total de cereales¹⁶.

De acuerdo al Panel sobre Sustentabilidad Global de las Naciones Unidas este aumento en la demanda de alimentos va a incrementarse en los próximos 20 años (3.000 millones engrosarán clase media) producto de varios factores concurrentes.

Lo cual generará una presión para producir más alimentos, más agua y más energía.

La producción de alimentos

Sin duda vamos a ver un aumento en la producción de los alimentos en el mundo pero no en forma lineal.

En muchas regiones, particularmente las de mayor desbalance energético, encontramos limitaciones tanto a la posible expansión horizontal, o sea el aumento de área de tierras fértiles, como limitaciones en cuanto a la expansión vertical o sea, el aumento en los rendimientos por hectárea.

Pero, por otra parte, se estima que la productividad de la superficies agrícolas en países menos desarrollados va a descender al menos en un tercio debido a erosión, agotamiento de nutrien-

¹⁶ Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO) 2003. World agriculture: towards 2015/2030 Summary report. Rome, FAO and London, Earthscan.

tes del suelo, abandono de las áreas, sequías y otros riesgos climáticos.

Esto afectará en muy particularmente a las regiones tropicales y a las semiáridas donde el suministro de agua ya se encuentra amenazado por la agricultura industrial, la irrigación y la rápida expansión de las ciudades.

Otros problemas a enfrentar pueden ser los siguientes¹⁷:

- La contaminación de suelos, acuíferos y alimentos por el abuso de herbicidas, plaguicidas, fertilizantes y otros agroquímicos (conocidos como no puntuales)
- La autoselección de plagas resistentes a los plaguicidas, la destrucción de los enemigos naturales, la resurgencia de plagas y la aparición de plagas secundarias
- La reducción de la entomofauna polinizadora, de la micro y macro fauna del suelo, y de los sistemas ecológicos en general
- La salinización creciente de suelos y aguas
- El aumento en el consumo de combustibles fósiles para las labores y la producción de insumos

La participación en la reducción de la biodiversidad incluyendo el avance de los cultivos monoclonales

Los cambios en los modos y las articulaciones sociales.

La interacción entre las variables es directa y continua, incluyendo las externas.

Por ejemplo, desde hace décadas los subsidios a la producción agropecuaria en los EE.UU., Europa y Japón posibilitaron el incremento de la producción por encima del consumo, incrementaron

¹⁷ Lowy, Claudio R, "De la relación productividad/precio del sector agropecuario", Crítica Centro de Estudios Urbanos y Regionales y Centro de Estudios Avanzados de la Universidad de Buenos Aires, Noviembre de 1995.

la reserva de granos y la correspondiente baja de los precios internacionales.

Esto provocó que los productores en muchos de los países que no subsidiaban la producción debieran sobreexplotar la capacidad productiva de sus suelos, inclusive degradándolos, para poder subsistir y competir.

Sólo cambios políticos y sociales, capacitación, nuevas tecnologías de procesos e insumos, podrán modificar esta situación, generando un aumento en la eficiencia productiva.

Con lo que las perspectivas para la provisión alimentaria en muchos pueblos va a agravarse aun más.

Otra variable de importancia está relacionada con las pérdidas de alimentos y con el desperdicio de los mismos.

Según la FAO la suma de las pérdidas y desperdicios ascienden a 1.300 billones de toneladas por año en las siguientes etapas del proceso:

- Cosecha
- Ensilado
- Transporte
- Almacenaje
- Procesamiento
- Envasado
- Distribución
- Consumo

En Europa/EE.UU. se estima una pérdida de 95 a 115 kg/año/*per capita*

En el África sub-Sahariana y en el sudeste asiático de 6 a 11 kg/año/*per capita*.

Otra forma de valorar el tema es ver que éstas pérdidas equivalen a 1/3 del total producido.

Las fronteras agrícolas

Si analizamos la tierra arable disponible en el mundo veremos que los minifundios de baja productividad se concentran en los países con las tierras menos aptas.

Debido a la escasez de la tierra productiva la expansión de la producción agropecuaria a través de la incorporación de nuevas superficies que antes no era consideradas agrícolas, puede contribuir a un incremento en la producción pero esta alternativa tiene sus bemoles.

Por una parte se da el caso de simples substituciones o sea que en algunas regiones se agregan el mismo número de hectáreas que se agotan o erosionan.

Por otra parte en algunos casos la expansión se ha desarrollado a través de la destrucción de bosques cuyos suelos son frágiles y que si bien inicialmente son productivos luego se agotan rápidamente.

El sustrato de los bosques habitualmente tiene una estructura frágil y es vulnerable en el tiempo tanto por sus propias características como por el hecho que, habitualmente, en este tipo de procesos no se incorporan las buenas prácticas agrícolas.

Particularmente en las zonas de los Trópicos la descomposición de los residuos vegetales ocurre más rápidamente duplicándose cada 8-9° C de aumento en la temperatura media anual del aire.

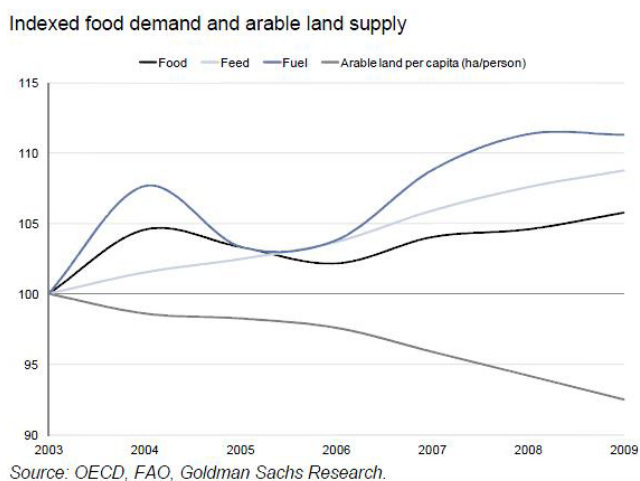
Esta velocidad de descomposición hace que sea muy difícil conseguir un equilibrio en los niveles de Materia Orgánica en los suelos bajo cultivo, por lo que se requeriría importantes adiciones de materia orgánica para conservar la labilidad del conjunto.

Los suelos en climas más templados tienden a mostrar niveles de Materia Orgánica más altos debido a una mineralización más lenta.

Este planteo productivo sobre-exigiendo el suelo para tratar de lograr resultados a corto plazo ha llevado a situaciones con impacto negativo tales como:

- Las labranzas erosivas y otras labores culturales con similar efecto
- El monocultivo
- La remoción de rastrojos
- El aumento en los niveles de erosión
- La compactación de suelos
- La reducción en la capacidad de infiltración
- La aplicación indiscriminada de fertilizantes y fitoterápicos

Este gráfico nos muestra cómo ha crecido la demanda de alimentos, forrajes y combustibles mientras que la superficie productiva continúa en descenso, fundamentalmente por el deterioro en la salud de los suelos.



Si bien la alternativa de incorporar nuevas tierra es posible y existen áreas sub-utilizadas o no incorporadas aún presenta algunas complejidades como vimos anteriormente.

Está probado que no resulta fácil incorporar nuevas tierras que puedan permanecer productivas en el tiempo en forma sustentable.

Hoy en día la FAO¹⁸ considera que la superficie total bajo labranza y cultivos permanentes alcanza a unas 1.500 millones de hectáreas, o sea, el 11% de la superficie de la tierra.

Pero si analizamos el período de principio de los años 60 a fines de los 90 nos encontramos que la superficie cultivable creció en un 11% mientras que la población casi se duplicó en el mismo período.

Resumiendo, la tierra cultivable per cápita se redujo en un 40% pasando de 0,43 hectáreas per cápita a solo 0,26 en la actualidad.

Se estima que, manteniendo la productividad actual, para 2030 se van a necesitar 120 millones de hectáreas adicionales especialmente en países en desarrollo.

En Asia ya se ha ocupado el 95% de las tierras aptas.

Entre las múltiples dificultades para el aumento en la producción de alimentos encontramos las siguientes:

- Falta capital de trabajo
- Poca tecnología
- Los propietarios explotan cada vez menos sus campos
- Los arriendos son de corto tiempo = riesgo de "minería"
- El exceso de agroquímicos y biocidas afectan la homeostasis
- Pérdidas oxidativas de MO
- Pérdida de sustentabilidad

¹⁸ <http://www.fao.org/docrep/004/y3557s/y3557s08.htm#m>.

El agua

El agua es probablemente la variable más crítica en la matriz de producción de alimentos.

Para poner el agua en perspectiva vemos que:

- 70% agua dulce en hielos
- 30% restante en su mayor parte está en acuíferos de recarga negativa

Dos tercios del agua consumida se utiliza para la producción de alimentos.

Hoy en el mundo hay un 46% personas sin agua corriente

Para el 2015 se estima que más de 2.000 millones de personas sufrirán escasez severa de agua.

Y entre los problemas relacionados con el agua, además de su disponibilidad en tiempo y forma, encontramos los siguientes:

- Contaminación de acuíferos
- Salinización/Sodificación creciente
- Mayor energía para extraerla
- Costos crecientes de potabilización

El Ing. Rodolfo Gil nos da una buena idea del agua que se precisa para producir alimentos:

Para producir	Litros de agua
1k Trigo	1.000
1 kg Soja	1.300
1 taza café	140
1 manzana	70
1 kg carne	16.000

El Ing. Roberto Casas (CIRN –INTA), destaca que en la Argentina el 75% del suelo es árido o semi-árido con déficit hídrico y que más del 40% de la superficie se encuentra con algún proceso de degradación

Como uno de muchos ejemplos, Arabia Saudita en los próximos 3 años va a pasar de ser exportadora de trigo a ser importadora neta, básicamente producto de la falta de agua.

Los países obtiene el agua que podemos llamar virtual a través de la importación de alimentos tales como cereales, frutas, lácteos, carnes, etc.

Argentina solamente en granos importa agua virtual por 3.100 millones de metros cúbicos y exporta por 46.000 millones de metros cúbicos o sea, tiene un superavit de 42.900 metros cúbicos. El agua será un recurso ...

... cada vez más escaso

... generador de conflictos crecientes

... afectará nuestra calidad de vida

Cada vez se requieren más recursos tanto para encontrarla como para hacerla utilizable

Es por eso que hoy debemos hablar de la “cosecha de agua”, es decir, cuánto grano producimos por mm de agua que utilizamos.

Los mercados y los precios de los productos agropecuarios

Los incrementos en la productividad de la producción agropecuaria en los países productores junto con las deformaciones de los mercados y con la transferencia de recursos ocurrida como resultados de los programas de subsidios y de dumping tanto en

América del Norte como en Europa trajo como resultado un impacto en los precios del maíz, arroz y otros granos que en 1980 eran un 75% más baratos que en 1950¹⁹.

Las leyes de oferta y demanda influyen claramente sobre las producciones agrícolas las que a su vez están directamente influenciadas por los factores climáticos (falta o exceso de agua, heladas, etc.), malezas, ataques de plagas, insectos, hongos y muchos otros.

Pero las producciones también resultan afectadas por otras decisiones políticas como por ejemplo el cierre del mercado de exportación de trigo realizado por Rusia en el 2010, el incremento en la proporción de biocombustibles, los cambios en los niveles de retenciones fiscales, el papel de los commodities agrícolas en los mercados financieros y de inversión, el impacto de los subsidios ya mencionados, los cambios en la dieta (la incorporación de un mayor porcentaje de proteínas de origen bovino, etc.)

Y por supuesto el entorno político-económico global.

El incremento en la demanda de proteínas animales y vegetales por parte de comunidades cuyo nivel de vida se eleva y sus dietas se sofistican ha tenido en los últimos años un importante impacto en los precios de las materias primas de origen agropecuario.

Los precios muy bajos tienen un doble efecto contraproducente:

Por una parte desestimular a los productores a incrementar su eficiencia productiva

Limitan sus posibilidades de inversión en nuevas tecnologías y desarrollos

Sacan del mercado a productores familiares y a pequeños productores

¹⁹ http://www.ejsd.org/public/journal_article/13.

Lo que a su vez llevan a una pobre y masiva utilización de alimentos para otros usos industriales.

Como ejemplo, la producción de bioetanol a partir del maíz es varias veces más ineficiente y costosa que el hacerlo a partir de otros cultivos como, por ejemplo, la caña de azúcar.

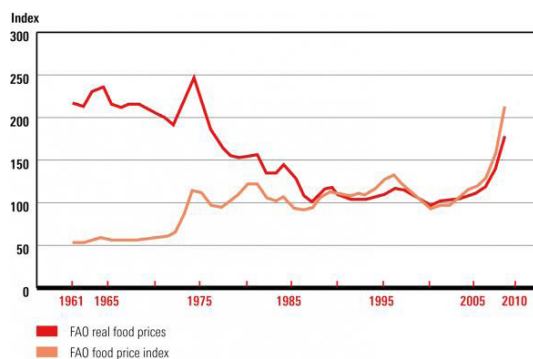
Por otro lado y si bien la escasez de un alimento eleva su precio y por ende lo puede alejar de las posibilidades de consumo de las comunidades más necesitadas y con pocos recursos, es también cierto que el problema más grave tal vez resida en otra parte: en la distribución y el acceso físico a dichos alimentos por parte de dichas comunidades.

Este acceso está limitado tanto por razones políticas, económicas y religiosas tanto como por aspectos físicos tales como una inadecuada infraestructura de transporte, almacenamiento, distribución y embarque.

El precio de los alimentos

El precio de los alimentos ha sido señalado como uno de los grandes culpables para lograr una adecuada seguridad alimentaria

Pero si analizamos la evolución de precio de los alimentos en el último medio siglo apreciamos que ha venido descendiendo casi continuamente, con la excepción de la crisis petróleo en 1974.



Si bien se aprecia un incremento de los precios en los últimos años aún no han alcanzado los niveles de hace medio siglo.

Por otra parte debemos tener presente que del valor de los alimentos consumidos sólo el 20% queda tranquilas adentro para el productor y ex-tranquila: el 80%.

Factores que afectan la Salud del Suelo

Los factores que afectan la salud del suelo pueden ser agrupados de varias maneras.

En cuanto a su origen los podemos clasificar en:

- Naturales
 - ✓ Movimientos de suelo (terremotos, etc.)
 - ✓ Movimientos de agua (maremotos, inundaciones, etc.)
 - ✓ Incendios naturales
 - ✓ Otras calamidades (langostas, cenizas, etc.)
- Antrópicos
 - ✓ Prácticas de manejo inadecuadas
 - ✓ Ignorancia
 - ✓ Imprudencia
 - ✓ Irresponsabilidad

Como factores coadyuvantes encontramos a:

- Prácticas de uso de la tierra
- Marco político-económico
- Estímulos inadecuados

Como ejemplo de los de origen antrópico podemos destacar el avance sobre áreas frágiles o marginales, y muy especialmente la tala indiscriminada de bosques tropicales.

Estas prácticas logran buenos niveles de fertilidad temporal en un período muy breve luego del cual el resultado es la degra-

dación del suelo, el abandono y a consecuente desertificación.

Lo que lleva a nuevas prácticas de talas indiscriminadas.

Estos general resultados difíciles o imposibles de revertir.

La pérdida de la Materia Orgánica tiene como causa más frecuente la antrópica y ocasiona:

- Empobrecimiento de los suelos
- Reducción de la actividad de síntesis
- Reducción del sistema poral
- Pérdida de capacidad de:
 - ✓ Retención de agua.
 - ✓ Intercambio gaseoso
- Vulnerabilidad a las acciones erosivas
- Difícil y caro de revertir
- Pérdida de la diversidad y cantidad de:
 - ✓ Microfauna
 - ✓ Mesofauna
 - ✓ Macrofauna

Al comienzo mencionamos que el suelo fértil es un organismo vivo.

Los organismos que se desarrollan y viven en la Materia Orgánica son la variable esencial de la salud del suelo pues:

- Mantienen la estructura de suelo
- Descomponen la MO y la incorporan al suelo
- Regulan proceso hidrológico y el intercambio gaseoso
- Secuestran el Carbono
- Reciclan los nutrientes
- Eliminan parásitos, etc.

- Establecen relaciones con las plantas (simbióticas y asimbióticas)
- Controlan del crecimiento vegetal

La degradación de la salud del suelo se produce como consecuencia de diversos factores tales como:

- Ausencia de coberturas
- Balance negativo de nutrientes
- Balance negativo de Carbono
- Aumento temperatura
- Reducción de la micro y meso fauna
- Compactación
- Encostramiento
- Erosión hídrica y eólica

La compactación afecta diversas variables:

- Densidad
- Niveles de porosidad
- Tasas de infiltración, etc.

Las causas de compactación más comunes son:

- Dejar suelos desnudos
- Tránsito de equipos pesados
- Pisadas del ganado

Además de corregir errores en el uso y manejo el suelo, la descompactación puede revertirse por medio de:

- Laboreo mecánico
- Subsoladores

- Laboreo biológico
 - ✓ Siembra de especies con raíces profundas/pivotantes tales como:
 - Achicoria, alfalfa, colza, algunos tréboles, etc.

La erosión

Según la FAO la agricultura utiliza el 11% de la superficie terrestre.

Pero un 25% de los suelos se los considera altamente degradados.

Estos suelos son calificados así cuando su:

- Sustentabilidad se encuentra comprometida
- Capacidad productiva seriamente disminuida
- Las oportunidades de recuperación son limitadas o inexistentes

La erosión eólica es producto de:

- Suelos descubiertos
- Vientos:
 - ✓ Fuertes
 - ✓ Cálidos
 - ✓ Secos
- Tormentas de polvo (limo-arcilla)

Los ejemplos clásicos son los desiertos de Sahara y de Gobi, donde se llegan a formar nubes de hasta 600 km de ancho 2500 km de largo y 7 km de ancho

El Simún (viento venenoso en árabe) vuela anualmente 260 millones de toneladas hacia el Atlántico y su temperatura puede sobrepasar los 54 °C, con una humedad por debajo del 10% lo que produce en personas y animales un efecto de asfixia e hiper-

termia (el viento cálido provee más calor al cuerpo del que puede ser evacuado por éste mediante la evaporación del sudor).

Otro ejemplo muy conocido son las voladuras en los EEUU conocidas como “dust bowl” que a mediados de la década de 1930 hizo estragos.



La erosión hídrica es producto de factores tales como:

- Suelos descubiertos
- Superficies encostradas

Lo que produce una erosión laminar causando:

- Arrastres
- Riadas
- Cárcavas
- Encharcamientos/saturación

El impacto de la gota de lluvia que llega al suelo con una velocidad de 9 metros por segundo (32 kms por hora) tiene una energía de 900 joules.

Si consideramos una esorrentía del 80% a 1 metro por segundo, la energía de esta última alcanza a 20 joule.

Es decir la clave reside en evitar dejar los suelos descubiertos en todo momento del año particularmente en las estaciones lluviosas. En los EE.UU. se estiman las pérdidas de suelo por erosión (RUSLE²⁰) en:

- Áreas de cultivos: 17 tons/ha/año
- Áreas de pasturas: 6 tons/ha/año

En la Argentina se calcula un total de 60 millones de hectáreas con algún grado de erosión.

El desafío actual

Por todo lo que vimos nos resulta claro la importancia de conservar y de mejorar la salud del suelo evitando su deterioro.

Lo que podemos hacer es:

- Crear conciencia
- Aumentar la producción de alimentos
- Cuidar la sustentabilidad de los sistemas

Los caminos posibles son los siguientes:

1. Expansión de la frontera agropecuaria

Sí, es posible pero:

- Es limitado regionalmente
- Puede ser compensatorio (reemplazo de suelos degradados en lugar de nuevas incorporaciones)
- Es finito

²⁰ <http://www.ars.usda.gov/research/docs.htm?docid=6010>

2. Extensión tecnológica

Sí, es posible pero:

- Existen disparidades de lugares/circunstancias
- Aspectos culturales que limitan su aplicación
- Limitación en recursos

3. Biotecnología

Sí, es posible en por ejemplo:

- Modificación genética
- Fertilización biológica
- Control biológico de insectos y plagas

Pero:

- Será suficiente?
- Disponibilidad de recursos regionales?
- Resultarán inocuos?
- Se llegará a tiempo para paliar el hambre?

4. Riego

Sí, es posible pero:

- Existen requerimientos de capital importantes no siempre disponibles
- Requerimientos tecnológicos
- Disponibilidad de agua
- Presión sobre acuíferos

5. Cuidado Salud del Suelo

Sí!

- Reducir/detener la degradación
- Iniciar procesos de recuperación
- Consolidar políticas y prácticas de cuidado

El cuidado de la salud el suelo resulta esencial para:

- Aumentar la producción de alimentos
- Aumentar la sustentabilidad de los procesos
- Aumentar la seguridad alimentaria
- Reducir el hambre en el mundo

Hoy tenemos tecnologías para actuar sobre el problema y para cuidar y mejorar la salud del suelo tales como:

- Incorporar buenas prácticas de manejo
- Ajustar los niveles de intensificación
- Utilizar los Indicadores de Salud del Suelo
- Monitoreo periódico de los mismos
- Rotación de cultivos (metabolismos C3/C4, pasturas, etc.)
- Cobertura continua del suelo
- Economía del agua
- Siembra directa
- No remoción de rastrojos
- Reducción de la erosión hídrica y eólica
- Manejo integrado de plagas
- Nutrición estratégica de cultivos
- Capacitación e involucramiento
- Gestión de la información

El cuidado de los rastrojos permite:

- Mejor aprovechamiento del agua
- Generación de C orgánico
- Reducción del planchado
- Reducción escorrentía
- Mayor estabilidad térmica

- Mayor estabilidad biológica
- Disminución del enmalezamiento

Ya en la década de 1960 el Ing. Agr. Jorge Molina²¹ destacaba:

“La paja es el alimento del suelo”

“El grano para el hombre ... la paja para el suelo”

Y en donde se encuentran pendientes importantes pueden tratarse de cultivarse a través de hacer:

- Terrazas
- Curvas de contorno
- Empastado
- Cobertura continua

En el análisis de los esfuerzos realizados para la conservación de los suelos debemos destacar la contribución realizada por el Soil Science Institute y a sus destacados analistas e investigadores entre los cuales debemos mencionar a John Doran y asociados (Lincoln, Nebraska) y el equipo del Soil Quality Institute.

Sus guías de trabajo fueron adaptadas por el Instituto de Suelos del Centro de Investigación en Recursos Renovables del INTA – Castelar en donde se desarrolló la Valija de Campo que fuera presentada por Gustavo Moscatelli en el 2007²².

Esta Valija de Campo permite medir los siguientes indicadores: Densidad Aparente, Infiltración, Compactación, pH, Salinidad y Respiración.

En este Instituto han sido destacables las contribuciones de Roberto Casas, Carlos Irurtia, Rodolfo Gil, Roberto Michelena, Gustavo Moscatelli entre otros.

²¹ Molina Jorge S., Hacia una nueva agricultura, El Ateneo, Buenos Aires, 1981.

²² Día Nacional de la Conservación del Suelo, Instituto de Suelos, INTA Castelar.

El ya mencionado Jorge Molina, hace más de 50 años, fue un pionero que exigía a sus alumnos de la cátedra de Agricultura General (fundada por él en 1960) de la Facultad de Agronomía de la UBA que preparasen y armasen una caja portátil con indicadores y reactivos que llamó: "Valija de Análisis de Suelos en Campaña", y que saliesen al campo a realizar mediciones de Salud del suelo utilizando una guía elaborada por la cátedra: "Métodos Rápidos para Reconocimiento de Suelos en Campaña"

Indicadores de Salud del Suelo

Los indicadores pueden agruparse en:

A. Químicos

- Materia Orgánica (% C org)
- Salinidad y Sodicidad
- pH
- Macronutrientes: N-P-K
- Micronutrientes: S-Mn-Mg-Br-....

B. Físicos

- Estructura-Textura
- Densidad real y aparente
- Porosidad Total y de Aireación
- Compactación
- Infiltración
- Temperatura
- Cobertura
- Conductividad eléctrica
- CIC

C. Biológicos

- Debemos relevar las poblaciones para determinar la naturaleza y composición de las mismas y su densidad.
- Y, como indicador proxy, medir la respiración microbiana.

Para el Monitoreo de los Indicadores debemos considerar:

- La *periodicidad* de los mismos que depende de:
 - ✓ Tipo de indicador
 - ✓ Decisiones a tomar
- La *representatividad*:
 - ✓ La selección de los puntos muestra
 - ✓ La georreferenciación para la comarabilidad en el tiempo
 - ✓ Contemplar la heterogeneidad ambiental
 - ✓

El monitoreo de los in situ de los indicadores que lo permiten ofrece al productor:

- Mayor flexibilidad de respuesta a las necesidades puntuales
- Mayor agilidad en el proceso de toma de decisiones operativas
- Mejor conocimiento e involucramiento del equipo de trabajo

CONCLUSIÓN

Para el logro de la seguridad alimentaria el camino ...

... + rápido

... + eficaz

... + sustentable

... con la tecnología actual

Es el Cuidado de la SALUD DEL SUELO

Sabemos

... qué hacer

... cómo hacerlo

Sólo nos falta...

... hacerlo!!!

Muchas gracias.

Sesión Pública Extraordinaria
Buenos Aires, 22 de noviembre de 2013

Apertura acto de Incorporación del Académico Correspondiente, Dr. Alberto Guglielmone

por el **Señor Presidente de la Academia Nacional de
Agronomía y Veterinaria, Dr. Carlos O. Scoppa**

Señores Académicos

Distinguida familia, amigos y colegas del nuevo Académico

Estimado cofrade

Con profunda complacencia, la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, a la cual tengo el privilegio de presidir, ha convocado a Sesión Pública Extraordinaria, para incorporar, y en nuestra propia casa, como Académico Correspondiente en la provincia de Santa Fe al Dr Alberto Guglielmone.

Investigador de indiscutible prestigio, portador de cualidades humanas y académicas sobresalientes que merecen el pleno reconocimiento alcanzando valor superlativo para la salud animal y humana de nuestro país y para el conjunto de las Ciencias Veterinarias por sus contribuciones, logradas con talento, vocación, ética y trabajo permanente.

No me corresponde a mí hacer su presentación, la cual estará a cargo de quien será su padrino de incorporación, el Académico, Dr. Eduardo Gimeno, el que ciertamente lo hará con la solvencia que lo caracteriza, mencionando sus probidades, reconocidas de manera unánime por el Plenario Académico.

Sin embargo, no puedo dejar de señalar que con su anexión a nuestra corporación estamos seguros de lograr una todavía más intensa y perdurable vigencia social y científico técnica ya que la eficacia de las academias no debe juzgarse solamente por comparaciones relativas al nivel científico o del ejercicio profesional de sus miembros, sino por un concepto más amplio de ciencia y cooperación social, relativa a deberes de orden superior derivados de su calidad de ciudadanos pertenecientes a democracias llamados a actuar de manera preponderante en sus destinos.

Reconozcamos que mayúsculo es el honor que se recibe al pertenecer a estas instituciones pero abrumadores son los deberes que necesariamente se aceptan.

No se viene a las academias a reposar sobre laureles de gloria rodeado de cofrades ilustres. Se llega para asumir todo el compromiso que significa haber sido reconocido como un ciudadano merecedor de la "gratitud de la patria" como se expresa en los considerandos de la legislación que las rige.

No se llega para agregar un renglón sobresaliente a una hoja de vida, no es tampoco un concurso donde solo se valoran títulos, antecedentes o discutibles parámetros bibliométricos, ni menos aún para ocupar un lugar sereno en un cuadro de honor. Debe ser una permanente entrega de inteligencia, dedicación y visión prospectiva.

Muy lejos de nuestro común pensar periodístico, forzosamente repentista que necesariamente sólo contempla los hechos inmediatos y transitorios y no los trascendentales e interpretados a su modo, de no existir otros órganos influyentes del pensamiento y de contralor. Pensar una nación hacia adelante utilizando la experiencia madura del tiempo vivido y la cultura que esta les

brindo y de la cual gozan quienes son verdaderos universitarios, algo mucho más trascendente que profesionales o investigadores aunque distinguidos.

Ser parte de los servidores más capacitados, de los sirvientes distinguidos del Soberano, pensando que el singular pueblo argentino necesita de nosotros” y que indiscutiblemente las esperanzas de la nación deben mayoritariamente estar depositadas en los que tienen el privilegio de haber recibido el mayúsculo beneficio de la educación universitaria” (Ledesma). Pesado gravamen, formidable adeudo, para tiempos donde vemos una universidad manejada por quienes solo buscan una fácil popularidad tratando de no contrariar supuestas mayorías para poder mostrarse como paladines, satisfaciendo aspiraciones propias en nombre de una democracia deshonrada. Porque convengamos también, que la democracia sugiere el gobierno de los más aptos, nunca el gobierno de todos, y la universidad es en definitiva aristocracia, aristocracia intelectual se entiende, pero selección al fin.

La incorporación a una Academia implica un honor cuyo significado encierra las nociones de Trabajo y Dignidad.

Honor en el sentido de Montaigne, es decir: “honor por la propia honestidad”

Trabajo como el infatigable esfuerzo por tratar de llegar a la verdad, en base al estudio permanente realizado con rigorismo científico, y la ineludible condición de encontrar el mayor y más razonable equilibrio entre lo que se puede aprehender y aquella minúscula proporción que podemos dominar.

Y Dignidad por lo que hace a la misma esencia de la persona humana, en cuya raíz se involucran esenciales principios y conceptos éticos que alcanzan a la moral y a las obligaciones del hombre.

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 meticulado proceso de evaluación que precede a una designación que honre nuestra aptitud como entidad consagratoria.

Esta Academia tiene más de un siglo de vida y realizaciones, circunstancia que posee 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 respiró 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.

Estamos seguros que el nuevo académico será un formidable gladiador comprometido con esa tarea la cual desarrollara con la inteligencia, abnegación y don de gentes que lo caracteriza.

Y ahora con emoción y orgullo legítimo de Presidente de esta corporación, tendré la distinción de hacerle entrega de sus merecidas palmas académicas, a través del diploma y medalla respectivos, que lo acreditan como Académico Correspondiente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria y abrirle sus puertas en nombre de los que desde hoy serán sus nuevos cofrades, cuyas manos están ansiosas para darle la más fraternal y cordial bienvenida.

Sesión Pública Extraordinaria
Buenos Aires, 22 de noviembre de 2013

Acto de Incorporación del Académico Correspondiente, Dr. Alberto Guglielmone.

Presentación por el **Académico de Número
Dr MV Eduardo J. Gimeno**

Señor Presidente de la Academia Nacional de Agronomía y
Veterinaria

Señor Director del Centro Regional Santa Fe del INTA

Señores Académicos,

Colegas, amigos y familiares del Dr. Guglielmone,

Señoras y señores

Siguiendo la tradición de las Academias Nacionales, el Dr. Alberto Alejandro Guglielmone, ha designado un padrino para su incorporación Académica y yo he sido el elegido. Esa designación, que me honra profundamente, fue una verdadera sorpresa para mí especialmente porque tenemos la misma edad y porque fuimos compañeros de promoción en la Universidad Nacional de La Plata durante toda nuestra Carrera de Ciencias Veterinarias.

El Dr. Guglielmone cumple acabadamente con los requisitos que tradicionalmente son requeridos para la designación como Académico: posee concepto público de moralidad intachable, ostenta una descollante hoja científica como investigador, ha dado sobradas muestras de altruismo personal y es de convivencia amable.

El Dr. Alberto Guglielmone nació en 1949 en Rafaela, Provincia de Santa Fé, cursó estudios secundarios de Perito Mercantil en su ciudad natal y luego se recibió de Agrónomo Nacional Especializado en Ganadería y Bachiller en el prestigioso Instituto Superior de Enseñanza Profesional Agropecuaria "Libertador General San Martín" de Casilda, Santa Fe, en 1969.

Yo lo conocí en el caluroso enero de 1970 cuando iniciamos un muy exigente curso de ingreso: veníamos del interior buscando ser aceptados por la Facultad de Veterinaria más antigua de Sudamérica y caracterizada por una aquilatada tradición. Guglielmone no venía solo: el "Pirujo", el "Tigre", el "Pato" y el "Hippie" conformaban el "grupo de Casilda" que se hicieron muy notorios desde el comienzo, en principio por el óptimo rendimiento en los exámenes y luego por la enorme capacidad de los cuatro de hacerse de amigos y conocidos. Y además, como el departamento del "cuarteto de Casilda" estaba muy cerca de la Facultad fue durante toda la carrera lugar obligado de paso y de reunión de casi todos los compañeros de la promoción 1970-1974. Como no podía ser de otra manera, la mascota de la promoción, la popular "Pichiruchi" también vivía en ese departamento.

Guglielmone completó la carrera en tiempo record y con excelentes calificaciones. En 1975 ingresó al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), con una beca de iniciación y en esa institución ha desarrollado prácticamente toda su carrera académica durante cuatro décadas.

Entre 1977 y 1980 desarrolló una destacada tarea en el marco del Proyecto en Sanidad Animal INTA-FAO/PNUD que buscaba reducir la incidencia de enfermedades en bovinos de carne y leche, en caprinos y, en menor medida, en porcinos en la región del

NOA. Ese aporte fue muy importante para la sanidad animal del norte del país, generando infraestructura, capacitando profesionales locales, incorporando expertos extranjeros, etc.

En 1980 partió hacia Australia en donde continuó su especialización en garrapatas y enfermedades transmitidas por garrapatas, temática en la cual ya había incursionado sistemáticamente como becario e investigador del INTA. Durante su formación obtuvo varias becas de instituciones nacionales y extranjeras (INTA, FAO y Universidad de Queensland). En los cuatro años de trabajo en Australia dio pruebas de su capacidad intelectual, dedicación al trabajo, tenacidad y aptitud para sobreponerse a las dificultades. En mayo de 1984, con la aprobación de su tesis "Studies on the biology of *Amblyomma triguttatum triguttatum* Koch" completó los requisitos que lo ungieron como "Doctor of Philosophy (PhD)" de la Universidad de Queensland.

Después de su regreso en 1984 logró formar un equipo humano altamente capacitado que permitió el aislamiento de *Anaplasma marginale* y *A. centrale* en diversas zonas del NOA, el desarrollo técnicas de diagnóstico de estos protozoarios y la elaboración de una vacuna triple (babesia-anaplasma) que aún hoy se produce en INTA-Rafaela y en INTA-Mercedes. Nuevamente se destacó su esfuerzo personal más allá de los horarios de trabajo: el proceso de desarrollo de la vacuna implicaba ir de Salta a Cerrillos (15 km) todos los días, hasta los sábados y domingos para controlar a los terneros esplenectomizados en los que producían las cepas vacuinales de *Babesia* y *Anaplasma*.

En 1991, por una resolución institucional se desintegró el grupo de sanidad animal de Salta y Guglielmone y los principales colaboradores de su línea de trabajo fueron trasladados al INTA-Rafaela.

Volvía así a su ciudad natal después muchos años y de mucho camino recorrido.

Continuó sus investigaciones referidos a ectoparásitos y enfermedades asociadas hasta la actualidad. El Dr. Guglielmone se desempeña como Investigador Principal del INTA y del CONICET y coordina el grupo de parasitología veterinaria e inmunología del área de investigación en producción animal de la EEA INTA Rafaela; ese grupo está compuesto por 10 investigadores, 5 asistentes y 2 pasantes.

Ha participado en numerosas actividades docentes, siendo actualmente Profesor invitado para la Maestría en Salud Animal de la Facultad de Ciencias Veterinarias de Esperanza, integrante de la Universidad Nacional del Litoral. Su tarea ha sido importante en la formación de recursos humanos, actuando como director de tesis de grado (tres), tesis de maestría (tres) y tesis doctorales (cuatro). Ha dirigido o dirige 20 investigadores del INTA.

La producción científica del Dr. Guglielmone es altamente significativa, tanto en cantidad como en calidad. Ha publicado más de 350 trabajos de su especialidad, muchos de ellos en revistas indexadas de alto índice de impacto dentro de su disciplina de trabajo, lo cual lo ha convertido en un referente indiscutido en la temática. El Dr. Guglielmone es actualmente considerado como una "autoridad mundial" en temas relacionados a garrapatas, hemoparásitos y a las enfermedades producidas por acción de los mencionados agentes. Su trabajo ha generado la información más relevante que se dispone en el país sobre el tema en cuestión y que han permitido ubicar a la Argentina entre los países líderes en la generación de conocimientos en relación a estas enfermedades parasitarias de enorme trascendencia económica. El impacto de

su producción científica se refleja claramente si consultamos la base internacional "Scopus" que registra 128 trabajos, que han sido citados 1.143 veces (o sea 8,9 citas por trabajo, promedio), el trabajo más citado recibió 61 citas y tiene un índice h: 15 (o sea que al menos quince trabajos han recibido 15 o más citas).

Recibió numerosos premios y distinciones, entre los que podrían destacarse el "Premio Profesor Francisco C. Rosenbusch-1990", "por sus relevantes méritos como profesional veterinario y su destacada labor de investigación en el campo de las garrapatas y las enfermedades que transmiten" otorgado por la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria y el "Premio Dr. Jorge Luis Nuñez-2004" a la trayectoria científica, otorgado por la Asociación Argentina de Parasitología Veterinaria y, recientemente el "Premio Konex-2013".

Esta apretada síntesis intenta resaltar la gran capacidad de trabajo, sólida trayectoria y potencial del Dr. Alberto Alejandro Guglielmone. Llega a la Academia después de haber cumplido una brillante trayectoria pero aún con mucho camino por recorrer. Y llega en un momento en que la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria se encuentra empeñada en aumentar su presencia activa en todo el país con el valioso aporte de los Académicos Correspondientes. No dudamos que el nuevo cofrade será un actor muy importante en esas actividades.

Felicitamos al Dr. Guglielmone y a su grupo de trabajo; felicitamos también a su familia por el apoyo que le han brindado en todos estos años a un hijo, esposo y padre enfrascado en largas horas de laboratorio y en infinidad de viajes. También a las Autoridades del INTA y de la Universidad del Litoral y a toda la comunidad científica y académica de Rafaela y de Esperanza.

En nombre de la Academia tengo el honor y el placer de dar la bienvenida al Dr. Alberto Alejandro Guglielmone a nuestra centenaria corporación.

Muchas gracias.

Las garrapatas (Ixodidae) de la Argentina como parásitos de los vacunos y el hombre

por **Alberto A. Guglielmone**

Siguiendo la tradición de las Academias Nacionales, el Dr. Las garrapatas se asocian históricamente a un problema de importancia económica para la ganadería vacuna del norte argentino pero experiencias recientes demuestran que mientras la producción pecuaria sufre los efectos de este parásito, otros hospedadores también son afectados siendo uno de ellos el hombre.

Es reconocido que las garrapatas son parásitos de la piel de los vertebrados, excepto los peces, que se alimentan de la sangre de sus hospedadores, generando desde anemia, estrés, alergia hasta la transmisión de microorganismos causantes de enfermedades, algunas de ellas mortales. Menos conocido, quizás, es que en el mundo se comprobó hasta el año 2013, la existencia de más de 700 especies de garrapatas para la familia más importante (Ixodidae) pero sólo unas pocas de ellas son relevantes por sus efectos sobre los animales domésticos y el hombre.

Un total de 46 especies de Ixodidae son reconocidas en la Argentina pero una sola de ellas es causal de la inmensa mayoría de las pérdidas pecuarias, mientras que cuatro especies son notorias por atacar frecuentemente a los humanos siendo vectores potenciales o comprobados de diversas noxas. A estos dos aspectos, las garrapatas y los vacunos (un problema histórico), las garrapa-

tas y el hombre (un problema emergente), referiré brevemente en forma separada.

Las garrapatas y los vacunos

La especie causante de casi el total de las pérdidas a la producción bovina es el *Rhipicephalus microplus*, conocida vulgarmente como la garrapata común del vacuno, con presencia al norte del paralelo 30oS, abarcando en forma total o parcial Córdoba, Santa Fe, Corrientes, Misiones, Chaco, Formosa, Jujuy, Salta, Tucumán, Santiago del Estero y Catamarca, afectando a una población presuntivamente mayor a 12 millones de vacas.

Esta garrapata es nociva para los vacunos por dos razones: 1) su capacidad de infestar masivamente a los mismos con marcado deterioro de su productividad, 2) por transmitir enfermedades que si no se previenen adecuadamente pueden diezmar a los rebaños por su letalidad. La situación es de tal gravedad que es imposible una ganadería competitiva sin el control de este parásito y sus enfermedades asociadas.

La Argentina posee una rica historia de investigación y desarrollo en este problema iniciada por los maestros franceses (Lahille, Lignières) a principios del siglo XX, continuada por Rosenbusch, Boero, Grillo Torrado, Lombardero, Nuñez e Ivancovich, sólo para nombrar algunos de los científicos destacados en esa materia en el pasado, y sostenida por los actuales investigadores que desarrollan sus tareas en el CONICET, INTA, SENASA y algunas universidades nacionales.

Esas investigaciones muestran, por un lado, la solución de un problema y, por otro, un notable acúmulo de conocimientos que aún no impacta en la resolución del problema restante.

En síntesis, desde los estudios pioneros de Lignières hasta la ejecución de un programa de Naciones Unidas bajo la coordinación de Arie Hadani (Kimron Veterinary Institute, Israel) en el INTA Salta, continuados con financiación nacional en el INTA Rafaela, se desarrolló una vacuna contra la babesiosis (la enfermedad más letal para los bovinos transmitida por la garrapata común del vacuno) . Hoy esa vacuna está al alcance de los productores ganaderos desde el INTA Rafaela, INTA Mercedes (Corrientes) como en emprendimientos privados, con una producción conjunta de más de 500.000 dosis anuales (2012). Así la investigación de décadas resultó en una solución elegante, de bajo costo, y, por ello de amplia aceptación para uno de los dos problemas graves ocasionados por esta garrapata. A ello cabe añadir que el sistema de producción masivo de vacunas *in vitro* contra la babesiosis en el INTA Rafaela es de avanzada tecnológica que aún no pudo ser implementada en países con un problema similar (i.e., Australia, Brasil, Sudáfrica, entre otros).

Como contrapartida, la investigación en la Argentina de la ecología del *R. microplus* nos permitió conocer su adaptación a diferentes ambientes, los efectos de los factores abióticos (humedad, temperatura, fotoperíodo) en su abundancia, la inmunidad natural de los diferentes biotipos bovinos, la efectividad de diversos fármacos garrapaticidas aplicados en forma menos traumáticas que los baños de inmersión (tradicional técnica de aplicación de los tratamientos), pero aún sin impacto para generar alternativas que disminuyan la dependencia a los garrapaticidas químicos para el control de la garrapata.

Esto constituye un problema complejo y de alto riesgo para la ganadería del norte argentino atendiendo que las poblaciones de

las garrapatas desarrollan resistencia a los productos químicos utilizados para su control que, sucesivamente, deben ser reemplazados por su ineficacia (un problema similar a la resistencia de ciertas bacterias patógenas a los antibióticos y la generación de las denominadas “cepas hospitalarias”). El desarrollo de nuevos garrapaticidas puede mitigar el problema pero siempre a un mayor costo, afectando la rentabilidad empresarial, sin garantías que las poblaciones de garrapatas permanezcan susceptibles por períodos prolongados. En cualquier caso la aplicación de garrapaticidas está, usualmente, acompañados de efectos colaterales como residuos en productos alimenticios como carne o leche, o efectos sobre sistemas biológicos no relacionados al problema (i.e., acción negativa de las avermectinas en la comunidad biológica que prospera en la materia fecal de los bovinos). Aparte, los tratamientos garrapaticidas arriesgan exportaciones de productos alimenticios a medida que las técnicas para su detección aplicadas en los países importadores aumentan su sensibilidad o disminuyen la calidad de los alimentos para consumo local.

Ergo, es necesario revertir el paradigma actual de la dependencia absoluta de los biocidas químicos para el control de la garrapata común de los vacunos y desarrollar técnicas de control integrado (no elimina el uso de garrapaticidas pero lo disminuye al incorporar técnicas no contaminantes para el control). El desafío es determinar cuáles técnicas no contaminantes son más efectivas como ayuda al control de las garrapatas y, luego, como transferir el conocimiento para que los productores adopten nuevas estrategias de control. Esto último representa un problema de peso considerando que la transferencia de tecnología desde los actores científicos a los productivos excede la capacidad de

los primeros; para ello es necesaria la implementación de técnicas comunicacionales para construir mensajes adecuados para el flujo adecuado de la información. Hay avances al respecto pero aún la brecha entre científicos-comunicadores-productores es amplia. Así, técnicas útiles no son percibidas como tales por los productores.

La implantación de pasturas tropicales perennes de alto rendimiento permitió el avance de la ganadería en zonas tropicales y subtropicales argentinas, siendo una práctica cada vez más común la henificación en los picos productivos de las pasturas; en otras instancias se utilizan pasturas estacionales o el rastrojo de cultivos para la alimentación de los bovinos. Estas prácticas reducen la infestación natural de las poblaciones de garrapatas pero no se ha cuantificado apropiadamente ese efecto ni su acción sobre la dinámica poblacional del *R. microplus*. Tampoco conocemos con precisión los efectos de diferentes niveles de infestación con garrapatas y, usualmente, los tratamientos se aplican sin un criterio cuantitativo sin que existan razones convincentes para oponerse a esta práctica. La inmunidad natural contra la garrapata común del vacuno de los biotipos con diferentes proporciones de genes de vacunos de origen índico es reconocida pero escasamente explotada para el control del parásito. Sin duda el desarrollo de técnicas de control integrado que utilicen al máximo la inmunidad de los bovinos, los efectos de prácticas agrícolas en la población de garrapatas y los conocimientos de la ecología del parásito serán de importancia para un nuevo enfoque para su control, mitigando simultáneamente el problema de la resistencia a los biocidas y los efectos deletéreos para la producción pecuaria.

Las garrapatas y el hombre

Casi 300 especies de garrapatas son conocidas como parásitos ocasionales de los humanos y numerosas investigaciones en el mundo comprobaron el rol de varias especies en transmitir microorganismos patógenos al hombre. Si bien los registros de garrapatas infestando humanos se remontan al inicio de las investigaciones de estos parásitos en la Argentina, su capacidad vectorial no fue objeto de interés en el país hasta el pasado reciente. La situación actual es que ahora reconocemos algunas especies de garrapatas como transmisoras, fehacientes o potenciales, de enfermedades para el hombre, lo cual no es para alarmar sino para alertar a la población y autoridades acerca de un problema emergente que debe ser considerado atentamente.

Estudios realizados en Jujuy hace 14 años alertaron sobre el diagnóstico de microorganismos del género *Rickettsia* probablemente transmitidos por garrapatas del género *Amblyomma* en pacientes de dicha provincia donde ocurrieron algunos desenlaces fatales. Esta presunción fue luego confirmada y una especie del complejo *Amblyomma cajennense* (distribuido desde el sur de los EEUU hasta el norte argentino) es reconocida como vector de la enfermedad.

Más recientemente se sospechó de otro organismo del género *Rickettsia* transmitido por otra garrapata del género *Amblyomma* como causal de una enfermedad no letal del hombre en el delta del Paraná. Estas sospechas fueron también confirmadas y se reconoció a la especie *Amblyomma triste* como su vector.

Otras dos especies del género *Amblyomma*, *A. neumanni* y *A. parvum*, se caracterizan por su hallazgo frecuente sobre los humanos. Estudios en ambas especies de garrapatas reconocieron

la infección con microorganismos potencialmente patógenos para el hombre pero ello no está confirmado, como tampoco lo está la capacidad de transmisión de los mismos por esas garrapatas.

Existen algunas circunstancias que indican que la probabilidad de infestación de humanos con garrapatas se incrementó y, seguramente, esa tendencia se mantendrá en el futuro. El aumento de la población en áreas donde esas garrapatas proclives a infestar es humanos están establecidas favorece ese encuentro; el aumento del turismo en áreas rurales, "ámbitos naturales" y en los Parques Nacionales constituye una tendencia que posiblemente se mantenga en el futuro cercano, lo cual también favorece las chances de la infestación por garrapatas.

Es así conveniente conocer las áreas donde esas especies de garrapatas prevalecen. Las dos reconocidas como transmisoras de enfermedades causadas por *Rickettsia* a los humanos se encuentran establecidas en diferentes regiones con un área de contacto en el este de Formosa. La especie del grupo *A. cajennense* es común en las áreas más húmedas de Salta y Jujuy (Yungas) pero también está presente en el noreste del Chaco y este de Formosa. Esta distribución incluye áreas de creciente interés turístico y áreas protegidas con notables atractivos naturales como el Parque Nacional El Rey.

Por su parte, *A. triste* prevalece en áreas pobladas que incluyen desarrollos turísticos de excelencia en el delta del Paraná pero también en áreas cercanas al norte del circuito turístico de la costa atlántica (General Lavalle), además de la Reserva Ecológica de la ciudad de Buenos Aires. También fue determinada en las costas del Paraná e islas en Buenos Aires y Entre Ríos como en áreas cercanas a cursos de aguas en Formosa y en Corrientes,

incluyendo zonas de creciente atractivo turístico como los Esteros del Iberá.

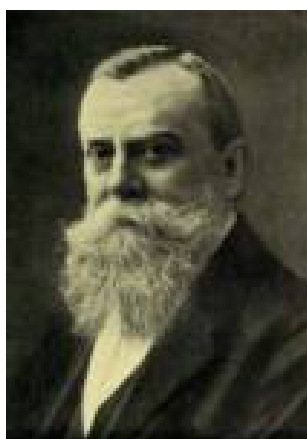
La presencia de *A. neumanni*, un potencial transmisor de enfermedades al hombre, es común en serranías de Córdoba, Catamarca, Santiago del Estero, Tucumán, Salta y Jujuy pero también hay registros de esta especie para Formosa, La Rioja y San Juan. Cabe señalar que su presencia en Córdoba coincide con áreas de turismo masivo.

Por su parte *A. parvum*, la otra especie potencial vector de microorganismos patógenos al hombre, prevalece en amplias zonas de Catamarca, Chaco, Córdoba, Formosa, La Rioja, Salta, San Luis y Santiago del Estero, caracterizada por su aridez. Esta garrapata es la de menor incidencia en relación a los centros turísticos actuales en la Argentina.

CONCLUSIONES

Resulta obvio que las investigaciones sobre la garrapata común del vacuno deben enfatizar el desarrollo de técnicas de control con menor dependencia de los biocidas actuales o futuros, mientras que los estudios sobre las garrapatas proclives a infestar humanos deben concentrar los esfuerzos en conocer los patógenos que pueden transmitir las mismas tanto como reconocer las áreas de mayor riesgos para la población local y visitante.

Ambos objetivos son de valor económico y social. Uno para mitigar las pérdidas producidas por la garrapata del vacuno en la extensa geografía del norte argentina, y el segundo para prevenir enfermedades emergentes de importancia para la salud pública.



Sesión Pública Extraordinaria
Córdoba, 29 de agosto de 2013

Presentación del Académico Correspondiente, Ing. Agr. (PhD) Sergio Luis Lenardón

por el **Ing. Agr. Sergio Nome**

Señores Académicos de la Academia de la Academia Nacional
de Agronomía y Veterinaria,
Autoridades de la UNC,
familiares y amigos de Sergio,
colegas de la actividad científica y agronómica

Me siento muy honrado y complacido por tener la oportunidad de hacer la presentación de mi amigo y colega de hace muchos años... el Ing. Sergio Lenardón

Considero que en la presentación de un científico, o de cualquier persona que realice una actividad determinada, es importante conocer algunos aspectos personales que nos muestren el ambiente familiar y las circunstancias en la cual ha adquirido aspectos relevantes de su personalidad. Por ello me voy a permitir dividir la exposición de presentación en dos partes: primero la persona y luego el académico y científico.

Conozco a Sergio desde su época de estudiante en la Facultad de Agronomía de Córdoba (1974), no pasaba desapercibido dada su inquietud por conocer los detalles de cada concepto que se daba...en otras palabras era bastante inquieto. Creo que ello se debía a su atracción por la fitopatología.

Su primer contacto con la fitopatología fue en la Cátedra de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la UNC. Concurrió como ayudante alumno y ganó a otros dos postulantes. Creo que ese fue el punto de partida para su carrera como fitopatólogo. Se recibió como Ingeniero Agrónomo. En 1974 tuvo la suerte de conocer y casarse con Graciela (Ingeniera Agrónoma, Dra en Ciencias Biológicas, jubilada como Profesora de Nutrición Animal de la Universidad Nacional de Río Cuarto), quien le dio su apoyo permanente y merece el reconocimiento de su progreso científico y de gestión. Graciela, además le dio 6 hijos: Lisandro, Master en economía; María Laura, Master en lingüística; Mauro, Ingeniero Agrónomo; María Natalia, arquitecta; María Victoria, Médica Veterinaria y, Ezequiel, Abogado. Tres de ellos viven en EEUU y Natalia en Dinamarca.

En pocas palabras se puede describir a Sergio, como un trabajador incansable, que consiguió con gran esfuerzo lo que se propuso. Su pasión es la profesión a la que ha destinado todos sus esfuerzos. Amante de la vida sencilla, dio a sus 6 hijos, con ejemplos, el hilo conductor hacia una vida de compromiso y honestidad que ha sido coronada, con la formación profesional lograda por todos

En cuanto a su actividad académica y científica tiene muchos logros como para describirlos con detalle.... sólo me referiré a los principales.

Sergio Lenardón egresó como Ingeniero Agrónomo en el Instituto de Ciencias Agronómicas, Universidad Nacional de Córdoba en el año 1974 y posteriormente, ya incorporado a INTA, se graduó como Master of Science (1990) y Philosophy Doctor en The Ohio State University, Ohio, USA (1993).

Fue el primer profesional que se incorporó al Instituto de Fitopatología y Fisiología Vegetal (IFFIVE) creado en 1985, habiendo ejercido su dirección entre el 2009 y 2011. Durante esa gestión promovió y dirigió la transformación de esa unidad en un Centro con 3 Institutos: Instituto de Patología Vegetal (IPAVE); Fisiología y Recursos Genéticos Vegetales (IFRGV) e Investigación Animal para el Chaco Semiárido (IIACS). Es Director interino del CIAP desde la creación a la fecha.

Sus actividades científicas, desde un comienzo, se orientaron al campo de la Fitopatología inclinándose especialmente en el área de la virología. Ha tenido participación directa en hallazgos trascendentes para la agricultura, tales como la identificación y caracterización del virus causal del Mal de Río Cuarto (MRC) en maíz y en la generación de diferentes alternativas de manejo que permiten mitigar el impacto de esta enfermedad. Más recientemente sus trabajos se orientaron al estudio de virosis emergentes en cultivos de girasol y maní, abarcando aspectos básicos, epidemiológicos y desarrollo de estrategias para el control de las mismas.

Sobre estas temáticas, a lo largo de su carrera ha publicado 65 trabajos científicos en revistas y en actas de congresos nacionales e internacionales y ha realizado más de 100 presentaciones en congresos nacionales e internacionales. Es editor de 3 libros y responsable de 12 capítulos de libros nacionales e internacionales.

Los trabajos presentados con sus colaboradores han sido distinguidos y reconocidos en al menos 10 congresos nacionales e internacionales.

Está activamente involucrado en tareas de enseñanza de grado y post grado. Se desempeña como Profesor Titular (ded. sim-

ple) por concurso en la Cátedra de Fitopatología de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto donde obtuvo la Categoría (I) que otorga la Comisión Nacional de Categorizaciones del Consejo Inter-Universitario Nacional.

En actividades de postgrado, ha actuado como coordinador y/o profesor en treinta y cuatro cursos organizados por distintas Instituciones del país. Además, ha participado como director / codirector y miembro de tribunales especiales en 13 tesis doctorales y 11 maestrías. Ha dirigido 9 becarios de CONICET, CONICOR, FONCYT, INTA y docentes universitarios; simultáneamente, participó en reiteradas oportunidades en jurados para concursos de profesores en distintas Universidades del país.

En administración de ámbitos científicos – tecnológicos ha sido Decano de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto y Miembro del Consejo Superior (1984-1986). Se desempeñó como Director Vice-Presidente del Consejo de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Provincia de Córdoba, CONICOR (1996-2000); Coordinador del Proyecto Internacional INTA-JICA "Investigaciones en Fitovirología" (1995-2000).

Ha sido becado en 6 oportunidades por la: Universidad Nacional de Río Cuarto, Consejo de Rectores de Universidades Nacionales, INTA, The Ohio State University (USA), Pioneer Foundation (USA) y JICA (Japón).

Recibió en colaboración, en 1985 el Premio "Ing. Agr. ANTONIO MARINO" (Medalla de oro y U\$S 2.000) otorgado por la Fundación Cargill (1985) a propuesta de un comité científico de personalidades como el Dr L. F. Leloir, Dr A. Pires, Ing Agr Jauch y el Ing W. Kugler entre otros. La Asociación Latinoamericana de

Fitopatología (ALF) en el año 2005 lo designó Caballero de Oro de la Fitopatología Iberoamericana por sus aportes a la especialidad.

En instituciones de promoción científica – tecnológica ha sido miembro de comisiones asesoras (CONICET, CONICOR, FONCYT, Universidades Nacionales).

La reseña muestra que el académico es depositario de características que lo distinguen como a un profesional activo, animado por una actitud responsable y comprometida con las actividades científico-tecnológicas vinculadas a las ciencias agropecuarias-protección vegetal. Y algo que es muy importante a mi entender, continúa promoviendo activamente la formación de RRHH, que es a mi juicio lo único que perdura en el tiempo... es lo mas valioso que puede dejar un docente o investigador... el éxito de sus discípulos.

Sesión Pública Extraordinaria
Córdoba, 29 de agosto de 2013

Apertura del acto de incorporación del Académico Correspondiente en Córdoba, Dr. Carlos A. Guzmán

por el **Señor Presidente de la Academia Nacional de
Agronomía y Veterinaria, Dr. Carlos O. Scoppa**

Señores Académicos

Autoridades Nacionales, Provinciales y Universitarias

Colegas, discípulos y amigos del nuevo Académico

Distinguida familia del nuevo cofrade

Dr. Carlos A. Guzmán

Esta ya más que centenaria Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria ha convocado a Sesión Pública Extraordinaria para incorporar como nuevo Académico Correspondiente en esta muy noble ciudad de Córdoba al Dr Carlos A. Guzmán. Y lo hace profundamente conmovida no solamente por la significancia que tienen estas designaciones y los aquilatados valores del nuevo miembro, sino también por poder estar desarrollándola en este magno salón de la casa que podríamos denominar madre de las Academias Nacionales. Una Institución más surgida de la clarividencia de aquel formidable republico, al que Pellegrini definiera como el cerebro más poderoso que produjo la América, en la todavía incierta hora de la organización nacional. A ella, a esta originaria Academia agradecemos muy sincera y profundamente esta honra que nos brinda al abrírnos sus puertas.

La designación y consiguiente incorporación de un nuevo Académico es el acto más trascendente de la vida académica pues garantiza la perdurabilidad de la corporación, ya que como decimos siempre, se trata de actos eminentemente ontogénicos que posibilitan la filogenia de la corporación para poder cumplir adecuadamente con los objetivos y responsabilidades que la sociedad y la ley le asignan.

De allí el largo y meduloso análisis previo que requiere su elección en donde se juzgan que, "además de la excelencia profesional y la honestidad de conducta, una actitud de altruismo profundo; haber sentido desde temprano en la vida , el imperativo de consagrar su talento a la Cultura como patrimonio de la humanidad y no como monopolio de unos pocos. Haber enseñando con ahínco su verdad, habiendo publicado y difundido ampliamente los productos de su labor dedicando sus mejores desvelos al perfeccionamiento de las instituciones de la Patria"

Debo necesariamente aclarar a la distinguida audiencia que esos imposiciones de excelencia son semejantes para la designación de los Académicos de Número como para los Correspondientes con la única diferencia que los segundos tienen su residencia a más de 100 km de nuestra sede. Estos son los brazos que extienden con su labor el accionar de la corporación en las distintas geografías del país y del mundo, dándole así real identidad a su carácter de nacional.

Es por todo ello que estas ceremonias son nuestras verdaderas fiestas porque en medio de los más tiernos halagos, se celebra el cumplimiento de un alto ideal institucional y personal respondiendo 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.

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.

Así, nuestra corporación, iluminada una vez más por la elocuencia y la sabiduría de su historia centenaria consagra hoy a un nuevo Académico, al Dr Carlos A. Guzmán como Correspondiente en Córdoba.

El Dr Guzmán es arquetipo de talento, vocación, erudición y actitud de permanente servicio. Es maestro en la vida científica y en la norma. Recibe esta distinción que le corresponde, porque ha demostrado una energía sin ocios llegando a esta notoriedad respetable y respetada, siendo un ejemplo de vida que trabaja, que se llena, que triunfa. Que se impone sobre aquellos que disimulan su impotencia con ese estéril atribuir a nuestro medio deficiencias orgánicas y enrarecimientos asfixiantes.

Pero no me corresponde a mí describir los meritos y el talento que justificaran del nuevo cofrade.

Esto pertenecerá a nuestro Académico Correspondiente, el Ing Agr Víctor Trippi quien tendrá a su cargo el honroso padrinazgo, lo

que seguramente hará con la solvencia que lo caracteriza, describiendo y valorando las cualidades del nuevo cofrade por las cuales lo designara de manera unánime el Plenario de la corporación

Solo me queda a mi expresarle la satisfacción de poder darle la más cordial bienvenida, y hacerle entrega de sus merecidas palmas académicas, representadas por el diploma y medalla correspondientes en la seguridad que las ejemplares tradiciones de nuestra academia se revivirán con su presencia en el presente y se prolongaran en el futuro.

Premio *Fundación Manzullo*, versión 2013
Sesión Pública Extraordinaria
Buenos Aires, 12 de noviembre de 2013

Apertura de la Sesión Pública Extraordinaria para la entrega del Premio Fundación Manzullo

por el **Señor Presidente de la Academia Nacional de
Agronomía y Veterinaria, Dr. Carlos O. Scoppa**

Señores Académicos

Señores Representantes de la Fundación Dr. Alfredo Manzullo

Distinguida familia, amigos, colegas de la recipiendaria

Señora Recipiendaria del premio Fundación Dr. Alfredo Manzullo,
versión 2013, Dra. Bibiana F. Brihuega

Señoras y Señores

Cumpliendo con el mandato estatutario de “estimular la investigación científica y distinguir a aquellas mujeres y hombres de la ciencia, del pensamiento y del trabajo que hayan realizado contribuciones dignas del reconocimiento público”, la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria ha convocado a Sesión Pública Extraordinaria para hacer entrega, del premio “Fundación Dr. Alfredo Manzullo, en su versión 2013” a la Dra Bibiana Brihuega.

Hacemos esta ceremonia con ese sentimiento grato y vivo producido por algo tan simple, pero a la vez tan profundo como es haber encontrado a una ciudadana que ha sabido cumplir con lo cual fue en su momento elección de vida: ser universitaria. Algo que obliga a un desempeño brillante y sostenido para retribuir a la sociedad el acceso a la cultura que ella le ha brindado.

Algo mucho más trascendente que el ser un profesional o un investigador prestigioso en un supuesto círculo áulico fabricado por la endogamia y la petulancia.

Es que los universitarios, como dijera nuestro cofrade, el Ing. Ledesma, son los servidores más capacitados, somos los sirvientes distinguidos del Soberano, al tiempo que pensamos que el soberano pueblo argentino necesita de nosotros". "Es indiscutible que las esperanzas de la nación sean depositadas en los que tienen el privilegio de recibir semejante beneficio"

Una mayúscula responsabilidad, una obligación, en un momento en que se requiere producir rápidamente y en gran número personas versadas, la mayoría de las veces con escasa o nula formación humanística y amplitud cultural.

Cuando sabemos, como señalaba Zavalia, que la educación de quienes hicieron la Republica se hizo en base a buena filosofía y mejor latín y lamentablemente nos vemos con una universidad en las manos de quienes buscan una fácil popularidad tratando de no contrariar a las supuestas mayorías para poder exhibirse como paladines y satisfacer aspiraciones propias en nombre de una democracia degradada. Porque convengamos que la democracia sugiere el gobierno de los más aptos, nunca el gobierno de todos, y la universidad, en definitiva, es aristocracia, aristocracia intelectual se entiende, pero selección al fin.

Estamos entregando una presea, un reconocimiento a la inteligencia y al esfuerzo meritorio de alguien que recibe gozoso el estímulo y la gratificación que lo acompañan, pero que simultáneamente acepta los desafíos y obligaciones que toda distinción conlleva.

Nuestra premiada de hoy, como todas las que tratamos de distinguir, es alguien que revela méritos extraordinarios contri-

buyendo y siendo ejemplo, de ética, cultura y moral para la Republica que se entroncan en ideales e intereses comunes, siendo aliciente para las generaciones presentes y futuras.

La sociedad y las Ciencias Veterinarias esperan ansiosas continuar recibiendo el fruto de su fértil inteligencia, que se materializara con la contribución de sus ideas y el trabajo fecundo, los cuales necesariamente gravitaran en la obra colectiva.

Premiar es distinguir, considerar a algo relevante, lo que es mejor, pero la Dra. Brihuega no lo obtuvo superando a los demás lo logro superándose así misma que sale de la medianía, pero cardinalmente aquello que conjetura un avance real y positivo para la modernidad.

Sin embargo, en el caso de las Academias los premios que se disciernen implican un honor cuyo significado encierra las nociones de Trabajo y Dignidad. Honor en el sentido de Montaigne, es decir: "honor por la propia honestidad"

Trabajo como el infatigable esfuerzo por tratar de llegar a la verdad, en base al estudio permanente realizado con rigorismo científico, y la ineludible condición de encontrar el mayor y más razonable equilibrio entre lo que se puede aprehender y aquella minúscula proporción que podemos dominar.

Y Dignidad por lo que hace a la misma esencia de la persona humana, en cuya raíz se involucran esenciales principios y conceptos éticos que alcanzan a la moral y a las obligaciones del hombre.

La distinción que hoy entregamos lleva el nombre de un ilustre y recordado cofrade, es de carácter bienal, fue instituida en 1975 por esa entidad de bien público, y es discernido por un jurado compuesto por miembros de la Fundación Manzullo y nuestra

Academia, para reconocer la tarea científica en las áreas de la Salud Pública.

Se otorgó por primera vez en 1977 a los Dres Luís A. Darlan y Clide Cabezali por su laudable trabajo titulado "Aspectos Sanitarios de la Industria Pesquera".

Las siguientes ediciones fueron declaradas desiertas, hasta la correspondiente a 1993 en que se la confirió al Dr Francisco Maglio por su conspicua y dilatada actuación en la temática motivo del premio. Posteriormente, y en diferentes ediciones lo recibieron, entre otros, los Dres Omar Zavaleta, Ricardo Margni, en virtud de sus respectivos aportes y labor tesonera en la lucha contra la Hidatidosis en áreas endémicas de esta zoonosis en la Patagonia y en la Investigación bioquímica de la inmunidad.

También, y posteriormente, a las notables investigaciones en Inmunología, Epidemiología, Infectología Clínica, Zoonosis, Tisiología Antropológica y Enfermedades Emergentes realizadas en diferentes regiones del país por el Dr. Olindo Martino, como a las importantes contribuciones en materia de Clamidiosis, Salmonelosis, Carbunco y Yersinia realizadas por el Dr Ramón Nosedá. En el año 2003 lo recibió la Dra. Susana Conigliaro, en reconocimiento a sus reconocidos antecedentes personales y profesionales en materia de Salud Pública y Microbiología.

Esta sola, incompleta y escueta reseña del premio que hoy se otorga, expresada a través de la incuestionable jerarquía de quienes con anterioridad lo recibieran, demuestra de manera elocuente su mérito y significación. .

En el caso de la recipiendaria de hoy, podemos estar seguros de los merecimientos que aquilata para ello, ya que así lo entendió el plenario académico quien unánimemente aprobó la acerta-

da, fundamentada y ecuaníme propuesta del notable jurado, del cual su presidente, el Académico, Dr Bernardo Carrillo, tendrá a su cargo exponerlos con la elocuencia y el rigor científico que lo caracteriza.

Los éxitos de su carrera no los logro superando a los demás los obtuvo superándose a sí misma para así continuar obteniendo mayores y mejores logros de creación, por los que pueda ser siempre reconocida, como hasta ahora, una ciudadana trascendente y esclarecida para con su Patria.

En nombre de la Academia, de la Fundación Manzullo y en el mío propio, reciba nuestras más calurosas felicitaciones por el merecido galardón al que tan justamente se ha hecho acreedora.

Premio *Fundación Manzullo*, versión 2013
Sesión Pública Extraordinaria
Buenos Aires, 12 de noviembre de 2013

Presentación de la Dra. Bibiana Brihuega

por el **Señor Académico Dr. Bernardo J. Carrillo,**
en representación del Jurado del Premio

Sr. Presidente de la Academia Nacional de Agronomía y
Veterinaria.

Señores Representantes de la Fundación Manzullo.

Señores Académicos.

Señoras y Señores.

Reconocer y estimular la tarea científica y educativa es una de las responsabilidades más nobles que tiene esta Academia Nacional.

En este caso se trata de compartir las mismas con la Fundación Prof Dr Alfredo Manzullo a través de este Premio que distingue a instituciones o personas que se hayan destacado en las áreas de Microbiología, Inmunología y/o Salud Pública, conforme al legado del Prof Manzullo quien fuera un reconocido investigador científico en estas especialidades.

En representación del Jurado integrado por los Académicos Dres. Emilio Gimeno, Ramón Nosedá y el que habla, en representación de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria y el Dr. Rolando Meda por la Fundación Manzullo, tengo el honor de presentar a la Dra. Bibiana Brihuega, la cual ha sido galardonada con este Premio en su versión 2013, conforme a una propuesta

unánime del Jurado, la cual ha sido reconocida y aprobada por la Comisión de Premios y por el Cuerpo Plenario de esta Corporación.

La Dra Bibiana Brihuega es Médica Veterinaria recibida en la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Buenos Aires en 1979. Posteriormente obtiene el Posgrado Docente Universitario, autorizado para la carrera docente de la UBA en 1996 y en el año 2008 obtiene también en la Universidad de Buenos Aires, el Doctorado en la especialidad de Microbiología.

La Dra Brihuega cuenta con sobrados antecedentes académicos de investigación y en la docencia los cuales se encuadran en lo estipulado por las normas del Premio Fundación Manzullo y entre los cuales se cuentan los siguientes:

Es Investigadora Principal en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA, con funciones en el Instituto de Patobiología del Centro de Investigaciones en Ciencias Veterinarias y Agronómicas (CICVyA), en INTA, Castelar.

Es Profesora Adjunta de la Cátedra de Bacteriología y Microbiología de la Universidad del Salvador.

Es Docente en la Universidad de Buenos Aires y en la Universidad Católica.

Es Responsable del Sistema de Calidad del Sector Leptospira en el Instituto de Patobiología. Es Integrante del Comité Ejecutivo de la International Leptospirosis Society, ILS (desde 2011) y del Comité Científico del 8th ILS Scientific Meeting Fukoka, Japan 2013.

Actúa como referente Nacional de Leptospirosis Animal, OPS (Manual de Leptospirosis de la Internacional Leptospirosis Society).

Integrante de la Red Interamericana para el Diagnóstico e

Investigación de la leptospirosis (Rindilepto), a través de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) / Organización Mundial de la Salud (OMS).

Coordinadora de la Comisión Científica Permanente de Leptospirosis, en la Asociación Argentina de Veterinarios de Laboratorios de Diagnóstico. AAVLD 2013.

Colaboradora en trabajos de investigación para la OPS/OMS, en el Centro Colaborador de la OMS para la Leptospirosis y participación como disertante en encuentros científicos nacionales e internacionales.

Miembro de la Comisión Directiva de la Asociación Argentina de Zoonosis.

Miembro del Comité Institucional para el Cuidado y Uso de Animales Experimentales del INTA Castelar-CICUAE 2009-2012.

Miembro del Comité Editorial de la Revista Argentina de Zoonosis y Enfermedades Infecciosas Emergentes y Evaluadora de trabajos científicos en revistas nacionales e internacionales.

Actuó en la Secretaría General del I Congreso Panamericano de Zoonosis 2006, del III Congreso Latinoamericano de Zoonosis 2008, como así también del I Congreso Internacional de Zoonosis y Enfermedades Emergentes, 2011.

Es Integrante de la Comisión Organizadora del Congreso Latinoamericano de Zoonosis a realizarse en el año 2014.

En lo referente a la formación de Recursos Humano ha sido: Directora de tesis doctorales de la Facultad de Ciencias Veterinarias, UBA, y de maestrías en Sanidad Animal; Biotecnología y en Salud Pública, en la Facultad de Veterinaria, y en las Facultades de Medicina, y de Farmacia y Bioquímica de la UBA.

Ha actuado en la capacitación de 39 pasantes profesionales.

Ha formado parte de Jurados de tesis de la Facultad de Ciencias Veterinarias y de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de La Plata.

En lo referente a proyectos actúa como Coordinadora del proyecto Nacional INTA Enfermedades Zoonóticas 2006-2013, y Responsable del Módulo Zoonosis de impacto socio económico en el Programa Nacional de Salud Animal, INTA PNSA 1115052. Actúa como Coordinadora Responsable de Proyecto PICT 2012 sobre el desarrollo de una vacuna recombinante contra la leptospirosis bovina basada en adhesinas Lig de cepas aisladas en Argentina.

Actúa como Investigador externo, Proyecto UBACYT – Enfermedades infecciosas del cerdo. Relativo a Patologías de interés zoonótico y productivo en la República Argentina. 2011-2014. Forma parte del Grupo Responsable – Proyecto FONCYT – PICT – Cooperación Internacional 2008 CABBIO (CENTRO ARGENTINO BRASILEÑO DE BIOTECNOLOGÍA) Periodo: 2008-2011 – Desarrollo de un test de polarización fluorescente para el diagnóstico de leptospirosis animal.

En lo referente a actividades docentes de la Dra. Brihuega, figuran en su hoja de vida, el dictado de sesenta y dos cursos nacionales e internacionales en Facultades de la UBA, en la Universidad Católica, en la Universidad de Tucumán, en la Universidad de Esperanza, en la Universidad de Mar del Plata, y en el Instituto de Patobiología del INTA, y en el marco de congresos y en numerosas agencias y municipios de las provincias.

Por otra parte ha actuado en la Coordinación de mesas redondas y paneles de Congresos, Jornadas y Simposios nacionales e internacionales.

En lo que respecta a publicaciones ha contribuido con numerosas publicaciones en revistas especializadas y/o con referato, como así también en capítulos de libros, actas de Congresos y artículos de divulgación y entrevistas en programas televisivos cuyo detalle figuran en su hoja de vida.

Finalmente la Dra. Bibiana ha merecido y recibido diversos premios y reconocimientos por su labor científica y como docente, entre los cuales se pueden destacar:

- Reconocimiento de la Cátedra de Enfermedades Infecciosas de la Facultad de Medicina de la UBA y División A del Hospital Muñiz, sobre los estudios realizados en leptospirosis.
- Varios Premios a la Producción Científica-Tecnológica otorgados por la UBA (años 1992-1996)
- Premio de la International Leptospirosis Society otorgado por la Universidad de California – USA – 2009.
- Premio INTA – Reconocimiento a Investigadores – 2009.
- Premio Mención – Dr. Roberto Cacchione, otorgado por la AAVLD en 2010.
- Premio Mercosur en Ciencia y Tecnología- 2011, otorgado por la UNESCO, sobre el tema “Estrategias biotecnológicas para el control de enfermedades bacterianas y por protozoarios intracelulares que afectan al ganado bovino”

Por todo lo expuesto el Jurado consideró que la Dra. Bibiana Brihuega ha desarrollado especialmente su carrera profesional con características muy destacadas en su especialidad, las cuales coinciden con la temática del Premio Fundación Manzullo y que posee sobrados antecedentes para recibir dicho premio.

Por todo ello, Dra. Bibiana reciba nuestras cálidas felicitaciones y nuestro reconocimiento por la labor realizada y esperamos que este galardón le sirva de estímulo para continuar con nuevos logros científicos y un venturoso futuro.

Muchas gracias.

Premio *Fundación Manzullo*, versión 2013
Sesión Pública Extraordinaria
Buenos Aires, 12 de noviembre de 2013

Importancia de la leptospirosis en el sector ganadero y en la salud pública en Argentina

por **Bibiana Brihuega**

Med Vet, Dra., Laboratorio de Leptospirosis; Referencia de OIE
Instituto de Patobiología. CICVyA. INTA, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Las Cabañas y Los Reseros s/n, Hurlingham, Buenos Aires.
brihuega.bibiana@inta.gob.ar

La Leptospirosis es una enfermedad infecto-contagiosa, aguda y febril causada por una bacteria del género *Leptospira* que afecta sobre todo a los animales salvajes y domésticos, que sirven como fuente de infección para el hombre. Es una zoonosis distribuida mundialmente.

Podemos considerar que hay leptospirosis patógenas, saprófitas y también oportunistas, que llamaremos intermedias.

- Patógenas
 - Leptospira interrogans*
 - Leptospira kirschneri*
 - Leptospira noguchii*
 - Leptospira alexanderi*
 - Leptospira weilii*
 - Leptospira genomospecies 1*
 - Leptospira borgpetersenii*
 - Leptospira santarosai*
 - Leptospira kmetyi*

- Intermedias
 - Leptospira inadai*
 - Leptospira fainei*
 - Leptospira broomii*
 - Leptospira licerasiae*
 - Leptospira wolffii*
- No patógenas: saprófitas
 - Leptospira biflexa*
 - Leptospira meyeri*
 - Leptospira wolbachii*
 - Leptospira genomospecies 3*
 - Leptospira genomospecies 4*
 - Leptospira genomospecies 5*

Al riesgo intrínseco del microorganismo, se le suma como riesgo adicional su modo de transmisión, vía de entrada, concentración del agente, actividad laboral, resistencia entre otros.

Durante un brote, pueden estar involucradas en la circulación de leptospirosis varias especies animales que vivan en biocenosis.

Hay una relación simbiótica entre la leptospira y su hospedador que es de gran importancia para la perpetuación de la enfermedad en la población animal. Este es un equilibrio biológico entre algunas cepas de leptospirosis y ciertas especies animales en las cuales persisten en los túbulos contorneados renales, sin producir efecto patógeno en su epitelio.

La leptospirosis es un serio problema en las explotaciones ganaderas por las pérdidas que ocasiona, y por las implicancias en la salud pública. Hay dos factores decisivos en su diseminación, la eliminación de leptospirosis con la orina de los animales infectados y la supervivencia de los gérmenes fuera del organismo. En el curso de una leptospirosis se eliminan hasta 10^7 leptospirosis por mililitro de orina. Estos microorganismos resisten más tiempo en la orina neutra o ligeramente alcalina. Por esta razón desem-

peñan los herbívoros un papel más importante en la transmisión que los carnívoros con su orina ácida.

La transmisión tiene lugar por contacto directo con orina que contenga leptospiras o con agua, tierra o materiales contaminados. El punto de partida para la diseminación de la leptospirosis es la presencia de un portador.

Estos, ya sean animales domésticos o silvestres, eliminan leptospiras con la orina en forma discontinua y por períodos de tiempo variables. De esta manera se efectiviza la infección directa a otros animales, de la misma u otras especies, como así también el hombre.

La transmisión entre animales de una explotación puede ser congénita o neonatal o por portadores.

Los signos característicos de la enfermedad son aborto, muerte de terneros de pocos días de vida, muerte embrionaria y mastitis. La enfermedad ha sido calificada como una enfermedad prioritaria en caso de desastres ambientales. Una de las causas del aumento de su incidencia son los cambios climáticos, desastres naturales y la mayor expansión de la ganadería a zonas bajas. También se ha documentado en reptiles, aves, anfibios y artrópodos. En Argentina es endémica con presentación de brotes epidémicos.

En los bovinos, pequeños rumiantes y porcinos la enfermedad causa importantes pérdidas económicas debido a abortos, infertilidad, y disminución de la producción láctea. El aborto se describe como a término y autolítico, pero se puede presentar muerte embrionaria y abortos no autolíticos. La enfermedad se puede presentar en forma subclínica o clínica, leve hasta letal.

La forma subclínica se observa en animales no preñados, y en los que no están en período de lactación.

La forma clínica se presenta en animales jóvenes (terneros) con fiebre, depresión, disnea, hemoglobinuria e ictericia. En la orina suelen verse coágulos sanguíneos.

En casos de muerte en terneros de recría, se ha podido observar hepatomegalia, esplenomegalia e ictericia en mucosas y tejido subcutáneo. En riñón se detectaron importantes áreas de necrosis cortical con glomerulitis, con afectación y atrofia de glomerulos y reacción inflamatoria del intersticio con infiltración de mononucleares y polimorfonucleares neutrófilos y depósitos de fibroblastos. En algunos cortes se observaron áreas de infarto. En hígado se observaron focos de necrosis diseminados por todo el órgano en el área centrolobulillar, con ligera infiltración de mononucleares y polimorfonucleares neutrófilos. En bazo se muestra hiperplasia de pulpa roja, hemorragias intensas por todo el órgano y escaso desarrollo de núcleos germinativos. Los linfonódulos presentaron hemorragias en toda su estructura.

Nuestros estudios serológicos con la técnica referencial de microaglutinación, muestran una alta seroreactividad; hemos encontrado sobre 5085 sueros bovinos, 57% positivos, sobre 253 sueros equinos 59,64%, en 125 sueros porcinos 57,00%, en 235 sueros caprinos 11% de positivos y sobre 204 sueros caninos, 18% de positivos.

Logramos numerosos aislamientos a partir de bovinos, ovinos, porcinos, equinos, caninos, y diferentes animales silvestres, comadrejas, coypos, cuisés, roedores, batracios, guanaco, jabalí, zorro, armadillo, zorrino. La especie y serovariedad predominante fue *Leptospira interrogans* serovar Pomona, siguiendo en importancia *Leptospira interrogans* serovar Icterohaemorrhagiae, *Leptospira borgpetersenii* serovar Castellonis y *Leptospira interrogans* serovar Canicola.

Los roedores, y en especial las ratas por su amplia distribución y por su carácter de excretoras de leptospiras de por vida, juegan un papel epidemiológico relevante como reservorios. Este esquema epidemiológico se amplía al actuar el agua como vehículo de transmisión. Por tal razón, esta enfermedad en ocasiones reviste carácter de brote epidémico, especialmente en situaciones de gran abundancia de roedores e inundaciones.

En zonas marginales de la ciudad de Buenos Aires se estudiaron roedores, *Rattus rattus* y *Rattus norvegicus*, encontrándose un 34 y 50% de seropositividad. La especie reaccionante fue *Leptospira interrogans* serovar Icterohaemorrhagiae

Las principales causas de pérdidas reproductivas han sido, 79% fetos abortados, 1,7% prematuros, 16% natimortos y 2,6% pérdidas neonatales; y las principales causas fueron las bacterianas y dentro de estas, la bacteria más frecuente fue *Leptospira* spp, seguida de *Brucella abortus* y *Campylobacter* sp.

En el ganado bovino en los últimos 10 años hemos aislado *Leptospira interrogans* serovar Pomona, y en los porcinos, *Leptospira interrogans* serovar Pomona y *Leptospira interrogans* serovar Icterohaemorrhagiae.

Los aislamientos se caracterizaron genéticamente empleando la técnica conocida como MLVA (Multiple-locus variable-number tandem repeat analysis), usando los cebadores VNTR4, VNTR7, VNTR9, VNTR10, VNTR19, VNTR23 y VNTR31. Y se ha demostrado a partir de la construcción de árboles genéticos que las cepas circulantes en las distintas especies tienen los mismos perfiles que las obtenidas en casos clínicos tanto en animales de producción como en el hombre.

En Argentina se vacuna con una bacterina a caninos, porcinos y bovinos.

En los establecimientos ganaderos se recomienda no sólo considerar la presencia de esta enfermedad cuando se presentan abortos y muertes en terneros de pocos días, sino también en animales de recría, y vacunar como forma de prevención para evitar grandes pérdidas económica.

La leptospirosis está en amplia difusión y algunas prácticas laborales, como el trabajo en arrozales, minería y trabajos en agricultura y ganadería (veterinarios, ganaderos, trabajadores de mataderos), así como ciertas actividades recreativas que implican contacto con aguas posiblemente contaminadas con orina de animales, suponen los riesgos de contagio más importantes.

Las profesiones y actividades en riesgo de contraer la enfermedad de mayor a menor importancia son el personal de tambo, actividades rurales generales, veterinarios, personas en zonas bajas post inundación, personal de construcciones y viviendas con roedores.

La profilaxis higiénico-sanitario es esencial en el control de la leptospirosis, limpiar y desinfectar los corrales, educación y difusión a las poblaciones, protección individual de los trabajadores, higiene personal y del ambiente doméstico, utilizar fosas en lugar de los canales de estiércol, buen drenaje o relleno de terrenos bajos o inundables, control de hospedadores de mantenimiento silvestres y control de hospedaderos domésticos, realización de estudios epidemiológicos para tener noción sobre prevalencia de la enfermedad en las especies y serovares presentes y vacunación de las especies susceptibles.

Dado las características de esta zoonosis y su difusión a través de la orina al medio no se puede erradicar, pero sí, controlar a través del diagnóstico, la vacunación y la información.

REFERENCIAS

Adler B & de la Peña Moctezuma A. 2010. Leptospira and leptospirosis. *Vet Microbiol.*, 27: 287-96

Brihuega B, Martínez M, Romero G & Grune S. 2013. Leptospirosis en producciones de subsistencia de pequeños rumiantes. *Revista Argentina de Zoonosis y Enfermedades Emergentes*, 8(2): 38

Brihuega B, Venzano A, Diodati J, Boffi A, Funes D, Auteri C, Romero G & Samartino L. 2011. Alteraciones ultramicroscópicas en tejido placentario de animales infectados con *Leptospira interrogans* serovar Pomona. *Rev. Arg Microbiol.*, 43: 68

Draghi G, Brihuega B, Benitez D, Sala JM, Biotti GM, Pereyra M, Homse & Guariniello L. 2011 Brote de leptospirosis en terneros en recría en la provincia de Corrientes, Argentina. *Rev. Arg Microbiol.*, 43: 42-44

Löffler SG, Pavan ME, Vanasco B, Samartino L, Suarez O, Auteri C, Romero G & Brihuega B. 2014. Genotypes of pathogenic *Leptospira* spp isolated from rodents in Argentina. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, Feb 17;0. pii: S0074-02762014005040295.

Majed Z, Bellenger E, Postic D, Pourcel C, Baranton G & Piccard M. 2005. Identification of variable-number tandem-repeat loci in *Leptospira interrogans* sensu stricto. *J. Clin. Microbiol.*, 43: 539-545

Pavan ME, Cairó F, Brihuega B & Samartino L. 2008. Multiple-locus variable-number tandem repeat analysis (MLVA) of *Leptospira interrogans* serovar Pomona from Argentina reveals four new genotypes. *Comp. Immunol. Microbiol. Infect. Dis.*, 31: 37-45

Pavan ME, Cairo F, Pettinari MJ, Samartino L & Brihuega B. 2011. Genotyping of *Leptospira interrogans* strains from Argentina by Multiple-Locus Variable-number tandem repeats Analysis MLVA. *Comp. Immunol. Microbiol. & Infect. Dis.*, 34 (2): 135-141

Scialfa E, Brihuega B, Venzano A, Morris WE, Bolpe J & Schettino M. 2013. First Isolation of *Leptospira interrogans* from *Lycalopex griseus* (South American Gray Fox) in Argentina Shows New MLVA Genotype. *J. Wildl. Dis.*, 49 (1): 168-72

Premio *Fundación Pérez Companc*, versión 2013

Buenos Aires, 11 de diciembre de 2013

Apertura del Acto de entrega del Premio Fundacion Pérez Companc

por **el Presidente de la Academia Nacional de
Agronomía y Veterinaria, Dr. Carlos O. Scoppa**

Señores Académicos

Señores Representantes de la Fundación Pérez Companc

Autoridades Nacionales y Universitarias

Señores Recipiendarios del Premio Pérez Companc, versión 2013

Familiares, amigos y colegas de los Recipiendarios

Señoras y Señores

Abrimos esta nueva Sesión Pública Extraordinaria de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria que efectuamos conjuntamente con la Fundación Pérez Companc para hacer entrega de la versión 2013, la undécima edición, del Premio que con ese nombre otorga esa entidad de bien público y discierne nuestra corporación, lo cual como siempre, constituye, una ceremonia enfatizada, uno de los acontecimientos más gratos y significativos de la vida académica.

En estas ceremonias carentes de falsas solemnidades, sólo privan la sonrisa amable y el gesto complaciente de familiares, compañeros y amigos, regocijados por las circunstancias. Sin embargo, obligatoriamente son verdaderas liturgias por la dignidad que encierran y por permitir acceder a la afirmación que necesi-

riamente se debe manifestar ante el talento creador, la inteligencia y la fajina, virtudes que generalmente pasan desapercibidas para las muchedumbres.

Venimos a reconocer públicamente los frutos de la inteligencia, del trabajo abnegado, del afán de progreso, del querer saber más. A brindar el justo reconocimiento de pares ante los aportes de la mente y de una faena sin claudicaciones.

En una sociedad donde la ética languidece, la moral vacila y el humanismo se apaga estando inmersa desde hace décadas en el transitar por el facilismo, la falta de adeudo y la anomia, galas como estas revisten especial significado para la Republica. Son eslabones de excelencia que tejen la cadena del progreso engrandecida por la acción virtual de los principios, por el aliento que respiran.

Hoy premiamos a una mujer joven, la Dra. Yanina Paola Hecker y a un equipo de investigación de similares características por su trabajo *Nuevos desarrollos tecnológicos para la prevención y control de enfermedades parasitarias en especies animales de interés pecuario*, obra que fuera seleccionada por el Jurado Académico como el mejor trabajo científico de investigación básica o aplicada realizado en el país, motivo del premio para el período considerado. Dictamen que fuera aprobado por unanimidad por el Plenario de la corporación, y corresponderá precisamente, al Presidente de ese tribunal, el Académico, Dr Jorge Errecalde, expresarnos las consideraciones y méritos que aconsejaron su otorgamiento.

Sin duda, ellos no buscaron ni buscan las distinciones, los lauros, los reconocimientos. Ellos no producen, ni gestan para la presea porque saben que los premios no se rastrean, se obtienen.

Muy estimados recompensados de hoy: Mantengan esa fuerte entidad que necesitaron para llegar hasta aquí y sean mezquinos

en conservar vuestra juventud con todos sus excites, con todas sus fallas de apariencia, que son en realidad sus cualidades. Sois la de la nave la impulsión motriz, no pretendáis convertiros desde ahora en su timón; ya les llegara el tiempo para ejercer ese comando. Continudad siendo alegres ya que la seriedad reside en la conducta, no en su apariencia. Sed naturales, y sobre todo, no seáis solemnes, que la solemnidad no es más que la túnica de las insignificancias.

Sin duda, el éxito no dependerá siempre exclusivamente de vosotros, median múltiples factores que lo alejan. Sin embargo no dejéis de ser perseverantes, no os desaniméis por una corta espera, ni creáis que ello es la derrota definitiva. Pero no esperéis porque en la inactividad se agotan las energías y se marchitan los ideales.

No sigáis la senda del interés estrecho, seguid como hasta ahora la amplia ruta del interés de todos ya que es la que siguen los hombres hacia un noble fin. No olvidéis que la nacionalidad no es un territorio poblado de hombres y cosas, es algo más, es el poderoso vínculo de un sentimiento colectivo, movido a impulsos de un común ideal.

La obra de nuestras distinguidas de hoy no se obtuvo de manera fortuita o momentánea, es consecuencia de preservar en un esfuerzo, extendiendo aun en soledad, la canción esperanzada del trabajo, reverdeciendo intentos, estimulando y embelleciendo ideas, y serenando los espíritus que conducen a la verdad.

Ellas conviven con esa partícula de ensueño que se nos regaló para no anquilosarnos y nuestras vidas no sean estériles, para que seamos creadores de verdad, de conocimiento, y finalmente podamos cuidar la vida, lo cual es, en última instancia, para lo que hemos sido llamados.

Que se les permita continuar poniendo sus proas visionarias hacia ese puerto de perfección y permanencia, dos condiciones humanas a las que el hombre jamás renunciara.

En nombre de la Academia, de la Fundación Pérez Companc y en el mío propio, reciban las más calurosas felicitaciones por el merecido galardón al que tan justamente se han hecho acreedoras.

Premio *Fundación Pérez Companc*, versión 2013

Buenos Aires, 11 de diciembre de 2013

Desarrollo de una vacuna experimental para la prevención de la neosporosis bovina

por **Hecker YP, Moore DP, Venturini MC, Verna A, Morrell E, Leunda MR, Cano D & Lischinsky L**

GENERALIDADES

La neosporosis es una enfermedad que ocasiona abortos en bovinos y encefalomiелitis severa en caninos causada por un protozoo intracelular obligado denominado *Neospora caninum* (Bjerkås *et al.*, 1984; Dubey *et al.*, 2007). *N. caninum* pertenece al *phylum Apicomplexa* y a la familia *Sarcocystidae*. El ciclo de vida es heteroxeno involucrando tres estadios parasitarios reconocidos: taquizoítos, bradizoítos y esporozoítos (Dubey *et al.*, 2007). Los taquizoítos y bradizoítos se encuentran en hospedadores intermediarios (bovinos, ovinos, caprinos, búfalos, ciervos, equinos y otras especies de sangre caliente), mientras que los esporozoítos contenidos en esporocistos se eliminan dentro de ooquistes en las heces de los hospedadores definitivos (perros, dingos, coyotes y lobos) (McAllister *et al.*, 1998; Basso *et al.*, 2001; Gondim *et al.*, 2004a; King *et al.*, 2010; Dubey *et al.*, 2011a).

El ganado bovino se puede infectar de forma horizontal, por ingestión de ooquistes eliminados por el hospedador definitivo, y vertical o transplacentar, cuando la madre infectada transmite a su cría la infección durante la gestación (Dubey *et al.*, 2007).

Trees & Williams (2005) propusieron el uso del término transmisión transplacental endógena para definir la infección fetal a partir de la reactivación de una infección crónica latente y así diferenciarlo de la transmisión transplacental exógena, que alude a la infección fetal que ocurre como resultado de la infección de la madre por ingestión de ooquistes durante la preñez. Cualquiera de estas vías de transmisión conduce a la infección del feto y, ocasionalmente, al aborto (Dubey *et al.*, 2007).

Diagnóstico

La infección por *N. caninum* puede demostrarse mediante la utilización de pruebas directas o indirectas. El diagnóstico indirecto de la infección se realiza a través de la identificación de anticuerpos específicos mediante inmunofluorescencia indirecta (IFI), ELISA indirecto, western blot (WB), microaglutinación y APIA (del inglés *antigen printing immunoassay*) (Dubey & Schares, 2011b; Wilkowsky *et al.*, 2011). El diagnóstico directo se hace mediante la detección del parásito por inmunohistoquímica (IHQ) o por reacción de la polimerasa en cadena (PCR). Para el diagnóstico de aborto causado por *N. caninum* se consideran de utilidad los hallazgos histopatológicos que evidencian las lesiones causadas por un desequilibrio en la relación hospedador- parásito (Innes *et al.*, 2002). Por otra parte, el aislamiento del parásito no es un método de diagnóstico de rutina por ser poco sensible y muy costoso por la necesidad de utilizar animales de laboratorio. La dificultad para el aislamiento queda de manifiesto en el escaso número de cepas existentes en el mundo. Solo se han mencionado 67 aislamientos de *N. caninum* a partir de tejidos infectados o materia fecal de bovinos y caninos, respectivamente (Dubey *et al.*, 2007). Pese a

ello, este método de diagnóstico resulta de gran interés para la caracterización de cepas y estudios epidemiológicos.

Medidas de control

Las medidas actuales de lucha contra la neosporosis bovina se sustentan en limitar el ciclo parasitario, utilización de quimioterapia y utilización de vacunas. Para limitar el ciclo parasitario se debe controlar el ingreso de perros a las fuentes de agua y de alimento de los bovinos, eliminar fetos y placenta producto de un aborto para impedir que sean ingeridos por los caninos y realizar el control de roedores (Dubey *et al.*, 2007). La eliminación de todos los animales infectados, el empleo de la transferencia embrionaria, la reposición selectiva con animales seronegativos y la inseminación artificial con semen sexado o semen de animales para carne son otras medidas disponibles para el control de la enfermedad (Dubey *et al.*, 2007).

En lo que respecta a quimioterapia, se han realizado diferentes trabajos evaluando drogas *in vitro* (Lindsay & Dubey, 1989, 1990; Lindsay *et al.*, 1994; Kim *et al.*, 2002; Kwon *et al.*, 2003; Youn *et al.*, 2003) o *in vivo* en bovinos (Lindsay & Dubey, 1990; Mehlhorn *et al.*, 1984; Greif, 2000, 2001; Campero *et al.*, 2004); sin embargo hasta la fecha, no se han identificado fármacos que puedan actuar contra los estadios quísticos de *N. caninum* (Innes & Vermeulen, 2006).

Los avances que se han producido para la obtención de una vacuna contra la neosporosis bovina involucran la utilización de inmunógenos inactivos, antígenos recombinantes y taquizoítos vivos.

Las vacunas inactivadas son seguras aunque de baja eficacia (25 a 60%) y no previenen la transmisión vertical (Romero *et al.*,

2004; Weston *et al.*, 2012). No obstante, podrían ser una herramienta económicamente viable en rebaños donde la seroprevalencia es superior al 21% (Reichel & Ellis, 2006). Por otra parte, el empleo de vacunas con proteínas recombinantes para el control de la neosporosis en bovinos es aún limitada (Baszler *et al.*, 2008; Nishimura *et al.*, 2013).

La vacunación pre-servicio con protozoos vivos en la hembra bovina genera protección no solo contra el aborto sino también hacia la transmisión vertical (Innes *et al.*, 2001; Williams *et al.*, 2007; Weber *et al.*, 2013). Para prevenir las infecciones por *N. caninum* debería considerarse los logros alcanzados para el control de otras enfermedades causadas por protozoos Apicomplexa. Para prevenir infecciones por *Toxoplasma gondii* existe una vacuna comercial elaborada a partir de taquizoítos vivos de la cepa S48, los cuales lograron atenuarse luego de más de 3000 pasajes en ratón (Buxton *et al.*, 1993, 2007). Esta vacuna presenta una elevada eficacia y adecuado nivel de protección contra el aborto ovino durante 18 meses (Buxton *et al.*, 1993). Teniendo en cuenta que la resistencia a protozoos Apicomplexa está asociada a una respuesta inmune Th1 (del inglés *T helper*) mediada por linfocitos T citotóxicos, con producción de interferon gamma (IFN- γ), interleuquina-12 (IL-12), factor de necrosis tumoral alfa (FNT- α) e inmunoglobulina (Ig) G2 (Innes *et al.*, 2001, 2005; Staska *et al.*, 2003; Williams *et al.*, 2007), el objetivo que debería cumplir una vacuna contra la neosporosis sería prevenir el aborto y la transmisión transplacental generando una respuesta inmune semejante a la que provoca el parásito naturalmente en el huésped. Además, dicha formulación debería ser segura y evitar la persistencia de la infección. A pesar de los avances producidos en el campo

de los inmunógenos experimentales contra la neosporosis bovina en los últimos años, estos objetivos aún no han sido cumplidos.

Empleo de inmunógenos experimentales en Argentina

Moore *et al.* (2005) vacunaron vaquillonas con lisado de taquizoítos en adyuvante oleoso (13% Arlacel, 85% Marcol 52 y 2% Tween 80) en el segundo trimestre de gestación comparando la respuesta inmune a *N. caninum* con vaquillonas naturalmente infectadas, sin vacunar, que no abortaron. Los títulos de IgG1 e IgG2 fueron semejantes en animales inmunizados, pero difirieron cuando se los comparó con aquellos de los animales naturalmente infectados. Los niveles de IFN- γ fueron semejantes en ambos grupos; sin embargo, no se observó respuesta celular en el grupo vacunado.

En el país se han evaluado los complejos inmunoestimulantes (ISCOMs) como adyuvantes. Los ISCOMs son micropartículas esféricas huecas de 40 nm de diámetro constituidas por saponinas, lípidos y antígenos (Morein *et al.*, 2004). Este tipo de adyuvante facilita el transporte rápido de la molécula antigénica desde el sitio de inoculación hasta el linfonódulo adyacente lo que determina escasa reacción inflamatoria local. Los ISCOMs interactúan con las células dendríticas aumentando la presentación de antígenos y estimulando la expresión de moléculas del CMH II con eficiente inducción de respuesta de linfocitos T CD4+ y CD8+ (Maraskovsky *et al.*, 2009) induciendo una respuesta inmune Th1/Th2 balanceada (Lovgren Bengtsson *et al.*, 2011). Utilizando antígenos de *N. caninum* formulados con ISCOM se vacunaron terneros y comparó la respuesta inmune obtenida con respecto a terneros inoculados con taquizoítos vivos (Moore *et al.*, 2011). En la segun-

da semana post inoculación, los terneros vacunados desarrollaron anticuerpos específicos (predominio IgG1) hacia *N. caninum* aunque en niveles similares a aquellos terneros del grupo inoculado con taquizoítos vivos en quienes predominó la IgG2 siendo los niveles de IFN- γ semejantes en ambos grupos de terneros.

Recientemente, Mansilla *et al.* (2013) vacunaron vaquillonas con diferentes dosis de extracto soluble de taquizoítos de *N. caninum* formulados en adyuvante de lecitina de soja y β -glucanos. Aquellos animales inmunizados con 50 μ g de antígeno fueron los que generaron títulos de IgG y células CD4+ productoras de IFN- γ a niveles comparables con aquellos obtenidos en CMSP estimuladas inespecíficamente.

Considerando los hallazgos promisorios reportados previamente (Moore *et al.*, 2011) en el presente trabajo de investigación se planteó:

HIPÓTESIS

La inoculación de un inmunógeno experimental conteniendo antígenos de *N. caninum* incorporados en ISCOMs genera una respuesta inmune de igual magnitud a la provocada por la inoculación de taquizoítos vivos en hembras bovinas gestantes y protege de la transmisión vertical causada por la inoculación de una cepa patógena de *N. caninum*.

Objetivo general

Desarrollar una vacuna experimental inactivada que genere una respuesta inmune y protección contra la transmisión vertical de *N. caninum* similares a la provocada por la inoculación de taquizoítos vivos en hembras bovinas gestantes.

Objetivos específicos

- Caracterizar la respuesta inmune generada luego de la inmunización con taquizoítos vivos o antígenos nativos utilizando la cepa NC-6 Argentina en vaquillonas preñadas.
- Evaluar el grado de protección de la transmisión vertical en las vaquillonas inmunizadas que fueron desafiadas experimentalmente al día 70 de gestación con la cepa patógena NC-1.

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales y diseño experimental

Se utilizaron hembras bovinas Aberdeen Angus con adecuado desarrollo corporal, genitualmente aptas, vírgenes, nacidas en julio-agosto del año 2007, seronegativas a *N. caninum* provenientes de un rodeo libre de brucelosis, tuberculosis, campylobacteriosis y tricomonosis de las Reservas Ganaderas del INTA Balcarce. Se seleccionaron 31 vaquillonas seronegativas a *N. caninum* a IFI (dilución $\leq 1:25$) las cuales se dividieron en forma aleatoria en 4 grupos:

Grupo A: 9 vaquillonas inoculadas EV con $6,25 \times 10^7$ taquizoítos de la cepa NC-6 Argentina el día que inicio el ensayo (semana 0: inicio del ensayo). La elección de esta vía se determinó para simular la distribución natural hematógica del parásito, como fue previamente sugerido (Williams *et al.*, 2000).

Grupo B: 9 vaquillonas inmunizadas en la región del cuello por vía SC con 2 dosis (semana 0 y 3 del ensayo) de una vacuna en base a extracto de antígenos nativos de la cepa NC-6 Argentina formulados en ISCOMs (Abisco-300, ISCONOVA, Uppsala, Sweden).

Grupo C: 8 animales inoculados por vía SC con solución salina tamponada estéril (SSTE).

Grupo D: 5 animales inoculados por vía SC sólo con el adyuvante ISCOMs.

Todos los animales fueron evaluados diariamente durante una semana luego de cada inoculación para su observación clínica y detectar las eventuales reacciones inflamatorias en el sitio de inoculación.

Para la sincronización de las vaquillonas se utilizaron 2 dosis de una prostaglandina sintética (D cloprostenol; Tecnofarm®, Buenos Aires, Argentina) y posteriormente se realizó el servicio a corral durante 7 días con 4 toros de raza Aberdeen Angus, sanitaria y reproductivamente aptos. A los 35 días de iniciado el servicio (día 75 de comenzado el ensayo) se realizó el diagnóstico de preñez mediante ultrasonografía y finalmente cada grupo experimental fue integrado por 4 vaquillonas gestantes. Al día 70 de gestación (semana 14 de comenzado el ensayo) las vaquillonas de todos los grupos fueron desafiados por la vía EV con $4,7 \times 10^7$ taquizoítos de la cepa NC-1.

Cultivo de taquizoítos

En este trabajo se utilizaron 2 aislamientos diferentes de *N. caninum*: cepa NC-6 Argentina (Basso *et al.*, 2001) y la cepa NC-1 (Dubey *et al.*, 1988), ambas gentilmente cedidas por la Dra. M.C. Venturini.

La cepa NC-6 se utilizó al comienzo del ensayo para inocular las vaquillonas del grupo A y para la producción de antígenos nativos para producir la vacuna del grupo B. La cepa NC-1 fue utilizada para realizar el desafío de los animales de todos los grupos en el día 70 de gestación. Ambos aislamientos fueron mantenidos bajo las mismas condiciones en pasajes continuos en células Vero

y cosechados cuando la monocapa presentó un 80% de infección (Dubey *et al.*, 1988).

Producción del extracto de antígenos

El extracto de antígeno utilizado para los animales del grupo B, para las determinaciones serológicas y para la estimulación de sangre para determinación de producción de IFN- γ fue obtenido como describió previamente (Innes *et al.*, 1995). Brevemente, 1×10^9 taquizoítos de la cepa NC-6 Argentina fueron purificados usando columnas (SephadexTM G-25 Medium, GE Healthcare, Sweden) y peleteados mediante centrifugación a $1350 \times g$ por 15 minutos. Posteriormente, el pellet fue re-suspendido en 1 ml de solución de Tris base 10 mM (pH 7) con fluoruro de fenilmetilsulfonilo 2 mM (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA) y sonicado durante 5-6 ciclos de 15 segundos cada uno usando un sonicador (disruptor celular sónico Sonifier 450, Branson Ultrasonic Co., USA) refrigerando el pellet en hielo picado para evitar la desnaturalización proteica por el calor generado. Se realizó una centrifugación del producto y la fracción soluble fue separada. Finalmente, se determinó la concentración proteica del extracto soluble de antígenos mediante un kit comercial (Micro BCA[®] Protein Assay, PIERCE; EE.UU.) y se criopreservó a -80°C .

Determinaciones realizadas

Madres

- *Serología materna* (ELISA, Western blot)
- *Respuesta inmune celular* (IFN γ por ELISA, citometría de flujo)

Fetos

- *Serología fetal* (IFI, WB)
- *Respuesta inmune celular* (IFN γ por ELISA)
- *Histopatología*
- *Inmunohistoquímica*
- *PCR* (sobre órganos fetales y carúnculas)

RESULTADOS

Evaluación de la respuesta humoral materna

Detección anticuerpos específicos a *N. caninum*

Anticuerpos específicos fueron detectados en el grupo A y B a partir de la 3^o semana de iniciado el ensayo, siendo significativamente mayores los PP observados en el grupo A ($76,79 \pm 11,88$) respecto al grupo B ($31,58 \pm 5,85$), C ($22,72 \pm 2,33$) y D ($21,65 \pm 3,11$) ($p < 0,001$). A partir de la semana 5 hasta la semana 13 no existieron diferencias entre los grupo A y B, pero si las hubo entre estos y los grupos C y D ($p < 0,001$).

Posteriormente al desafío (semana 16), el grupo B mostró PP significativamente más altos ($150,06 \pm 19,74$) que el grupo A ($98,16 \pm 6,46$) ($p < 0,05$). Además si bien los animales de los grupos C y D seroconvirtieron después del desafío, los PP alcanzados fueron significativamente menores que aquellos observados en los grupo A y B ($p < 0,05$).

Sub-isotipos de IgG

En las vaquillonas del grupo A se observó predominio de la IgG2 sérica a partir de la segunda semana de inicio del ensayo.

El índice IgG1/IgG2 en el grupo A fue menor a 1 en la mayoría de los animales a partir de la semana 3 del ensayo y se mantuvo en el tiempo hasta el momento de la faena.

Los animales del grupo B tuvieron una respuesta humoral predominante de tipo IgG1 durante todo el ensayo siendo la relación IgG1/IgG2 mayor a 1, previo al desafío. Post desafío (semana 17 del ensayo) dicho índice disminuyó a valores inferiores a 1.

Los animales del grupo C (SSTE) y D (ISCOMs) no tuvieron aumentos en la OD al evaluar los sueros mediante ELISA. Post desafío, los animales evidenciaron índices IgG1/IgG2 cercanos a 1.

Western blot sobre en maternos

Los sueros de las vaquillonas analizados 3 semanas luego de la primera inmunización mostraron un patrón antigénico similar de bandas entre los grupos A y B, aunque en general la intensidad de las bandas del grupo A fue mayor a la observada en el grupo B y no se observaron en el grupo B las bandas de 17-18 y 25-26 kDa.

Los animales del grupo B luego de la segunda dosis de vacuna (semana 5 del ensayo) presentaron un patrón de bandas e intensidad semejantes al observado en el grupo A. El aumento de intensidad en el grupo B de color fue más notable en las bandas de 17-18, 25-26, 29, 33 y 62 kDa.

Luego del desafío (semana 16 del ensayo) se observó un patrón de bandas semejantes entre los grupo A y B, tanto en cantidad como intensidad. Si bien los grupos C y D presentaron un patrón de bandas al momento post desafío, la intensidad de las mismas fue menor a la hallada en los grupos A y B en este momento.

Evaluación de la respuesta inmune celular materna

Determinación de IFN- γ

Las concentraciones de IFN- γ producidas por sangre estimulada con antígeno nativo de *N. caninum* no fueron diferentes entre los distintos grupos experimentales al momento de iniciar el ensayo (semana 0) ($p > 0,05$). Cuando se analizaron las variaciones en las concentraciones de IFN- γ dentro de cada grupo, a través del tiempo, se hallaron diferencias significativas entre la semana 0 y la semana 13 y entre esta última y la semana 17.

Cuando se analizaron las diferencias entre tratamientos, en el momento previo al desafío (semana 13) existió un incremento en la producción de IFN- γ similar entre los grupos A y B ($p > 0,05$) pero significativamente mayor al observado en los grupos C y D ($p < 0,05$). Sin embargo, no se detectaron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos ($p > 0,05$) cuando se analizaron los niveles de IFN- γ post desafío en la semana 17.

Por otra parte, la producción de IFN- γ en sangre estimulada sólo con Con-A fue similar entre tratamientos y a través del tiempo ($p > 0,05$).

La producción de IFN- γ en sangre estimulada con SSTE no presentó diferencias significativas entre grupos ($p > 0,05$) aunque se observaron diferencias a través del tiempo. Ocasionalmente se observaron variaciones individuales encontrándose valores de IFN- γ incrementados en animales pertenecientes a los grupos A y B.

Análisis fenotípico de CMSP

Al momento de iniciar en ensayo, los animales no presentaron diferencias entre tratamientos ni en el porcentaje de células CD4+ (19,50% $\pm$ 3,14) ni en el porcentaje de células CD8+ (5,15% $\pm$ 0,82). Cuando se realizó el análisis a través del tiempo

se observó una caída en los porcentajes de células T CD4+ y CD8+ ($p < 0,05$) en todos los grupos experimentales.

El cambio más notable en las sub-poblaciones de CMSP fue la disminución significativa en los porcentajes de células CD4+ en vaquillonas de los grupos A ($14,40\% \pm 3,90$), B ($12,60\% \pm 4,50$) y D ($15,20\% \pm 2$) respecto al grupo C ($22\% \pm 8$) a la semana 13 del ensayo ($p < 0,05$). En el resto de los tiempos de muestreo, se observó una tendencia a la disminución en el porcentaje de las células CD4+ en todos los grupos aunque las mismas no fueron significativas entre tratamientos. En el grupo A, la disminución más evidente se produjo luego de que los animales recibieran el inóculo con taquizoítos vivos (semana 3). En los animales del grupo B, la disminución del porcentaje de células CD4+ se observó posteriormente a que los animales recibieran la segunda dosis de vacuna (semana 5).

Cuando se analizaron las células CD8+ se observó también una tendencia a la disminución de los porcentajes de las mismas a través del tiempo para los animales de los grupos A y B comparados con los grupos C y D aunque no fueron diferencias significativas entre tratamientos en ninguno de los tiempos de muestreo (datos no presentados). Los porcentajes de linfocitos T $\gamma\delta$ + y monocitos no mostraron cambios a través del tiempo cuando fueron analizados (datos no presentados).

Cuando se analizó el índice CD4+/CD8+ a través del tiempo de los animales de los grupos A y B, se observó que en el grupo A (índice CD4+/CD8+ la semana 0= $3 \pm 0,73$) disminuyó hasta la semana 5 del ensayo ($1,98 \pm 0,75$) y luego se incrementó gradualmente hasta el momento del desafío ($3,17 \pm 0,4$) (semana 16). En dicha instancia el incremento fue más marcado alcanzando el valor observado al momento de inicio del ensayo.

Por otro lado en el grupo B (índice CD4+/CD8+ la semana 0= $2,75 \pm 0,30$) luego de la primera dosis de vacuna, el índice CD4+/CD8+ comenzó a caer hasta el momento previo al desafío (semana 13) en donde tuvo su valor más bajo ($1,47 \pm 0,39$). Luego del desafío presentó un incremento breve ($1,97 \pm 0,55$) (semana 16), y disminuyó nuevamente a la semana 17 ($1,58 \pm 0,43$).

En los animales de los grupos C y D se observó un comportamiento semejante en el índice CD4+/CD8+ al observado en el grupo B. Luego de comenzado el ensayo (índice CD4+/CD8+ a la semana 0 para grupo C= $3 \pm 0,28$ y D= $2,9 \pm 0,28$) el índice CD4+/CD8+ disminuyó de forma continua hasta el momento previo al desafío (índice CD4+/CD8+ a la semana 13 para grupo C= $1,33 \pm 0,89$ y D= $0,83 \pm 0,10$). Posteriormente al desafío (semana 16) los índices CD4+/CD8+ de ambos grupos mostraron un leve incremento; este aumento fue más notorio en el grupo C ($1,84 \pm 0,94$) en relación al grupo D ($1,21 \pm 0,46$). Finalmente en la semana 17 los valores de los índices CD4+/CD8+ para ambos grupos volvieron a caer.

Examen de los fetos

Viabilidad fetal

Al momento del sacrificio la totalidad de los fetos estaban presentes siendo todos viables, no se observaron hallazgos macroscópicos en ninguno de los fetos a la necropsia.

Histopatología fetal y de la placenta

Las lesiones halladas en los fetos fueron clasificadas de acuerdo a su severidad siendo características de una infección con *N. caninum*.

Los fetos de las vaquillonas del grupo A tuvieron lesiones histopatológicas leves en 3/4 fetos analizados. Sólo un feto (feto N° 5) presentó hepatitis necrohemorrágica multifocal (grado 2) y pericarditis mononuclear (grado 2). No se observaron lesiones a nivel de placenta en las vaquillonas de este grupo.

En 3/4 fetos del grupo B se encontraron lesiones histopatológicas leves o moderadas caracterizadas por infiltrado inflamatorio mononuclear peribronquiolar (grado 2), miocarditis mononuclear leve (grado 1) y nefritis intersticial leve (grado 1), junto a escasos focos de infiltrados mononuclear en placenta (grado 1) con la excepción del feto N°9 que presentó lesiones severas. Las mismas fueron: meningoencefalitis multifocal mononuclear con gliosis moderada, pericarditis y miocarditis mononuclear severa necrotizante con pérdida de la estructura del órgano (grado 3), neumonía intersticial severa (grado 3), nefritis intersticial mononuclear multifocal (grado 3), hepatitis mononuclear (grado 2), glositis y miositis mononuclear (grado 2), placentitis necrotizante multifocal (grado 3).

Todos los fetos de los grupos C y D tuvieron lesiones severas en los órganos muestreados, a saber: neumonía intersticial peribronquiolar mononuclear multifocal (grado 3), epicarditis y miocarditis (grado 2), nefritis intersticial (grado 3) miositis mononuclear difusa (en semitendinoso y diafragma) (grado 2) y hepatitis necrótica periportal (grado 3). En placenta se observó una placentitis necrotizante multifocal con focos de mineralización (grado 3).

Al realizar el análisis estadístico de las lesiones se observó que los fetos del grupo A tuvieron el puntaje patológico más bajo (promedio= 2,75; error estándar $\pm$ 2,90) al compararlos con los fetos de los grupos B (7,50; $\pm$ 4,50), C (7,75; $\pm$ 1.50) y D (7,50; $\pm$ 1.30) ($p < 0.05$). Los fetos que tuvieron menor severidad de le-

siones histopatológicas tuvieron madres con índices CD4+/CD8+ mayores, independientemente del grupo.

Histopatología materna

Al examinar el SNC de las madres faenadas no se encontraron lesiones de significancia en ninguno de los animales con la excepción de focos aislados de hemorragia meníngea de las regiones frontal y occipital, presumiblemente ocasionados por el método de sacrificio utilizado en el frigorífico.

Inmunohistoquímica de fetos y placentas

Se analizaron 34 tejidos de los animales del grupo A (fetos y placentas), siendo todos negativos a IHQ. En caso de los animales del grupo B se analizaron 41 secciones de tejidos, siendo solo 1 positivo a IHQ una sección del SNC asociada a necrosis severa en la corteza cerebral.

Para los tejidos de los animales del grupo C se analizaron 55 cortes siendo 2 placentas positivas a IHQ (vaca N°11 en focos de necrosis en las vellosidades materno-fetales y vaca N°16 con placentitis no supurativa necrotizante en vellosidad coriónica).

En los tejidos de los fetos y placenta del grupo D se encontró 3/4 tejidos con IHQ positiva, (pulmón del feto N°1 y 2 cortes de placentas con asociadas a necrosis en la interfase materno fetal).

Evaluación de la respuesta inmune fetal

Anticuerpos en fluidos fetales

Mediante IFI se detectaron anticuerpos específicos a *N. caninum* en fluidos peritoneales de 1/4 fetos del grupo A, C y D y en 2/4 fetos del grupo B.

Al realizar el western blot se detectó el antígeno de 17-18 kDa en todos los fluidos fetales positivos a IFI y además en 2 fetos que fueron negativos a IFI (uno del grupo B y otro del D). No se detectaron inmunoreacciones positivas en ninguno de los fetos del grupo A.

IFN- γ sobre fluidos fetales

No se detectó IFN- γ en ninguno de los fluidos fetales de los fetos de los animales del grupo A. Por otra parte, se observó IFN- γ en los fluidos fetales de 2/4, 4/4 y 3/4 fetos de los grupos B, C y D, respectivamente. Al analizar las concentraciones de IFN- γ halladas en los fluidos fetales por grupo se observó que en el grupo B sólo el feto N°9 presentó una concentración apreciable de IFN- γ (24150 ng/ml); el feto N°10 tuvo niveles escasamente detectables (150 ng/ml). En el caso del grupo C, tres fetos presentaron concentraciones elevadas de IFN- γ (>3000 ng/ml), el feto N°16 produjo IFN- γ baja concentración (400 ng/ml). Por último, en el grupo D los 3 fetos produjeron IFN- γ en cantidades apreciables (>3000 ng/ml).

Reacción de la polimerasa en cadena

Los tejidos en los que más frecuentemente se detectó ADN de *N. caninum* fueron SNC y pulmón fetal y carúncula materna. El ADN de *N. caninum* fue amplificado en 1/4 fetos del grupo A, 3/4 del grupo B y en 4/4 del grupo C y D.

Para realizar un análisis de frecuencias de detección, se realizaron más extracciones de aquellos tejidos en los que más frecuentemente se detectó el ADN del protozoo (SNC, pulmón y carúncula). De cada grupo se colectaron en total 16 muestras

de SNC y el ADN de *N. caninum* fue detectado en 1, 5, 3 y 6 muestras del grupo A, B, C y D, respectivamente, hallándose diferencias significativas sólo en los tejidos del grupo A respecto al resto de los grupos ($p < 0.001$). De forma similar, cuando se procesaron las 16 muestras de pulmón fetal, el ADN parasitario fue amplificado en 1 y 2 muestras de 16 extracciones analizadas de los grupos A y B comparado con 12 y 9 muestras positivas de 16 analizadas de los grupos C y D, siendo estos resultados significativamente diferentes entre el grupo A y B respecto al C y D ($p < 0,0001$).

Cuando se realizó el análisis estadístico de las frecuencias de detección en carúncula se encontraron diferencias significativas del grupo A que presentó de 16 extracciones de tejido caruncular sólo 1 positivo respecto al grupo B (8/16), C (12/16) y D (8/16) ($p < 0,0032$).

CONCLUSIONES

- Se rechaza la hipótesis planteada.
- La prevención de la transmisión vertical se logró utilizando un inmunógeno vivo (cepa NC-6 Argentina).
- Vacuna inactivada como parte de un sistema de control integrado para protección del aborto.
- Se realizarán estudios en la interfaz materno-fetal de los animales vacunados.

AGRADECIMIENTOS

- Al laboratorio de Patología (GSA, INTA Balcarce)
- Al laboratorio de Virología (GSA, INTA Balcarce).
- Al Dr. Carlos Campero, Dr. Anselmo Odeón y al Dr. Ernesto Späth.
- Al laboratorio de Bacteriología (GSA, INTA Balcarce).
- Al laboratorio de Biotecnología de la Reproducción (INTA Balcarce).
- Al personal de las reservas ganaderas de INTA Balcarce.
- Al laboratorio del Instituto de Virología de INTA Castelar (Dra. Patricia Zamorano, Dra. Valeria Quattrocchi, Dra. María J. Gravisaco).
- Al Dr. Luis Ortega Mora, Dr. Javier Regidor Cerrillo (SALU-VET, UCM).
- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).
- Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (FONCyT).
- Ministerio de Ciencia y Tecnología (MINCyT).

BIBLIOGRAFÍA

Basso W, Venturini L, Venturini MC, Hill DE, Kwok OCH, Shen SK & Dubey JP. 2001a. First isolation of *Neospora caninum* from the feces of a naturally infected dog. *J. Parasitol.*, 87: 612-618

Baszler TV, Shkap V, Mwangi W, Davies CJ, Mathison BA, Mazuz M, Resnikov D, Fish L, Leibovitch B, Staska LM & Savitsky I. 2008. Bovine immune response to inoculation with *Neospora caninum* surface antigen SRS2 lipopeptides mimics immune response to infection with live parasites. *Clin. Vaccine Immunol.*, 15: 659-667

Bjerkås I, Mohn SF & Presthus J. 1984. Unidentified cyst-forming sporozoan causing encephalomyelitis and myositis in dogs. *Z. Parasitenkd.*, 70: 271-274

Buxton D. 1993. Toxoplasmosis: the first commercial vaccine. *Parasitol. Today*, 1148: 335-337

Buxton D, Maley SW, Wright SE, Rodger S, Bartley P & Innes EA. 2007. Toxoplasma gondii and ovine toxoplasmosis: new aspects of an old story. *Vet. Parasitol.*, 149: 25-28

Campero C, Merlo R, Mc Cargo R, de Yaniz G, Cano D, Moore D, Leunda M & Cantón. 2004. Tratamiento con trimetropin-sulfa en vacas lecheras preñadas seropositivas a *Neospora caninum* y cinética de los anticuerpos humorales. Asociación Argentina de Veterinarios de Laboratorios de Diagnóstico, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina : 107

Dubey JP, Hattel AL, Lindsay DS & Topper MJ. 1988. Neonatal *Neospora caninum* infection in dogs: isolation of the causative agent and experimental transmission. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 193: 1259-1263

Dubey JP, Schares G, Ortega-Mora LM. 2007. Epidemiology and control of neosporosis and *Neospora caninum*. *Clin. Microbiol. Rev.*, 20: 323-367

Dubey JP, Jenkins MC, Rajendran C, Miska K, Ferreira LR, Martins J, Kwok OCH & Choudhary S. 2011a. Gray wolf (*Canis*

lupus) is a natural definitive host for *Neospora caninum*. *Vet. Parasitol.*, 181: 382-387

Dubey JP & Schares G. 2011b. Neosporosis in animals—The last five years. *Vet. Parasitol.* 180: 90-108

Gondim LFP, McAllister MM, Pitt WC & Zemlicka DE. 2004a. Coyotes (*Canis latrans*) are definitive hosts of *Neospora caninum*. *Int. J. Parasitol.*, 34: 159-161

Greif G. 2000. Immunity to coccidiosis after treatment with toltrazuril. *Parasitol. Res.*; 86: 787-790

Greif G, Harder A & Haberkorn A. 2001. Chemotherapeutic approaches to protozoa: Coccidia – current level of knowledge and outlook. *Parasitol. Res.*; 87: 973-975

Innes EA, Panton WR, Marks J, Trees AJ, Holmdahl J & Buxton D. 1995. Interferon gamma inhibits the intracellular multiplication of *Neospora caninum*, as shown by incorporation of 3H Uracil. *J. Comp. Pathol.*, 113: 95-100

Innes EA, Wright SE, Maley S, Rae A, Schock A, Kirvar E, Bartley P, Hamilton C, Carey IM & Buxton D. 2001. Protection against vertical transmission in bovine neosporosis. *Int. J. Parasitol.*, 31: 1523-1534

Innes EA, Andrianarivo AG, Björkman C, Williams DJL & Conrad PA. 2002. Immune responses to *Neospora caninum* and prospects for vaccination. *Trends Parasitol.*, 18: 497-504

Innes EA, Wright SE, Bartley PM, Maley S, MacAldowie C, Esteban-Redondo I, & Buxton D. 2005. The host–parasite relationship in bovine neosporosis. *Vet. Immunol. Immunopathol.*, 108: 29–36

Innes EA & Vermeulen AN. 2006. Vaccination as a control strategy against the coccidial parasites *Eimeria*, *Toxoplasma* and *Neospora*. *Parasitology*, 133: 145-168

King JS, Šlapeta J, Jenkins DJ, Al-Qassab SE, Ellis JT & Windsor PA. 2010. Australian dingoes are definitive hosts of *Neospora caninum*. *Int. J. Parasitol.*, 40: 945-950

Lindsay DS & Dubey JP. 1990. Effects of sulfadiazine and amprolium on *Neospora caninum* (Protozoa: Apicomplexa) infections in mice. *J. Parasitol.*, 76: 177-179

Lovgren Bengtsson K, Morein B & Osterhaus AD. 2011. ISCOM technology-based Matrix M adjuvant: success in future vaccines relies on formulation. *Expert Rev. Vaccines*, 10: 401-403

Mansilla FC, Czepluch W, Malacari DA, Hecker YP, Bucafusco D, Franco-Mahecha OL, Moore DP & Capozzo AV. 2013. Dose-dependent immunogenicity of a soluble *Neospora caninum* tachyzoite-extract vaccine formulated with a soy lecithin/ β -glucans adjuvant in cattle. *Vet. Parasitol.*, en prensa

Maraskovsky E, Schnurr M, Wilson NS, Robson NC, Boyle J & Drane D. 2009. Development of prophylactic and therapeutic vaccines using the ISCOMATRIX adjuvant. *Immunol. Cell Biol.*, 87: 371-376

McAllister MM, Dubey JP, Lindsay DS, Jolley WR, Wills RA & McGuire AM. 1998. Dogs are definitive hosts of *Neospora caninum*. *Int. J. Parasitol.*, 28: 1473- 1478

Mehlhorn H, Ortmann-Falkenstein G & Haberkorn A. 1984. The effects of sym. Triazinones on developmental stages of *Eimeria tenella*, *Eimeria maxima* and *E. acervulina*: a light and electron microscopical study. *Z Parasitenkd*, 70: 173-182

Moore DP, Leunda MR, Zamorano PI, Odeón AC, Romera SA, Cano A, de Yaniz G, Venturini MC & Campero CM. 2005. Immune response to *Neospora caninum* in naturally infected heifers and heifersvaccinated with inactivated antigen during the second trimester of gestation. *Vet. Parasitol.*, 130: 29–39

Moore DP, Verna AE, Echaide I, Leunda MR, Cano A, Zamorano PI, Pereyra S, Odeón AC & Campero CM. 2011. Immune response to *Neospora caninum* native antigens formulated with immune stimulating complexes in calves. *Vet. Parasitol.* 175: 245-251

Morein B, Hu KF & Abusugra I. 2004. Current status and potential application of ISCOMs in veterinary medicine. *Adv. Drug Deliv. Reviews*, 56: 1367-1382

Nishimura M, Kohara J, Kuroda Y, Hiasa J, Tanaka S, Muroi Y, Kojima N, Furuoka H & Nishikawa Y. 2013. Oligomannose-coated liposome-entrapped dense granule protein 7 induces protective immune response to *Neospora caninum* in cattle. *Vaccine*, en prensa

Reichel MP & Ellis JT. 2006. If control of *Neospora caninum* infection is technically feasible does it make economic sense?. *Vet. Parasitol.*, 142: 23-34

Romero JJ, Perez E & Frankena K. 2004. Effect of a killed whole *Neospora caninum* tachyzoite vaccine on the crude abortion rate of Costa Rican dairy cows under field conditions. *Vet. Parasitol.* 123: 149-159

Staska LM, McGuire TC, Davies CJ, Lewin HA & Baszler TV. 2003. *Neospora caninum*-infected cattle develop parasite-specific CD4+ cytotoxic T lymphocytes. *Infect. Immun.*, 71: 3272-3279

Trees AJ & Williams DJL. 2005. Endogenous and exogenous transplacental infection in *Neospora caninum* and *Toxoplasma gondii*. *Trends Parasitol.*, 21: 558-561

Weber FH, Jackson JA, Sobecki B, Choromansky L, Olsen M, Meinert T, Frank R, Reichel MP & Ellis JT. 2013. On the efficacy and safety of vaccination with live tachyzoites of *N. caninum* for prevention of *Neospora*-Associated fetal loss in cattle. *Clin. Vaccine Immunol.*, 20: 99-105

Weston JF, Heuer C & Williamson NB. 2012. Efficacy of a *Neospora caninum* killed tachyzoite vaccine in preventing abortion and vertical transmission in dairy cattle. *Prev. Vet. Med.*, 103: 136-144

Wilkowsky SE, Gimenez Bareiro G, Mon ML, Moore DP, Caspe G, Campero C, Fort M & Romano MI. 2011. An applied printing immunoassay with recombinant Nc-SAG1 for detection of antibodies to *Neospora caninum* in cattle. *J. Vet. Diagn. Invest.*, 23: 971-976

Williams DJ, Guy CS, McGarry JW, Guy F, Tasker L, Smith RF, MacEachern K, Cripps PJ, Kelly DF & Trees AJ. 2000. *Neospora caninum*-associated abortion in cattle: the time of experi-

mentally-induced parasitaemia during gestation determines foetal survival. *Parasitology*, 121: 347-358

Williams DJ, Guy CS, Smith RF, Ellis J, Bjorkman C, Reichel MP & Trees AJ. 2007. Immunization of cattle with live tachyzoites of *Neospora caninum* confers protection against fetal death. *Infect. Immun.*, 75: 1343-1348

Premio Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, versión 2011

Sesión Pública Extraordinaria

Bahía Blanca, 4 de octubre de 2013

**Apertura del acto de entrega del Premio
ANAV, al Programa de Postgrado
en Ciencias Agropecuarias de la
Universidad Nacional del Sur**

por **el Sr. Presidente de la Academia,
Dr. Carlos Octavio Scoppa**

Señor Rector de la Universidad Nacional del Sur

Señor Decano del Departamento de Agronomía de la UNS

Señores Académicos, Profesores, Alumnos

Señoras y Señores

La Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria ha convocado a una nueva Sesión Pública Extraordinaria con el propósito de hacer entrega de la versión 2009 de su emblemático Premio Academia, que discierne y otorga nuestra corporación, al programa de Postgrado en Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional del Sur. Ceremonias que constituyen siempre, uno de los acontecimientos más destacados, gratos y significativos de la vida académica.

Un programa al cual se puede identificar por la actividad y vocación elegida por cada uno de quienes lo forjaron y a los que lo mantuvieron mediante un compromiso social al cual dedicaron y dedican toda su inteligencia y férrea voluntad de trabajo.

Esta distinción bianual e instituida en 1966, se otorga "a persona, personas o entidades que hayan realizado una valiosa contribución al progreso agropecuario del país" con la aclaración que "las características específicas serán fijadas por la Academia toda vez que deba discernirse". Así para esta edición se decidió destinarlo a "reconocer a una entidad y no a persona o personas.

En un mundo donde la ética languidece, la moral vacila y el humanismo se debilita, e inmersos en una sociedad que desde hace décadas transita por el facilismo, la falta de compromiso y la anomia, fiestas como estas revisten especial significado.

Son eslabones de excelencia que tejen la cadena del progreso engrandecida por la acción virtual de los principios. Verdaderos atavíos de abolengo ilustre de y para la ética y la cultura. No solo por la galanura que la frase conlleva y la elevación de las ideas, sino también por la serenidad doctrinaria, por la impersonalidad de la argumentación y por el aliento que respiran.

Venimos a reconocer públicamente los frutos de la inteligencia, del trabajo abnegado, del afán de ayudar, de querer cooperar más mediante una labor sin claudicaciones.

Es que constituye un insoslayable deber y atribución de las Academias, y nuestro Estatuto así lo establece desde 1932, "amparar el pensamiento creador, y discernir distinciones honoríficas para aquellas organizaciones que son ejemplos adultos de responsabilidad y diligencia, que se realizan en cada una de sus obras dignas del reconocimiento público". De tal manera el otorgamiento de esta presea es ya una tradición y como tal encierra una enseñanza, tiene algo de respetable y también de noble.

Es una celebración con la cual queremos conservar algo, no reemplazar todo dejándonos llevar por banalidades momentá-

neas. Los nombres de nuestros premiados, como estos ritos, son eslabones primarios de nuestra historia a través de la cual debemos formar caracteres más que transmitir conocimientos. Contribuir a construir espíritus fuertes, almas abiertas.

La enseñanza fluye del ejemplo y corresponde a aquellos que en la vida son capaces de poseerlas como aquellos que con conocimiento, sabiduría, convicción y de manera competente tuvieron la visión de crear el primer Postgrado en Ciencias Agropecuarias formal dentro de una Universidad Nacional.

Pionero, cuando otros dudaban, porque estaban seguros de sus capacidades no tuvieron duda en utilizar, con la humildad que solo caracteriza de los grandes, y sin solemnidades que solo son cortina para ocultar ignorancia, aquellas capacidades existentes en el país estuvieran donde estuvieren. Estaban convencidos de la necesidad de la excelencia en la profesión agronómica que requería la Republica y así lo hicieron los Rosell, los Orioli, los Fernández y muchos otros, salidos de este faro de cultura que es la UNS, como provenientes de otras casas de estudio y organizaciones movidos por esa caldera de pensamiento que mueve las convicciones y que solo surgen del tan imprescindible como escaso capital social.

Siempre será necesario saber y expresar lo que debería hacerse pero también, y tal vez más lo que puede seguir haciéndose porque ya se lo ha empezado a hacer.

Aumentemos lo que hemos recibido que siempre quedara mucho por hacer y todos los que nazcan después de nosotros también podrán agregar algo a la herencia recibida.

Como en las fiestas de Vulcano la antorcha errante va pasando de mano en mano, así la generación que se va transmite a

la que llega la llama, la “antorcha de la vida”. Por lo que recoger la herencia dejada por los hombres que han hecho está comprendida en el alma de la patria”. Y ese es el sentido de nuestros premios!

No nos esforcemos en fingir, o peor aun creer ser, lo que quisiéramos ser; La apariencia no anticipa ni prepara la realidad. No es una Argentina diferente, sino un argentino nuevo el que se elabora en cada generación.

Los pueblos, las naciones, viven por la acción de innumerables esfuerzos, por el concurso de variados y numerosos factores, esfuerzos y elementos que pasan inadvertidos, ignorados por las muchedumbres, indiferentes para quienes solo fijan su mirada en la superficie de las cosas,

La función más alta de los institutos de enseñanza universitaria no es ciertamente la de formar profesionales o investigadores así como la ciencia tampoco es para el claustro o el laboratorio. Como biólogos sabemos de la nocividad de la endogamia.

El hombre instruido debe hacerse cargo que vive en un estado democrático y que no tiene derecho al respeto y a la consideración ajena sino en la medida que sus obras lo hayan merecido. Tiene una pesada obligación moral que cumplir con su país, y los más comprometidos en esta tarea son los que han recibido una educación universitaria y ostentan diplomas académicos.

El reconocimiento para las instituciones ejemplo, como la que hoy premiamos, que generan sapiencia, trabajo y bienestar imponiendo nuevos rumbos a las sociedades, no puede ni debe ser olvidado porque en ese reconocimiento están justificando su alma. Y que es una nación sino un alma, un alma edificada con sabiduría, esfuerzo y valor.

La obra que hoy distinguimos no es la obra de un momento, es el resultado de una larga incubación, necesito muchos días para realizarse, de una formidable acumulación de energías para que su génesis fuera posible. No llegaron a la cima superando a los demás, llegó superándose a sí misma.

Sin embargo no es mi propósito justificar, ni menos aun descubrir las sobresalientes cualidades y la obra del postgrado en ciencias Agropecuarias de la UNS ya que ellas han sido reconocidas por el jurado y el cuerpo académico de manera unánime.

Sólo está en mi ánimo expresarle mis felicitaciones, y la de los demás miembros de esta corporación, agradeciéndoles, como ciudadanos, todo lo hecho.

II ENCUENTRO INTERACADÉMICO RIOPLATENSE

Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria Argentina Academia Nacional de Veterinaria Uruguay

Buenos Aires, 29 de Noviembre de 2013

Av. Alvear 1711- 2º Piso

Con la participación de invitados de la
**Academia Nacional de Medicina de Argentina y
Academia Nacional de Medicina de Uruguay**

TEMA:

**Riesgos emergentes y re-emergentes asociados a la
producción de alimentos**

PROGRAMA DE LA JORNADA

9:00 - 9:30 Presentación de los Presidentes de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria de Argentina, Dr. Carlos O. Scoppa, y de la Academia Nacional de Veterinaria de Uruguay Dr. Julio García Lagos.

9:30 - 9:45 Coordinación del tema por la ANAV. Dr. Emilio Gimeno.

9:45 - 10:00 Coordinación del tema por la ANV. Dr. Raúl Casas Olascoaga

- 10:00 - 10:20 Introducción al tema de Patologías Transmitidas por Alimentos (ETA). Dr. Alejandro Schudel, ANAV.
- 10:20 - 10:40 Patologías de origen Bacteriano y Toxi-bacteriano. Dr. Ramón Nosedá. "Escherichia coli vero-cito toxigénico, ecología, reservorio y control. Inmunología y Biotecnología, Dra. Analía Etcheverría, Facultad Ciencias Veterinarias/ UNCPBA.
- 10:40 - 11:00 Patologías de origen Bacteriano y Toxi-bacteriano – Síndrome Urémico Hemolítico. Recuerdo Homenaje al Ac. Carlos Gianantonio. Anécdotas y enigmas de la enfermedad en Uruguay. Dr. José Grunberg, Academia Nacional de Medicina, Uruguay.
- 11:00 -11:20 Medidas que se adoptan para el control y prevención de enfermedades transmitidas por alimentos en la industria cárnica. Dr. Héctor Lazaneo, Dirección Industria Animal/DGSG-MGAP, Uruguay.
- 11:20 - 11:40 Salmonelosis un desafío a la producción avícola como agente ETA. Dr. Hebert Trenchi, Profesor Agregado de Avicultura y Pilíferos, Facultad de Veterinaria/UdelaR.
- 11:40 - 12:00 Patologías de origen Virósico, Dra. Alicia Mistchenko. Directora del Laboratorio de Virología del Hospital de Niños de Buenos Aires.
- 12:00 - 12:20 Patologías de origen Virósico (continuación)..
- 12:30 - 13:30 Lunch intermedio.
- 13:30 - 13:50 Patologías de origen Parasitario: Trichinelosis y su ocurrencia en la Provincia de Buenos Aires. Dr. Pedro Steffan, Facultad Ciencias Veterinarias, Universidad de Tandil.

- 13:50 - 14:10 Patologías de origen Parasitario: Enfoque epidemiológico de la Fascioliasis en América Latina y el Caribe, Dra. Valeria Gayo, DILAVE "Miguel C. Rubino"/ DGSG-MGAP, Uruguay.
- 14:10 - 14:30 Toxicología de Residuos Medicamentosos en la Producción de Alimentos, Dr. Jorge Errecalde, ANAV, Argentina.
- 14:30 - 14:50 Toxicología de Residuos Medicamentosos en la Producción de Alimentos, Programa Oficial de control de residuos y contaminantes de alimentos de origen animal en Uruguay. Químico Farmacéutico Osvaldo Rampoldi, DILAVE "Miguel C. Rubino"/DGSG-MGAP, Uruguay.
- 15:00 - 15:30 Aspectos clínicos de las Toxi-infecciones alimentarias Emergentes y Re-emergentes. Dr. Olindo Martino, Academia Nacional de Medicina, Argentina.
- 15:30 - 17:00 Discusión general de la reunión

Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria de Argentina

Academia Nacional de Veterinaria de Uruguay

II ENCUENTRO INTERACADÉMICO RIOPLATENSE

sobre

Riesgos Emergentes y Reemergentes Asociados a la Producción de Alimentos

**Apertura a cargo del Señor Presidente de la ANAV, Dr.
Carlos O. Scoppa**

Buenos Aires, 29 de noviembre de 2013

Señor Embajador de la República Oriental del Uruguay en la República Argentina

Señor Presidente de la Academia Nacional de Ciencias Veterinarias del Uruguay

Distinguidos disertantes

Señores Académicos

Señoras y Señores

Esta nueva Jornada que realizamos de manera conjunta las Academias de Ciencias Veterinarias del Uruguay y la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria de la Argentina, con la inestimable participación de distinguidos miembros de las Academias de Medicina de ambos países, es indicativa de la actitud de permanente acción y colaboración entre ambas márgenes del Plata. Estamos de esta forma cumpliendo con el carácter que identifica

a todas estas corporaciones, y fundamentalmente, con lo que nuestros pueblos y la sociedad nos impone.

Relación que formalizáramos oportunamente mediante un Convenio, el cual a pesar del poco tiempo de firmado, ya dio muestras de un axiomático dinamismo y compromiso, gestado en la vocación de los cofrades de ambas Academias quienes de esta manera abren un surco inédito de cooperación en las ciencias veterinarias que potencia capacidades y responsabilidades.

En un mundo donde la ética languidece, la moral vacila y el humanismo se debilita, e inmersos en una sociedad que desde hace décadas transita por el facilismo, la falta de compromiso y la anomia faenas como estas revisten especial significado para los pueblos. Son eslabones de excelencia que tejen la cadena del progreso engrandecida por la acción virtual de los principios. Verdaderos atavios de abolengo ilustre de y para la cultura por la serenidad doctrinaria, por la impersonalidad de la argumentación y por el aliento que respiran.

Una muestra más de la antigua, tradicional y siempre positiva relación entre uno y otro pueblo.

Los cofrades uruguayos y los nuestros nos darán cuenta de sus saberes, pero sobre todo resaltara la profunda convicción de todas y todos para desarrollar en forma conjunta un tema de incuestionable actualidad e interés científico y social, con sentido de solidaridad, en una suerte de ayuda mutua que da más trascendencia al quehacer del conjunto.

Estamos seguros que las expectativas cifradas en el poder del talento y el estudio se traducirán en el progreso general y en un mayor y seguro bienestar de la comunidad.

La jerarquía de los disertantes, como la de todos los participantes de esta reunión, garantiza su éxito y enriquecerán aún más las acciones que tradicionalmente en pos de la ciencia y la ilustración, realizan nuestras Academias.

Esperamos elocuentes exposiciones, y dignos y reflexivos debates que nos permitan arribar a útiles y juiciosas conclusiones, con el nivel y obligatoriedad que debe brindar a la sociedad el realizar académico,

En tiempos de acrimonia, es misión de las Academias aportar el imprescindible sosiego que solo se obtiene con altura moral, inteligencia plena y compromiso ciudadano, que en definitiva son virtudes propias de la cultura en su expresión más amplia y profunda.

La calidad de quienes coordinaran la reunión y de los expositores justifican esperanzas de que se iluminaran horizontes y conciencias abriendo claros senderos en la intrincada selva de las incógnitas que nos plantea la cuestión que hoy abordamos.

La Academia agradece la participación de los expositores, la de las distinguidas personas que nos acompañan y muy especialmente a los Académicos Doctores Raúl Casas Olascoaga y Emilio Gimeno, de las corporaciones que organizan esta Jornada y los cuales a partir de este momento tendrán a su cargo la coordinación de la misma.

II ENCUENTRO INTERACADÉMICO RIOPLATENSE

sobre

Riesgos Emergentes y Reemergentes Asociados a la Producción de Alimentos

Salmonelosis: Uno de los Agentes de Enfermedades Transmitidas por Alimentos que Desafía a la Industria Avícola

Dr. Hebert Trenchi

Profesor Agregado de Avicultura y Pilíferos, Facultad de Veterinaria,
UdelaR

Buenos Aires, 29 de noviembre de 2013

Las Salmonellas son un numeroso grupo de bacterias que integra la familia Enterobacteriaceae. Actualmente se las clasifican dentro de dos especies Entérica y Bongori, aunque se discute sobre el reconocimiento de una tercera.

En el caso de Entérica se reconocen además seis diferentes sub-especies y dentro de ellas, serovariedades. A continuación se listan las subespecies de Entérica y entre paréntesis las serovariedades que la integran: entérica (1.547), salamae (513), arizonae (100), diarizonae (341), houtenae (73) e índica (13), totalizando 2.587.

En el caso de Bongori se ubican como serovariedades 23, por lo que en total final se eleva a 2.610, número que varía con frecuencia con la descripción de nuevos integrantes.

Otro criterio utilizado en la descripción de Salmonella es si poseen especificidad por un huésped determinado y su capacidad de invasión:

1) Adaptadas al huésped e invasivas

Especie	Serovariedad
Gallina	S. Pullo S. Gallinarum
Hombre	S. Typhi S. Paratyphi
Caballo	S. Abortus Equi
Vacuno	S. Dublin

2) No adaptadas al huésped e Invasivas

S. Typhimurium
S. Enteritis

3) No adaptadas al huésped y no invasivas

Prácticamente la gran mayoría

Son precisamente las del segundo grupo las que plantean un gran desafío a la industria avícola por poder provenir de una gran variedad de fuentes que hacen muy difícil su control. Son un problema permanente que compromete la inocuidad de los alimentos de origen aviar sean estos carne o huevo.

¿Estamos frente a la aparición de algo nuevo?

La respuesta es no. Lo que han cambiado son las circunstancias de la cría de las aves y el aumento explosivo del consumo de sus productos desde la segunda mitad del siglo XX.

La primera cita que se reporta sobre problemas que relacionan Salmonella Enteritidis y alimentos es en Alemania en 1888 donde se enferman 58 personas con un fallecimiento. Luego en Bélgica donde se produce el fallecimiento de un paciente después

del consumo de productos embutidos en 1896. El afectado fue un inspector veterinario que ingirió el producto como forma de demostrar su inocuidad. Luego pasa un largo tiempo de eclipse pese a que en 1933 se demuestra la capacidad de Salmonella de ser transmitida por el huevo puesto por gallinas aparentemente sanas. Ya en ese momento Scott en el Reino Unido, llama la atención sobre el peligro potencial del consumo de huevos de pato no cocidos efectuando una serie de recomendaciones.

De todos modos, para esa época, aún en países desarrollados, el consumo de huevos y carne de ave era muy bajo. Es después de la década de los 50' del siglo pasado que comienza un crecimiento explosivo de la industria, que sin lugar a dudas ofrece productos ricos en proteína, presentes en todos los países, caracterizados por ser la fuente de proteína animal más barata.

Para ello alcanza con decir que hay países cuyo consumo de huevo por habitante/año superan las 370 unidades (México y Japón), mientras que mencionar aquellos que consumen más de 45 kilos/año de carne de ave, principalmente pollo, nos llevaría a una larga enumeración.

¿Cómo llegamos a la situación actual?

Históricamente los productos avícolas gozaban de excelente prestigio en cuanto a su seguridad. Los que tenemos algunos años recordamos que su consumo era parte de las recomendaciones de la dieta aconsejada por el médico cuando nos enfermábamos.

Entonces ¿a qué se debe esta nueva actitud de sospecha frente a ellos? En un mundo que nadie puede negar que está globalizado, todo comenzó en 1989 con las declaraciones a la BBC de

Londres de la Ministra de Salud del Reino Unido Edwina Currier quién manifestó: "Advertimos al público que la mayoría de la producción de huevos de este país se encuentra lamentablemente, infectada de *Salmonella*".

Ello trajo inmediatas consecuencias: la menos importante, su destitución en 48 horas y la verdaderamente grave, poner en las primeras planas de los noticiosos algo que hasta el momento se manejaba en todos los países en un marco reservado dentro de los organismos de la salud y la industria productora.

Pero este anuncio, sin mayores explicaciones, se produjo en un mundo que ya estaba sensibilizado por varios hechos, la "Enfermedad de la Hamburguesa", las discusiones sobre el uso desmedido de antibióticos en la producción animal intensiva, el empleo de transgénicos en la alimentación animal y finalmente la "Vaca Loca".

El hecho innegable es que aún hoy en día existe una relación estrecha que vinculan a los productos avícolas (tanto carne como huevo) a los brotes de *Salmonella*. Por ejemplo para la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) y según los datos disponibles para este año, muestra que *Salmonella* encabeza la lista de agentes causales de brotes de enfermedades originadas por alimentos siendo la más frecuente, lamentablemente con amplia ventaja sobre cualquier otra. Así, según sus datos, existe fuerte evidencia de su participación en más de 240 brotes y una débil relación en hasta 1.500.

En realidad lo que más preocupa es que clasificados por su fuente de origen según la EFSA, 50,5 % de ellos pueden relacionarse con el consumo de huevos o sus productos y un 3.2 % adicional con la carne de pollo.

Comencemos entonces por la producción de huevos por ser aparentemente el problema principal.

Su vigencia está marcada por sucesos como un "recall" de 550.000.000 huevos que abarcó 6 estados de los Estados Unidos por la presencia en ellos de *Salmonella Enteritidis*.

Veamos ahora lo sucedido en la región. En el caso de Uruguay, la aparición de la *Salmonella Enteritidis* como ETA fue tardía (1995) pero espectacular. El brote alcanzó a más de 700 personas con una dispersión geográfica de 630 kilómetros entre puntos (la máxima posible en el país). El origen fue la utilización en la elaboración de sándwiches, de mayonesa elaborada artesanalmente un momento de temperaturas elevadas.

Los productos fueron comercializados por la empresa entre otros lugares, en la terminal de ómnibus de larga distancia. El suceso tomó desprevenidos tanto a los médicos como a los veterinarios que deberíamos haber tenido al menos, la sospecha de la posibilidad de su presencia, considerando lo que venía sucediendo en el mundo desde hacía una década.

Las medidas adoptadas se demoraron y consistieron básicamente en la prohibición del uso de mayonesas que no fueran producidas en condiciones industriales y con huevo pasteurizado. No obstante, no se tomaron otras medidas preventivas, únicamente se convirtió en denunciables los casos de *Salmonellas Enteritidis* y *Typhimurium* en aves.

La situación continuó con variaciones anuales donde algunos brotes son destacables como en 2.000 (588 personas afectadas), 2.009 (121) y 2.011 donde muere una persona inmunodeprimida en cuyo certificado de defunción consta: "Sepsis por *Salmonella*" la que sería entonces la primer víctima comprobada.

Durante los años 2.001 – 2.002 la Facultad de Medicina de la Universidad de la República realiza una investigación que abarcó 5.700 aves de postura comercial en las que 24 % de los sueros mostraron “evidencia de Salmonella” con 6,3% positivos a S. Enteritidis.

Paralelamente, se realizan 620 pools de 20 huevos comerciales cada uno (12.400 en total) donde resultaron positivos 58 de los mismos. De los cuales fueron:

S. Derby	39
S. Gallinarum	9
S. Enteritidis	8
S. Panamá	2

En la investigación se concluye que un huevo cada 214 de los que se comercializan está contaminado. La estimación no se condice con la realidad ya que por un lado no se interrogó sobre el uso de vacunas vivas (S. Gallinarum) que es muy extendido y que en los casos en humanos S. Derby no ocupa un lugar tan preponderante.

Por otra parte, en un país donde no existe obligación de mantener los huevos con cadena de frío aún en las grandes superficies de venta y donde una parte importante se comercializan en ferias vecinales sujetos a las condiciones climáticas de todo el año, no parece existir una vinculación con los casos en humanos ya que deberían alcanzar un número mucho más elevado.

¿Cómo se contaminan las aves?

La avicultura es una industria verdaderamente globalizada. La selección genética la efectúan unas pocas compañías transnacio-

nales lo que hace que todas las aves del mundo tengan entre sí poca variabilidad desde el punto de vista genético y estén estrechamente “emparentadas”. Todos los países del mundo dependemos del suministro de abuelas o madres desde esas compañías.

De ese modo, desde el punto de vista productivo son muy semejantes sus performances pero junto con estas características deseables también existe la posibilidad que sean más susceptibles a algunos problemas patológicos todas ellas. Por otra parte, el ambiente natural de las aves se cambió totalmente por la mano del hombre y hace ya mucho tiempo que no existe contacto directo entre sus diferentes generaciones. Esto determinó cambios incluso a nivel de las bacterias componentes de la flora intestinal de las mismas.

Veamos ahora el siguiente esquema:



Esquema 1. Posibles fuentes de contaminación con Salmonella de plantales avícolas.

Asumamos que las aves reproductoras llegan a nuestros países libres de las Salmonellas Pullorum, Gallinarum, Enteritidis y Typhimurium (según el país pueden incluirse otras) porque así lo

exigen las autoridades sanitarias del país comprador y debe confirmarlo las del país exportador mediante un certificado.

Existe la posibilidad que debido a fallas en los mecanismos de bioseguridad durante su cría, producción de huevos fértiles o el proceso de incubación, ese plantel se contamine con *Salmonella*. En ese caso, sus hijas, las aves ponedoras comerciales, nacerán contaminadas, difundiendo la bacteria entre sus compañeras y finalmente, producirán huevos contaminados con *Salmonella* básicamente, en su interior.

Generalmente este no es el caso más común sino que las pollitas BB llegan libres y se contaminan a partir del ambiente. Es evidente que las medidas de bioseguridad a nivel de las aves comerciales no pueden ser las mismas que en las reproductoras debido a su elevado costo.

Volviendo al esquema, el agua que se suministra a las aves deberá ser potable y clorada a niveles que aseguren su calidad microbiológica. Debemos considerar además, la forma en que llega hasta las aves ya que es frecuente la formación de biofilms en todo el sistema de conducción de la misma lo que proporciona posibilidades de supervivencia a *Salmonella* aún en condiciones adversas.

El alimento es otra fuente importante de contaminación. Por seguridad se aconseja no usar en reproductores ingredientes de origen animal en sus fórmulas. A nivel de las aves comerciales no es posible mantener éstas restricciones por razones económicas. Actualmente, en particular investigaciones efectuadas principalmente en Europa llegan a la conclusión que hasta 30 % de los embarque de soja que se reciben en el continente están contaminados con *Salmonella* lo que cuestiona el sentido de la

recomendación anterior y probablemente nos obliguen a tomar medidas en un futuro.

Es posible agregar en el alimento, acidificantes y otros productos para evitar el desarrollo de Salmonella. No obstante, la técnica que brinda más seguridades es el tratamiento térmico y pelletizado del mismo. Esto no es posible en todos los casos por una relación de escala de producción. En Uruguay a diferencia con casi todas las otras industrias, los productores elaboran en la granja su propio alimento utilizando equipamientos de baja tecnología que no permite este procedimiento.

Finalmente, el hecho que las Salmonellas Enteritidis y Typhimurium no tengan un huésped específico explica el riesgo que implica el contacto con roedores, otras aves (de vida libre o no), animales domésticos, incluidas las mascotas y finalmente, el hombre que puede permanecer como portador por lapsos importantes.

De todos modos debemos considerar que los huevos contaminados en su interior en el momento de la postura no superan el 0,5 % del total según la evidencia científica. Eso hace que en una ponedora tipo que produce 370 huevos en su ciclo de vida, solo 2 o 3 huevos estarán en esas condiciones. A ello debemos agregar los que eventualmente puedan contaminarse en su exterior por contacto con materia fecal.

Entonces ¿Cuáles son las medidas a tomar?

En esta tarea deben comprometerse dos partes: los productores y los consumidores del producto. Los primeros deben asegurarse de comprar aves libres y mantenerlas así con un ambiente adecuado, higiene del personal, tratamiento del agua y alimento que incluya las posibilidades a su alcance.

Otras opciones incluyen el suministro de flora de exclusión o competitiva. Esta se obtiene mediante un proceso industrial de los ciegos de ave sanas y luego se suministra a los lotes en cuestión. Lo que se pretende es lograr a nivel del intestino, un ambiente adverso al desarrollo de *Salmonella*. En la naturaleza, el contacto de las aves con sus madres permite recibir esta flora desde el principio lo que es imposible en la forma de producción actual.

El consumidor debe comprar los huevos que provengan de un productor identificado y responsable por la calidad sanitaria de los mismos. Es importante mantener la cadena de frío desde el momento de la producción hasta su consumo. En las heladeras familiares el huevo es de los pocos productos que tiene un lugar especialmente diseñado para ellos.

En los mercados consumidores cada vez se tiende más al empleo de huevo líquido o distintos componentes por separado pasteurizados. Esto es muy importante a nivel de la elaboración de alimentos grupales o industriales que es donde se producen la mayoría de los brotes de la afección.

Finalmente el uso de vacunas ha mostrado ser exitoso en la baja de la incidencia del problema. Tanto en el caso de las reproductoras como en las ponedoras comerciales ésta es una opción importante por tratarse de animales de "vida prolongada". En comparación con las aves de carne, cuya vida se mide en días (30 a 50 según las preferencias de los mercados) las reproductoras de cualquier tipo, pesadas o livianas y las ponedoras se mide en semanas, en términos amplios: entre 65 y 85.

Ésta particularidad permite que pueda obtenerse una inmunidad sólida con el uso de vacunas atenuadas o inactivadas o una combinación de ambas. En particular en la Unión Europea, con la

excepción de algunos países, su uso es muy extendido y hasta obligatoria.

Como vacunas inactivadas se utilizan las cepas DT 104 para *S. Enteritidis* y SPT4 para *S. Typhimurium* generalmente en suspensión oleosa para asegurar un efecto prolongado.

Las cepas atenuadas se han obtenido por tres vías principales:

- Mutaciones en genes de virulencia
- Mutaciones en funciones metabólicas
- Atenuación auxotrófica

Para la aprobación de su uso y según la directiva 2004/28 de la Unión Europea deben cumplir las siguientes condiciones:

- Estabilidad genética
- Segura en la especie de destino
- Segura para otras especies
- Segura para los seres humanos
- Segura para el medio ambiente
- Y, fundamentalmente, *diferenciable de las cepas de campo*

La última exigencia se cumple mediante su diferente comportamiento frente a los medios de cultivo empleados rutinariamente así como a la susceptibilidad que presentan los aislamientos a determinados antibióticos. Actualmente se dispone de kits comerciales que facilitan esta identificación.

Las cepas utilizadas son: 24/Ruf12/Ssq y 441/014 para *S. Enteritidis* y Nal2/Rif9/Rtt para *S. Typhimurium*.

La protección es específica de serotipo por lo que en lo que respecta a la industria avícola, deben utilizarse vacunas separadas para cada una de ellas aunque existe un cierto grado de protección cruzada en algunos casos.

La vacunación disminuye la colonización intestinal y la excreción con las heces pero no la elimina. Por lo tanto su uso implica una estrategia de control, no de erradicación. Se sugiere su uso en países con una prevalencia igual o superior al 10% en los planteles.

En el caso de las cepas de vacunas atenuadas se considera que su transmisión por el huevo es nula como también lo es la supervivencia en el medio ambiente. Los planes en general combinan la aplicación de dos o tres dosis de vacuna atenuada y una inactivada de acción prolongada por el uso de adyuvantes oleosos.

Las Salmonellas y la industria productora de carne de ave

Las circunstancias aquí pasan en primera instancia, por demostrar si existe una relación entre la presencia y número de Salmonellas en carcasas de ave y la incidencia de las mismas en la aparición de casos en humanos. Los reportes para el año 2011 en los Estados Unidos informan que el 44,4 % de los brotes en el hombre fueron ocasionados por S. Enteritis mientras 24,9 % lo fueron por S. Typhimurium. Con estos datos debería ser muy frecuente el aislamiento de estos dos serotipos a partir de las aves.

Sin embargo debemos observar esta información más de cerca. En la Unión Europea en brotes en humanos se cita la siguiente

S. Enteritis	53%
S. Typhimurium	24%
S. Infantis	1,6%
S. Newport, Virchow, Derby	0,7%

En el caso de las aves la EFSA (European Food Safety Agency) informa que los aislamientos en aves fueron:

S. Infantis	24,5 %
S. Enteritidis	18,5 %
S. Anatum	10 %
S. Livingstone	7,6 %
S. Senftenberg	4,6 %

Por ello, no podemos deducir de estos datos que los casos en humanos tengan su origen en la carne de ave ya que no se corresponden los serotipos y el porcentaje de aislamientos registrados. Se destaca la diferencia existente en el caso de S. Infantis con baja presencia en los casos humanos mientras que en aves da cuenta de la cuarta parte de los mismos. El ejemplo contrario es S. Enteritidis que supera la mitad de los aislamientos en humanos y no llega a la quinta parte de los efectuados en aves.

Para ir a un ejemplo regional tenemos la excelente referencia de la investigación realizada entre octubre de 2010 y mayo de 2011 en la República Argentina mediante la colaboración de SENASA con la industria productora de carne.

En ella se estudiaron 4 integraciones productoras ubicadas en 4 provincias donde se muestrearon 737 granjas de pollos parilleros entre los 30 y 35 días de vida. Resultaron positivas 335 de ellas a la presencia de Salmonella siendo los serotipos aislados:

S. Heidelberg	21,79 %
S. Thompson	13,73 %
S. Schuwigengrund	11,04 %
S. Senftenberg	5,37 %
S. Mbandaka	4,18 %

S. Livingstone	2,99 %
S. Anatum	2,69 %
S. Derby	2,09 %
S. Typhimurium	2,09 %
S. Enteritidis	2,09 %

Resulta muy interesante que según lo reportado por los organismos de salud competentes, que en el período 2009 – 2011 los serotipos aislados desde casos humanos fueron:

S. Typhimurium	46,94 %
S. Enteritidis	22,70 %
S. Newport	9,69 %
S. Agona	4,34 %
S. Infantis	2,04 %
S. Anatum	1,96 %

Datos similares con diferencias marcadas en los serotipos predominantes en las aves de carne y los casos humanos se han obtenidos en muestreos realizados en Brasil (principal exportador mundial de carne de ave) así como en países de Europa, el norte de América y Asia.

Otro importante elemento a considerar es que la incidencia estacional en el hombre no se correlaciona con los valores obtenidos de muestreos permanentes que realiza la industria en las aves.

Finalmente, debería darse una mayor importancia a la contaminación cruzada durante la manipulación de alimentos en particular con los que se consumen crudos. De datos obtenidos en los Estados Unidos se muestra que frutas y verduras, que suelen consumirse crudas y se manipulan con los mismos utensilios que la carne de ave, presentan frecuentemente aislamientos de *Salmonella*.

¿Cómo se encaran los riesgos desde el punto de vista sanitario?

Las visiones sobre el problema de contaminación de las carcasas por Salmonella son muy distintas según las diferentes industrias. En la Unión Europea la idea es tratar de manejar el problema con el concepto “desde la granja al plato” tratando de comenzar las medidas de control y prevención durante la cría de las aves. En los Estados Unidos en cambio las principales medidas se toman a partir del proceso de la faena.

En aplicación del concepto europeo, los controles comienzan con la toma de muestras en cada lote de aves algunos días antes de su envío a la faena. En casos extremos, como es la legislación en Suecia, si estás fueran positivas a cualquier serotipo de Salmonella, las aves no pueden ser destinadas al consumo humano y serán eliminadas sin ingresar a la cadena alimenticia.

En ese país la legislación es absolutamente estricta respecto a la calidad microbiológica del alimento que consumen las aves y el proceso térmico por el que debe pasar antes de su llegada a la granja. Se realiza además un control microbiológico ambiental del alojamiento, previo a la entrega de los pollitos BB. La misma no será autorizada si resultase positiva a la presencia de Salmonella.

En el resto de los países de la Unión Europeas, las normas no son tan estrictas ya que el objetivo sanitario es la ausencia de Salmonellas Enteritis y Typhimurium en una muestra de 25 g de la carcasa procesada. La norma, inicialmente se refería a cualquier serotipo de Salmonella pero la práctica mostró la imposibilidad de cumplir con ese objetivo.

Resultado final de las dos políticas en Europa:

Suecia y Finlandia tienen igual o mayor incidencia de casos en humanos que otros países de la Unión Europea:

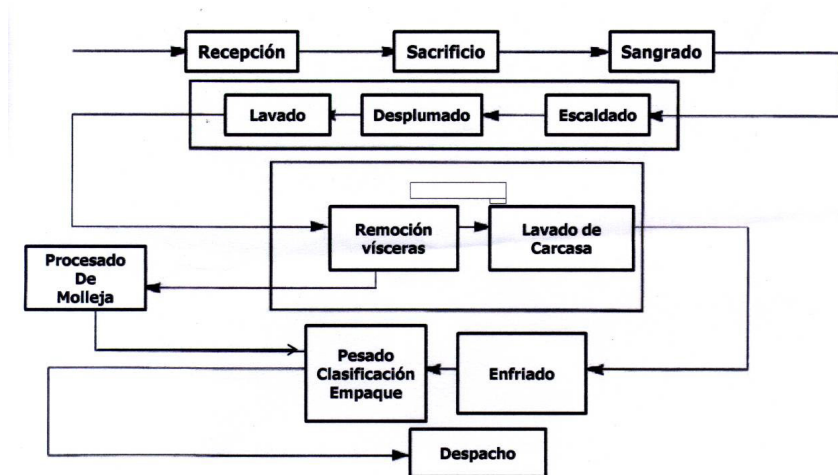
País	Incidencia por 100.000 habitantes
Suecia	33
Finlandia	43.7
Italia	6.9
Bélgica	29.2
Estonia	19.5
Francia	11.1
Reino Unido	17.9
Alemania	38.3
Rep. Checa	100.1
Hungría	58.5
Eslovaquia	77.3

Esquema 2. Se muestra como ejemplo la incidencia de Salmonella en algunos países de la UE

El proceso de faena de las aves comienza en realidad en la propia granja. Tanto en los Estados Unidos como en la Unión Europea se someten a las aves a un ayuno previo a su embarque para el matadero. De esa manera, la carga de materia fecal generada durante el transporte y luego presente en las vísceras durante la faena, se disminuye.

Se considera que el mismo no debe pasar de 8 horas ya que de prolongarse, la pared intestinal se vuelve más permeable al pasaje de bacterias además de presentar mayor riesgo de rupturas en la manipulación posterior sea esta mecánica o manual.

El proceso de la faena en si es complejo por lo que se sugiere observar el Esquema 3 para facilitar su comprensión.



Esquema 3. Etapas que se cumplen durante la faena de aves

Como en todas las operaciones que abarcan un gran número de animales, existen múltiples puntos donde se presenta la posibilidad de contaminación cruzada. De los muestreos que se han realizado en diferentes lugares del mundo, surge claramente que los puntos más problemáticos son: sangrado, escaldado, desplumado y eviscerado independientemente de los equipos utilizados.

El sacrificio es por degüello y desangrado del ave. En la mayor parte de los casos (salvo razones religiosas) son previamente atontados por una descarga eléctrica. Debemos tener en mente que las aves vienen colgadas de sus patas en una cadena donde se encuentran muy próximas entre sí.

Para ser desplumadas primero deben pasar por recipientes con agua caliente cuya temperatura puede variar en algunos grados según los resultados deseados respecto a la coloración final de la piel pero que podemos estimar en 54° a 56° C. Esta es etapa se llama escaldado y tiene como objetivo facilitar la posterior extracción de las plumas.

El agua corre de manera inversa al sentido de la noria de modo que las carcasas al avanzar, encuentran agua cada vez más limpia pudiendo pasar por una batería de dos o tres equipos similares colocados en forma sucesiva. En los Estados Unidos, se permite agregar en el agua agentes mitigantes, generalmente, cloro o compuestos que lo tienen en su fórmula. Para la legislación europea esto se encuentra estrictamente prohibido.

Luego se pasa al desplumado. Los equipos pueden realizarlo en forma "dura" removiendo parte de la epidermis y haciendo más eficiente el lavado posterior, o "blando" que no remueve la remueve pero es menos eficiente el lavado posterior. La razón de la existencia de las dos opciones es por la preferencia de algunos mercados que la piel se mantenga una coloración amarilla intensa lo que depende de la conservación de las capas superficiales de la piel.

Entre cada etapa está permitido realizar lavados por spray de las carcasas con agua. Con ello se produce un arrastre mecánico de la carga bacteriana presente en la superficie. También en este caso la legislación norteamericana permite el agregado de cloro a diferencia de la europea.

La remoción de las vísceras se puede realizar en forma manual en las plantas de menor tamaño o en forma mecánica en las mayores, lo que suele acompañarse de una disminución de la posibilidad de contaminación cruzada.

Se produce la separación de las vísceras consideradas comestibles de aquellas que no lo son. Este concepto puede variar. En el pasado el corazón no se era comestible pero ahora si lo es en la mayoría de nuestros países. La molleja recibe un tratamiento especial para separar su parte queratinizada de la comestible.

Al final del proceso, hígado, corazón y molleja siguen un trayecto separado para su propio enfriado. La carcasa, de la que ya se ha separado previamente la cabeza y patas y extraído buche y riñones (no comestibles), se debe enfriar lo más rápidamente posible.

Nuevamente aquí existen diferencias entre lo permitido por las legislaciones. En Estados Unidos o los países que optan por esta tecnología, las mismas pasan a un prechiller y posteriormente a un chiller. Estos equipos son en esencia, piletas donde las carcasas avanzan lentamente en una corriente de agua a temperatura lo más cercana posible a la de congelación. En ambos casos, lo hacen a contra corriente del agua en forma similar a lo que vio previamente en el escaldado, de modo que progresivamente se enfrentan agua más limpia.

Además se utiliza la técnica del "over flow" que significa que en ambos equipos el ingreso de agua es continuo. Con ello se produce una renovación de la misma por rebasamiento. El objetivo es tratar de mantener baja la carga bacteriana. Por supuesto que en el agua utilizada se pueden agregar una larga lista de productos antibacterianos autorizados por las autoridades respectivas.

En el caso de la Unión Europea este tipo de enfriamiento está prohibido y el mismo debe efectuarse en seco, mediante flujo de aire frío.

Con el empleo de cualquiera de las dos tecnologías los resultados no son sustancialmente diferentes. Lo que se comprueba en ambos casos es que las carcasas que son positivas al final de toda la operación son pocas y las que lo son, presentan una contaminación baja, en torno de las 100 células bacterianas.

Cuando se producen brotes en humanos, las carcasas involucradas muestran números muy elevados, superiores a las 12.000 células. Por ello, aunque los objetivos que se fijan en los distintos países son diferentes, el resultado final no lo es.

Presencia de Salmonella en Carcasas		
Objetivos en procesamiento		
Brasil	Unión Europea	Estados Unidos
12/51	5/50	7/51

Papel del Consumidor

El problema de Salmonella como enfermedad transmitida por alimentos llegó para quedarse. Por ello, paralelamente a las medidas de prevención y control durante la producción y procesado, estas deben ser acompañadas de información adecuada a los consumidores quienes tienen también un papel importante para disminuir su incidencia.

Llegar a tolerancia 0 en la presencia de cualquier serotipo de Salmonella en carcasas de pollo es una meta imposible de alcanzar con la realidad actual. Por ello la Unión Europea se limita a apuntar a las Salmonellas Enteritidis y Typhimurium. Los consumidores deben estar bien informados, sin despertar alarmas. La técnica de muestreo empleada se limita a un procedimiento estándar en que se toma una muestra de 25 gramos de carne bajo circunstancias determinadas.

El consumidor debe estar advertido que tolerancia 0 a estos dos serotipos no significa prevalencia 0 o riesgo 0 lo que podría dar una falsa sensación de seguridad. Donde sí podemos hablar

de tolerancia cero es en el caso de productos avícolas termoprocésados.

El envase de las carcasas deberá tener un rotulado con instrucciones de manipulación y preparación de los alimentos crudos, informando de la posibilidad de contaminación cruzada si no se toman las precauciones adecuadas. El uso de los mismos utensilios o superficies para procesar productos que se consumen crudos (verduras por ejemplo) para las carnes implica un riesgo si no existe una higiene adecuada.

El futuro inmediato muestra que se debe tener un enfoque global del problema. Partiendo desde la producción y procesamiento hasta su cocción y consumo final. Deben fijarse las metas generales evaluándose los resultados en forma cuali y cuantitativa a lo largo del proceso.

El uso de antibióticos para el tratamiento de las Salmonellas está prohibido durante la producción en la mayoría de los países. El camino futuro está marcado por la utilización de reproductoras libres, alimentos con tratamientos adecuados y el empleo cada vez más difundido de prebióticos y probióticos. La vacunación en las condiciones establecidas previamente es un arma eficaz de control pero no de erradicación del problema.

Con la técnica disponible actualmente, una erradicación de las Salmonellas como agentes de Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETAS) no es un objetivo factible para la industria avícola a corto plazo.

Incorporación de Académicos
Buenos Aires, 4 de abril de 2013

Apertura

por el **Sr Presidente de la Academia Nacional de
Agronomía y Veterinaria, Dr Carlos O. Scoppa de la Sesión
Pública Extraordinaria de Incorporación del Académico
Correspondiente en Francia Dr. Bernard Vallat**

Señor Representante de Francia

Señor Rector de la UBA

Señoras y Señores Académicos

Decano y Vicedecano de la Facultad de Ciencias Veterinarias de
la UBA

Distinguida esposa del nuevo Académico

Profesores, colegas, amigos

Señor Recipiendario Dr. Bernard Vallat

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, y en nuestra propia casa, como Académico Correspondiente, en la Republica de Francia al Dr. Bernard Vallat.

Ceremonias como la presente son, sin duda, las de mayor significación dentro de los rituales académicos ya que se trata de reclutar, a alguien, independientemente de su género y nacionalidad a esta pequeña legión de mujeres y hombres comprometidos con esos elevados principios.

Para ello ha identificado, como lo exige la ley que rige a las

Academias Nacionales en la Argentina, no solo a un ciudadano “merecedor de la gratitud de la Patria”, sino en este caso también de la ciencia y la salud del mundo.

Personalidad de indiscutible prestigio, portador de cualidades humanas y doctas sobresalientes que merecen el pleno reconocimiento internacional por sus contribuciones, logradas con vocación. Inteligencia, dedicación y esfuerzo en pos de una mejor calidad de vida.

Sin embargo no me corresponde a mí expresar los excelentes antecedentes que jalonan su historia de vida los cuales, por otra parte, ya fueron ampliamente reconocidos por el plenario académico motivando su designación. Será el Sr Académico Prof Dr Emilio Gimeno, a quien se le ha conferido la honra de apadrinar al recipiendario, quien con la solvencia que lo caracteriza, cumplirá con el tradicional ritual de hacer pública esa presentación con el sentimiento de agradecimiento que por el nuevo cofrade siente nuestro país

Las cosas no se logran solamente con raciocinio ni se apresuran con doctrinas abstractas por las cuales solo se obtienen frutos deleznales, no obstante la ruidosa urdimbre de palabras que pretenden sustentarlas. Es necesario cruzar el dintel de la responsabilidad, hacer lo que corresponde teniendo una conducta adecuada, digna de nuestros propios actos, y atenerse a ser imputable por las consecuencias de los mismos.

Es que el lauro que hoy concedemos, como todos los que esta corporación concede va mucho mas allá del diploma que lo atestigua y esta muy lejos de cualquier reconocimiento material. Es solo esencia, es solo sentir y por su propia inmaterialidad perdura sin degradarse ni transferirse. No se lleva en la solapa ni en el

pecho se siente en el corazón. Es exclusivamente honra y verdad, entibia la sangre y causa sorpresa inesperada en la mente. Es regocijo por lo realizado y compromiso superlativo por lo realizar. Es que cuanto más alto se asciende mas abajo se debe descender para cumplir mejor con la mayor obligación de servicio que nos enseña el evangelio.

Estamos seguros, que el nuevo Académico aportara los destellos de su talento, su prestigio legítimo, su claridad, su experiencia, su don de gentes y la solidaridad casi física con la vocación elegida que lo destinó inexorablemente al sitio que desde hoy ocupara en nuestra Academia.

Dr. Bernard Vallat, hoy también saludamos en Ud., a esa Francia en cuyo regazo de madre vivió su infancia la libertad y cuyos cerebros más altos fulguraron y fulguran como bastillas incendiadas para completar esa doble obra fecunda de siembra y fraternidad que comenzara aun antes de nuestros primeros años como nación, a través del claustro

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.

Respetable y noble, encerrando una enseñanza es todo aquello tradicional, que como esta fiesta se resiste a las cambiantes repentinas de nuestro cuerpo social por lo que cuando reafirmamos estas ceremonias lo hacemos entre salmos de nostalgia pero fundamentalmente con himnos de nueva vida.

Las Academias Nacionales por exigencia intelectual, histórica,

mandato social e imposición jurídica tienen como deber intensificar y promover el cultivo y progreso de las Ciencias, las Artes y las Letras, según sus respectivas disciplinas, con el objeto de acrecentar y enaltecer la Cultura Nacional.

Cultura como conjunto de todas las expresiones de una sociedad; la que da al hombre la capacidad de reflexionar sobre si mismo. La que nos hace seres específicamente humanos, racionales, críticos y éticamente comprometidos. Aquella a través de la cual reconocemos, discernimos los valores y efectuamos opciones, expresándonos, tomando conciencia de nosotros mismos, de que somos parte de un proyecto inacabado, cuestionando nuestras propias realizaciones y creando obras que nos trascienden.

De allí la pluralidad de caracteres, profesiones y actividades de las personas que integran y han integrado siempre a esta Academia, algo que se manifiesta desde el mismo momento de su creación, como lo atestiguan los nombres esculpidos en nuestra historia. Al estar así constituida su accionar, no se extingue en el cretinismo de la especialización, ni en la rémora del desencanto.

Celebrems, 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, e ilusionémonos con estas ceremonias nuestras, demostrativas de que cada día tiene su hora meridiana y que existen las recompensas para los nobles esfuerzos

Es que, como en las fiestas de Vulcano, la antorcha errante va pasando de mano en mano, la generación que se va transmite a la que llega la llama, la antorcha de la vida". Por lo que recoger la herencia dejada por los hombres que han hecho esta comprendida en el alma de la patria". Somos consientes de que con estas

retentivas, con estos respetos, con estas distinciones no vamos a cubrir con alfombras de inmaculado armiño la crueldad y la incultura, pero nos permite soñar en que en algún lugar, como este, la voluntad puede estar en resguardo.

La eficacia de las Academias no debe juzgarse solamente por comparaciones relativas al nivel científico o del ejercicio profesional de sus miembros, sino por un concepto más amplio de ciencia y cooperación social, relativa a deberes de orden superior derivados de su calidad de ciudadanos pertenecientes a democracias llamados a actuar de manera preponderante en sus destinos.

"Pensar no es exponer lo que otros dicen, ni educar es transmitir lo que se ha leído".

Así, con emoción y orgullo legítimo de Presidente de esta corporación, me permito el privilegio, Dr Bernard Vallat, de hacerle entrega de sus merecidas palmas académicas, a través del diploma y la medalla que lo acreditan como Académico Correspondiente en la Republica de Francia de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria de la Republica Argentina, y expresarle que las manos de los que desde hoy serán sus cofrades están ansiosas para darle la más fraternal y cordial bienvenida.

Incorporación de Académicos
Sesión Pública Extraordinaria
Buenos Aires, 4 de abril de 2013

Presentación del Dr. Bernard Vallat como Académico Correspondiente en Francia

por el **Dr. Emilio J. Gimeno**

Esta tarde nuestra Academia se honra con la visita del Dr. Bernard Vallat, uno de sus miembros más prominentes y una de las figuras mundiales más representativas de la medicina veterinaria actual. Nuestro Académico correspondiente en Francia, que designamos el 9 de Septiembre de 2010, es el actual Director General de la OIE (Organización Mundial de Salud Animal), desde el año 2001, y fue tres veces elegido en el cargo por la Asamblea General de los países miembros. Ha sido distinguido por su país, como Oficial de la Legión de Honor en el 2008 y del Merito Agrícola en 1996, además, fue distinguido por la Republica Centro Africana como Caballero de la Orden de Mérito Agrícola, (1987) y por la Universidad de Pensylvania de EEUU como "Distinguished Veterinarian of the year" en 2009.

Graduado en la Universidad de Toulouse en 1971, orientó su profesión al estudio de los impactos económicos, de los aspectos sanitarios en la producción animal y en sus alimentos derivados. Demás está decir las innumerables aportaciones que el Dr. Vallat ha hecho de una manera u otra, a los actualmente mas 170 países miembros de la OIE, desde su primera elección en el 2001. Vallat ha sido un ferviente impulsor de programas nuevos y de

la ampliación de muchos otros. Sus trabajos en pro de la calidad alimentaria en las actividades veterinarias, la atención de los problemas aplicados de Bienestar animal, las relaciones con VICH (Armonización Internacional para los productos veterinarios) y la aplicación derivada de normas para el uso responsable de los antimicrobianos, son logros de su gestión al frente de la OIE. Otro aspecto importante que impulsó durante su gestión en la OIE, es la vinculación de la Organización con las Universidades, lo que significa no sólo una visión de futuro, sino la preocupación por perfeccionar la profesión, que en definitiva significa por sus funciones inherentes, buscar un mayor bienestar para la sociedad. El Dr. Vallat se ha caracterizado sobre todo en la atención por la aplicación de medidas científicas, con amplitud y sentido práctico para las condiciones de los países. El Dr. Vallat ha desarrollado un claro concepto sobre la realidad sanitaria de los países, reconociendo los factores determinantes entre desarrollados y en desarrollo, buscando siempre dentro de la realidad, el cumplimiento de las normas de OIE con el concepto de confianza y honestidad, que debe primar en la relación entre los países, más allá de sus condiciones individuales.

La Argentina y todo Sud América, es un claro ejemplo de esa aplicación práctica de principios sanitarios, cuando desarrolló y aplicó el concepto de Libre de Fiebre Aftosa con vacunación, como forma para mantener la indemnidad sanitaria y permitir el normal desarrollo de las condiciones productivas de los países. Siendo Director de los Servicios de Francia ya aplicaba el sentido realista y práctico, promoviendo el comercio internacional y reconociendo la carne sin hueso, como forma de facilitar la aceptación del producto por parte de los países libres de FA,

frente a los infectados. Otro ejemplo ha sido a nivel mundial la aplicación de principios prácticos para la evaluación de la BSE con un criterio que protegiendo la salud humana, afectase lo menos posible la producción animal. Este sentido que junta los criterios científicos con las necesidades de la vida práctica y diaria, Vallat lo entendió y aplicó desde hace años, cuando en 1993 fue designado Jefe del Departamento de Producción Agraria, Industrial e intercambios en el Ministerio de Asuntos Exteriores y Cooperación en Francia , y en 1994, cuando fue designado como Jefe del servicio de la Calidad Alimentaria y de las Actividades Veterinarias y Fitosanitarias en el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) – París, con miles de profesionales, oficiales y adscriptos privados, bajo su conducción. Luego y antes de su paso a la OIE, desde 1999 fue designado como Director de la Alimentación y Jefe de los Servicios Veterinarios Franceses de Coordinación Sanitaria Internacional, donde siempre fue un hacedor científico ante los problemas de orden práctico.

Es para nuestra Academia un gran honor, que el Dr. Vallat, sea el continuador de nuestra relación con Francia, que iniciamos con el anterior Director general de la OIE Dr. Jean Blancou y de quien todos los que lo conocimos, mantenemos un inolvidable recuerdo, que hoy en la personalidad del Dr. Vallat no sólo reconocemos sino que revaloramos con aprecio, cariño y admiración.

El rol de la OIE en la educación veterinaria

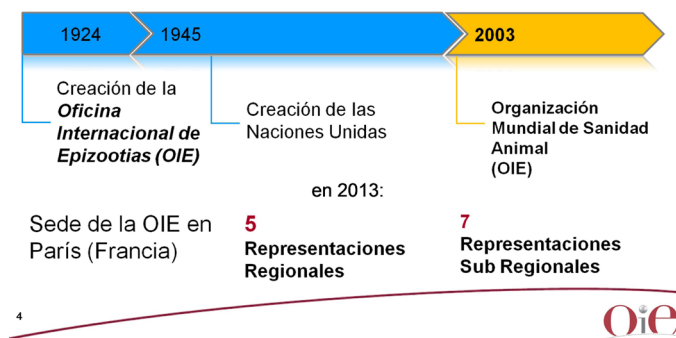
por el **Dr Bernard Vallat**
Director General de la OIE

Vamos a desarrollar esta presentación analizando en cinco temas la visión de la OIE como Institución, en el contexto mundial, cuales son hoy sus principales actividades y en especial el apoyo a la educación Veterinaria. Terminaremos con unas breves conclusiones como resumen en este acto donde tengo el honor de incorporarme a esta Academia como Miembro Correspondiente en Francia.

1. La composición de la OIE como institución la resumiremos en este Cuadro 1

La Organización Mundial de Sanidad Animal

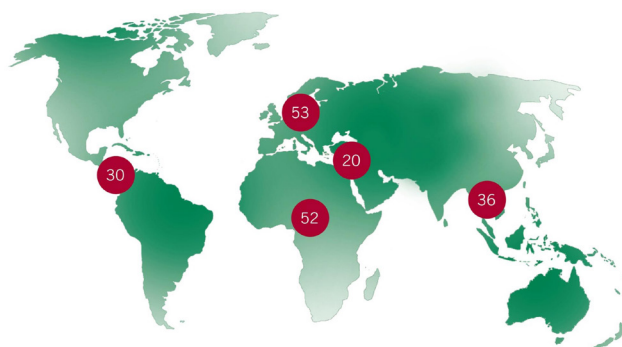
Una organización intergubernamental que precede a
las Naciones Unidas



Cuadro 1. Organización institucional de la OIE

La distribución por continente de los 178 países miembros, la exponemos en el cuadro 2

178 Países Miembros en 2013



África 52 – Américas 30 – Asia, Extremo Oriente y Oceanía 36
Europa 53 – Medio Oriente 20

Algunos Miembros pertenecen a más de una región

5



Cuadro 2. Planisferio con indicación de miembros de la OIE por continentes

2. El contexto mundial actual

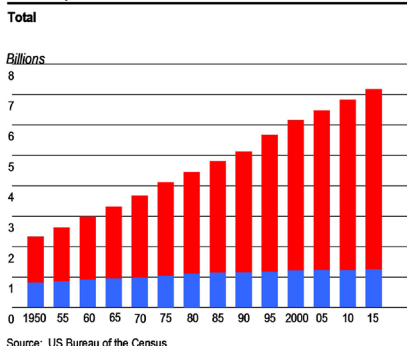
Un tema fundamental para el mundo es la demanda de alimentos, tema al que la OIE presta especial atención, considerando la relación con sus objetivos de prevención de la salud animal como fuente importante de proteínas animales y alimentos en general.

El cuadro 3 nos señala aspectos importantes en la demanda mundial, considerando la población humana desde 1950 a 2015 y el incremento de la gente y de sus necesidades de proteínas animales estimados para el año 2050.

Contexto

Demanda mundial de alimentos

Población mundial en miles de millones
Global Population: 1950-2015



- +1.000 millones de personas en 2050
- La demanda de proteínas animales, sobre todo leche y huevos, aumentará en más del 50%
- Importancia de los países en desarrollo / transición



Cuadro 3. Población humana y demanda mundial de alimentos

En el Cuadro 4, se consideran las estimaciones de Carne, Leche y Huevos para cada uno de los continentes. Vemos que desde 1960 al 2010 la Demanda mundial de alimentos de origen animal aumentará en:

Leche +30%, Carne +60% y Huevos + 80%.

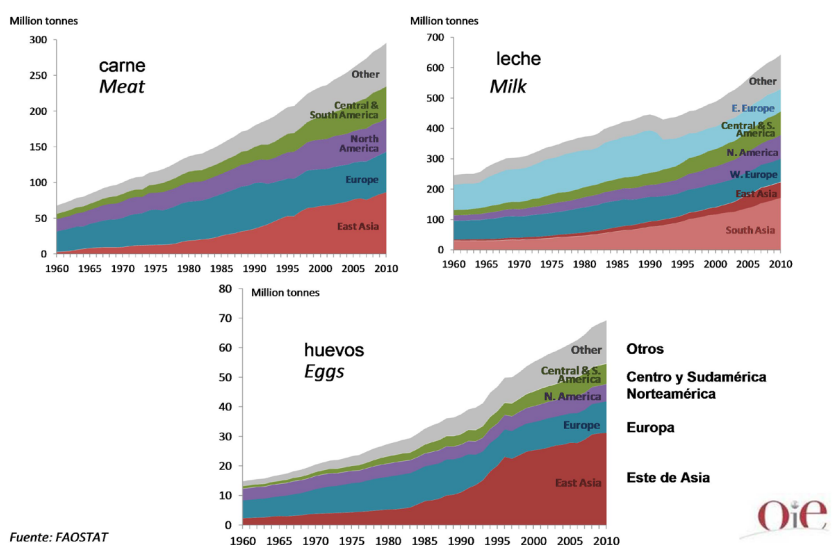
Por otra parte el Crecimiento demográfico aumentará en + 30% desde 1990 con lo que llegaremos a 9.000 millones de personas en el 2050.

El crecimiento de la renta: aumentó por año +1,5% año desde 1980, particularmente en Asia. Por año llegará entre +5% y - 7% / año en Asia, impulsando el crecimiento de la renta anual al Nivel mundial a +2% / año en 2050.

La Urbanización crece en el mundo de 20% en 1900, 40% en 1990, y >50% en 2010, calculando que en el 2050 el 70% de la población habitará en centros urbanos.

Producción mundial

8



Cuadro 4.

Respecto a la ganadería, que es un tema fundamental en la labor de la OIE. El Cuadro 5 nos muestra la distribución de las zonas más pobladas del planeta respecto a los Sistemas de producción ganadera vacuna, señalando según los colores en el mapa el tipo de producción por pasturas naturales, irrigación, de alimentación mixta y con producción concentrada.

Distribución de los sistemas de ganadería



Fuente: Banco Mundial

OIE

Cuadro 5.

Los agentes patógenos aprovechan la circulación de mercancías y personas para colonizar el planeta. Ahora ningún lugar es remoto ni estamos lejos de nadie. Las bacterias resistentes viajan con las personas, con los animales y con las mercancías. No conocen fronteras ni océanos. Las enfermedades se ven afectadas por las Cinco T que en inglés significan: **T**rade (*comercio*), **T**ransport, **T**ourism, **T**errorism, **T** (que en el mundo actual constituyen aspectos que hacen a nuestra forma de vida moderna y a los peligros que influyen en la misma. Actualmente muchas de las enfermedades que nos afligen hoy son zoonosis y es por ello que la OIE está participando activamente para su mejor conocimiento y control. El 60% de los patógenos huma-

nos son zoonóticos, 75% de las enfermedades emergentes son zoonóticas y 80% de los agentes con un uso potencial en el bioterrorismo son patógenos zoonóticos.

3. Visión de la OIE

Para mejorar la sanidad animal a nivel mundial garantizándose la Seguridad Alimentaria y la inocuidad de los alimentos, debemos atender cuatro aspectos fundamentales

- Concepto de “Bien Público”
- Concepto “Una Salud”
- Buena Gobernanza Veterinaria
- Estrategias y programas mundiales, regionales y nacionales de sanidad animal

Beneficios del control de enfermedades

- Impacto de las enfermedades animales en la producción animal/pérdidas de productos animales (~20% a nivel mundial);
- Al igual que la inocuidad de los alimentos, la escasez de alimentos también es un problema de salud pública;
- Protección de bienes (ganado productivo = capital);
- Acceso a los mercados: locales, regionales e internacionales;
- Reducción de la pobreza (1 billón de productores ganaderos pobres).

El concepto de “Bien Público Mundial”

El control y la erradicación de enfermedades infecciosas favorecen a todos los países y a todas las generaciones;

- Los países dependen los unos de los otros; si uno falla pone en riesgo a los demás;
- Los sistemas de sanidad animal no son necesariamente un bien comercial o agrícola. Estos son elegibles para ser considerados recursos públicos nacionales y mundiales
- Apoyar a los Servicios Veterinarios y los programas de sanidad animal es una prioridad nacional y mundial

Buena Gobernanza de los Servicios Veterinarios.

Requisitos para todos los países

- Necesidad de una legislación adecuada y de su aplicación eficaz a través de recursos humanos y financieros apropiados que permitan a los sistemas de sanidad animal suministrar:
 - ✓ Vigilancia, detección temprana de eventos naturales o intencionales, capacidad de diagnóstico, transparencia, notificación apropiada;
 - ✓ Desarrollo y mantenimiento de redes de vigilancia epidemiológica eficientes y cobertura de todo el territorio nacional, coordinada por una cadena de comando nacional sólida.
 - ✓ Responsabilidad de todos los Gobiernos

Elementos clave para Servicios Veterinarios eficaces

- Detección temprana de enfermedades y problemas;
- Respuesta rápida a los brotes de enfermedades animales;
- Alianzas entre el sector público y privado (veterinarios, Órganos Veterinarios Estatutarios, ganaderos);

- Medidas de bioseguridad;
- Vacunación, siempre que sea apropiada;
- Mecanismos de compensación;

Educación e investigación. Los programas deben tener en cuenta a nivel mundial

Declaración Ministerial – Reunión de Ministros de agricultura del G20 - Junio de 2011

Plan de acción sobre la volatilidad de los precios de los alimentos y sobre agricultura

Con referencia a la salud pública, salud animal y vegetal, enfatizamos la importancia de fortalecer las redes internacionales y regionales, de establecer parámetros internacionales, teniendo en cuenta las diferencias nacionales y regionales, sistemas de información, vigilancia y trazabilidad, buena gobernanza y servicios oficiales ya que aseguran una detección temprana y una rápida respuesta a las amenazas biológicas, facilitan los flujos comerciales y contribuyen a la seguridad alimentaria mundial. (...)

Declaración Ministerial del G20 (2011)

Alentamos a las organizaciones internacionales, especialmente a la FAO, la OMS, la OIE, la Comisión del Codex Alimentarius, la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria y la OMC a que se sigan esforzando en mejorar la cooperación inter-organismos. (...)

Una colaboración más sólida entre la OMS, la FAO y la OIE

Distribución de responsabilidades y coordinación de activida-

des mundiales para abordar los riesgos sanitarios en la interfaz animal-hombre-ecosistema

¿Qué nos reserva el futuro?

Emergencia y reemergencia de nuevas enfermedades, en el marco de los cambios climáticos y ecosistemas cambiantes;

Nuevos riesgos provenientes de la interfaz

Fauna silvestre – Humano – Animal;

El comercio globalizado así como el turismo provocarán nuevos riesgos;

Amenaza bioterrorista constante;

Exigencias sociales,

Relación animal-humano

Actividades de la OIE en la actualidad

Fortalecimiento de los Servicios Veterinarios

Desarrollo de capacidades

Seminarios continuos para los Delegados de la OIE recientemente nominados;

Establecimiento de Puntos Focales Nacionales por área en cada uno de los Países Miembros de la OIE – seminarios de actualización;

Red de Laboratorios de Referencia y Centros Colaboradores de la OIE;

Iniciativa de hermanamiento de laboratorios, colegios de veterinarios y establecimientos de educación veterinaria

Mejora en la capacidad técnica de las regiones; Publicaciones científicas

La OIE continuará apoyando a sus Miembros por medio de:

Establecimiento de normas y directrices en materia de sanidad animal, salud pública veterinaria, incluyendo inocuidad alimentaria y bienestar animal, reconocidas internacionalmente;

Difusión de información científica y zoonosanitaria;

Reconocimiento del estatus libre de enfermedad de países/zonas;

Suministro de apoyo técnico y político para la buena gobernanza de los Servicios Veterinarios empleando el Proceso PVS y demás actividades de desarrollo de capacidades;

Desarrollo de capacidades para los SV

Apoyando a la Enseñanza Veterinaria;

- Apoyando el mejoramiento de la calidad y la organización de la profesión veterinaria;
- Interviniendo ante los gobiernos y el público para un mejor reconocimiento de la importante labor de los veterinarios en la sociedad a través de políticas fuertes de comunicación.



http://www.oie.int/eng/oie/organisation/en_vet_eval_tool.htm?e1d2

Situación al 21 de Enero de 2013

	Países Miembros	Misiones PVS de la OIE		Análisis de Brechas PVS		Legislación		Misiones realizadas de proceso de seguimiento PVS	
		Solicitudes	Misiones realizadas	Solicitudes	Misiones realizadas	Solicitudes	Misiones realizadas	Solicitudes	Misiones realizadas
Africa	52	53	49	38	33	23	16	13	7
Americas	29	25	21	14	10	6	4	4	3
Asia y Pacífico	32	18	18	13	10	5	5	8	4
Europa	53	16	14	8	6	3	2	5	5
Oriente Medio	12	12	11	8	4	4	4	0	0
TOTAL	178	124	113	81	63	41	31	30	19



Apoyo específico a la educación veterinaria

- Conferencias mundiales

La 1ª Conferencia Mundial (París 2009) identificó la necesidad de definir las competencias mínimas que debe tener un veterinario recién titulado para desempeñar sus funciones eficientemente.

- Se considera en general que incluyen una prestación efectiva de los componentes públicos y privados de los Servicios Veterinarios Nacionales, que deben cumplir las normas de la OIE, publicadas en los Códigos Sanitarios para los animales Terrestres y Acuáticos.
- Por este motivo, la OIE creó un Grupo *ad hoc* de expertos en Educación Veterinaria (presidido por el Dr. Ron DeHaven, de AVMA).

La 2ª Conferencia Mundial (Lyon 2011) destacó la importan-

cia de un plan de estudios básico (“mínimo”) que abarcaría las competencias de egreso, subrayó el papel de los Organismos Veterinarios Estatutarios (OVE) y alentó a la OIE a desarrollar el concepto de hermanamiento de Establecimientos de Educación Veterinaria (EEV).

- A ambas conferencias acudieron más de 300 personas de más de 100 países y universidades, aparte de EEV, organizaciones profesionales y administraciones.

- **La 3ª Conferencia Mundial sobre excelencia veterinaria** y, en particular, el papel de los EEV y los OVE, está prevista para los días 3-5 de diciembre de 2013 en Foz do Iguazú, Brasil.

- OIE recomienda que las competencias específicas del Día 1 que se deben enseñar en el plan de estudios (‘mínimo’) incluyan zoonosis emergentes, enfermedades transfronterizas de los animales, bienestar animal, epidemiología, seguridad alimentaria, control de enfermedades, y legislación veterinaria.

- Las Competencias del Día 1 no se aplican a todos los contenidos de los programas de Educación Veterinaria, parte del contenido será añadido de acuerdo con las circunstancias locales.

- Las Competencias del Día 1 están publicadas en la página Web de la OIE.

EXPECTATIVAS

La OIE respeta las diferentes características Nacionales y Regionales de la EV. Sin embargo, los responsables de las Políticas sobre EV deben ser conscientes de que las competencias del Día 1 deben ser cubiertas en el plan de estudios mínimo.

La OIE reconoce la labor de los organismos de acreditación y evaluación. No es el objetivo de la OIE el acreditar las Facultades de Veterinaria ni entrar en competencia con los organismos de acreditación existentes.

Las Expectativas de la OIE se basan en los resultados esperados.

La OIE ayuda a los Países Miembros a promover la financiación de los proyectos de hermanamiento entre Establecimientos de Educación Veterinaria (EEV) de diferentes países, trabajando con Estados y donantes.

La OIE reconoce también la necesidad de una estrecha colaboración entre EEV y los organismos veterinarios oficiales (OVO) o equivalentes.

La OIE espera que los proyectos de hermanamiento entre las Facultades de Veterinaria lideren una mejora sostenible en el cumplimiento de los servicios veterinarios nacionales con las normas de la OIE en el marco del proceso PVS de la OIE.

Los Organismos Veterinarios Estatutarios (OVE) también son alentados a desarrollar el hermanamiento entre ellos, con el apoyo de la OIE, cuando proceda

CONCLUSIONES

La Calidad de la Educación Veterinaria, junto con una reglamentación efectiva de los Órganos Estatutarios Veterinarios, son pilares de la buena gobernanza de los Servicios Veterinarios Nacionales.

La OIE tiene el mandato mundial para apoyar el mejoramiento de la Educación Veterinaria que garantice Servicios Veterinarios Nacionales eficientes.

El Objetivo de la OIE dentro de un marco más amplio de la Educación Veterinaria es garantizar el conocimiento adecuado para aplicar las normas de salud animal de aquellos que formarán parte de los componentes público y privado de los Servicios Veterinarios.

El objetivo de la OIE es también la excelencia de la profesión veterinaria, para garantizar su respeto por la sociedad en todo el mundo.

Gracias por su atención!

