

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

A N A L E S

TOMO LXVII

2014-2015



**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

2014-2015



**BUENOS AIRES
REPÚBLICA ARGENTINA**

Contenido

Recordatorio	5
Ing. Agr. Edmundo Cerrizuela.....	5
Ing. Agr. Jorge Palacios.....	8
Comunicación	12
Reconocimiento a las Academias Nacionales.....	12
George B. Dantzig, la programación lineal y el sector agrario	12
Incorporación del Académico de Número Dr. Enrique Leo Portiansky	31
Presentación del Dr. Enrique Leo Portiansky	31
Palabras del Académico de Número	35
Conferencia.....	37
Incorporación del Académico Correspondiente Dr. Victor Hugo Trucco ..	49
Presentación del Dr. Victor Hugo Trucco.....	49
Premios 2014.....	53
Premio Biogénesis Bagó, versión 2013.....	53
Palabras del Presidente del Jurado de la ANAV	53
Trabajo ganador del Premio Biogénesis Bagó 2013.....	60
Primera Mención del Premio Biogénesis Bagó 2013.....	71
Segunda Mención del Premio Biogénesis Bagó 2013	79
Homenaje al Centenario del Natalicio de los Académicos.....	94
Dr. Rodolfo Perotti	94
Dr. Raúl Buide	97
Ing. Agr. Manuel V. Fernández Valiela	100
Comunicación	104
Informe IV Reunión Inter-Academias Rioplatenses	104
Incorporación del Académico Correspondiente Dr. Daniel Ploper	108
Presentación del Dr. Daniel Ploper.....	108

Palabras del Académico Correspondiente	112
Conferencia.....	113
Premios 2015.....	148
Premio Biogénesis Bagó, versión 2015 a la Innovación en la Producción Bovina	148

Recordatorio

Ing. Agr. Edmundo Cerrizuela

Ing. Agr. Antonio José Nasca



Nació en Tucumán, el 17 de agosto del año 1928
Falleció en la Ciudad de Mar del Plata, el 16 de noviembre del
año 2014

El Ingeniero Agrónomo Edmundo Cerrizuela nació en la provincia de Tucumán, en la localidad de La Cocha, en el mes de agosto del año 1928.

Su hermano, por quien sentía un especial agradecimiento, le costó el comienzo de su carrera Universitaria en la Facultad de Agricultura, Ganadería e Industrias Afines, en la Universidad del Litoral, graduándose de Ingeniero Agrónomo en el año 1951. En el mismo año en que se graduó, se casó con una encantadora correntina, Irma Elizabeth Delía; gran compañera y amiga inseparable con la que constituyó una hermosa familia. Inculcaron a sus cuatro hijos(dos mujeres y dos varones) los valores cristianos, éticos y morales basados en la vida del trabajo y el esfuerzo.

Cerrizuela dedicó toda su vida a estudiar, investigar y enseñar. Inició su carrera docente en el año 1952 en la Universidad Nacional de Tucumán, en la que trabajó hasta el año 1999, siempre ocupándose de su cultivo preferido, la caña de azúcar. Desde el año 1958 se desempeñó como Profesor Titular de la Cátedra de Caña de Azúcar de la Facultad de Agronomía y Zootecnia.

Como Profesor Invitado dictó numerosos cursos en la Universidad de Salta durante más de diez años. También, como Profesor Invitado, dictó cursos en la Universidad Nacional de Jujuy y en la Universidad Nacional de Río Cuarto.

Hizo una verdadera carrera docente pasando por distintas categorías: Instructor, Jefe de trabajos prácticos, Profesor Adjunto y Profesor Titular contratado. Finalmente, Profesor Titular por concurso. Antes de ser designado como Profesor con Dedicación Exclusiva, trabajó como asesor del Campo Experimental y asesor de cultivos, del Ingenio Santa Lucía en Tucumán.

Su especialidad fue siempre la caña de azúcar y todo lo que estuviera relacionado con ella: técnicas de cultivo, mejoramiento de variedades, mecanización de distintos aspectos del cultivo, plantación y cosecha. Introdujo al país la primera cosechadora mecánica de caña de azúcar, como así también, colaboró en las pruebas y desarrollo de una máquina para la plantación de caña.

Su meta era mejorar la producción de caña de azúcar, aumentando el rendimiento de azúcar por ha y bajando los costos de producción. Es decir, mejorar la materia prima para la elaboración del azúcar y sus derivados.

Hizo viajes de estudios por todos los países donde se cultiva e industrializa caña de azúcar: En USA, a Louisiana y Florida; luego fue a Trinidad y Guayana Inglesa, Colombia, Ecuador, Perú, Puerto Rico, Brasil, Venezuela y Bolivia.

Participó activamente en más de 40 reuniones científicas, en el país y en el exterior, relacionadas con la caña de azúcar. En la mayoría de ellas con charlas y conferencias sobre temas diversos relacionados con sus estudios. Dictó numerosos cursos en todos los lugares a los que fue invitado, tanto en el país como en el exterior. Publicó más de 100 trabajos científicos con sus colaboradores en revistas científicas nacionales e internacionales.

Fue director de varias tesis doctorales y también miembro supervisor de otras. Durante tres años fue Coordinador y Profesor del Curso Extracurricular para Graduados de Caña de Azúcar. Fue Docente de la carrera de Especialización de Pos Grado, en Ingeniería Azucarera de la

Universidad Nacional de Tucumán. También fue Profesor de Materia Prima de la Carrera de Técnico Universitario en Azúcar e Industrias Derivadas, en la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Tucumán.

Se desempeñó en distintos cargos directivos en la Universidad Nacional de Tucumán: Decano de la Facultad de Agronomía y Zootecnia y, en otro período, Vicedecano en la misma Facultad. Fue miembro del Consejo Superior de la Universidad y miembro de Comisiones del Consejo Superior. Además, fue Director Organizador del Departamento de Graduados de la Facultad de Agronomía y Zootecnia.

Dirigió programas y proyectos científicos, siempre relacionados con la caña de azúcar y orientados hacia avances importantes, como cultivos de tejidos In Vitro, uso de reguladores de crecimiento para mejorar la producción de caña, micro propagación y producción de semillas de alta calidad, entre otros.

Tampoco escatimó esfuerzos en formar recursos humanos. Entre los estudiantes y graduados que mostraban interés por el tema, eran aceptados e incorporados en sus planes de investigación y estudios. Así formó un importante número de graduados. Varios hicieron su pos grado bajo su dirección en su Cátedra. Otros, lo hicieron en el exterior del país en centros especializados en los temas que elegían. Algunos de los graduados que se incorporaron a sus planes de investigación, aparecen como autores y/o coautores, en muchas de las publicaciones en revistas especializadas de nuestro país y del exterior.

Después de retirarse de la Facultad de Agronomía y Zootecnia, se mudó a la ciudad de Mar del Plata, fijando allí su nueva residencia. Continuó trabajando incansablemente; siempre estudiando sobre la agricultura, tema que lo apasionaba. Así comenzó el análisis de la historia de la misma en la antigüedad. De allí surgió su hermoso libro: LOS TRATADOS SOBRE LA AGRICULTURA DE LA ANTIGÜEDAD (3000 a.C. a 1600 d.C.), editado por la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria en el año 2009. Esta obra es el fruto del minucioso estudio y análisis de 23 libros sobre el tema, en los que se consignan las prácticas agrícolas habituales en ese período de 4600 años.

Escribió, además, invitado por investigadores chilenos, "Las frutas de

los sabios, fruticultura en los tratados de agricultura de la antigüedad”, que forma parte de la obra: FRUTALES, CULTURA Y SOCIEDAD, un recorrido histórico de la fruticultura universal y los orígenes de la fruticultura chilena hasta nuestros días.

Su vida estuvo dedicada, hasta los últimos días, a estudiar, investigar y enseñar incansablemente y sin escatimar esfuerzos para lograr excelentes resultados. Ese hecho, con los innumerables aportes que el Ing. Cerrizuela ha dejado a la Sociedad y a las Ciencias Agronómicas, amerita un sincero reconocimiento hacia su labor y su persona.

Recordatorio

Ing. Agr. Jorge Palacios

Ing. Agr. Antonio José Nasca



Prof. Ing. Agr. JORGE PALACIOS nació en Misión De Zenta, Orán, prov. de Salta el 29 de diciembre del año 1926 y falleció en la ciudad de San Miguel de Tucumán el 31 de marzo del año 2015.

El 31 de marzo del año 2015, falleció en la ciudad de San Miguel de Tucumán, el Profesor Ingeniero Agrónomo Jorge Palacios, Académico Correspondiente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria.

Palacios nació en Misión de Zenta, cerca de Orán, provincia de Salta en el año 1926. Era el hijo menor de siete hermanos. Su padre, Don Rodolfo Miguel Palacios Puig, santafecino, estudiante avanzado de ingeniería civil, trabajaba en el Ingenio San Martín del Tabacal. Su madre, Doña Emma Carmen Angela Marsal Saccone, era hija de inmigrantes españoles.

Misión de Zenta se encontraba a orillas del río Zenta y era una antigua Misión Jesuítica, de la época de la colonia española, donde se educaba a nativos indígenas. La escuela más próxima donde Jorge hizo sus estudios primarios se encontraba a unos cinco kilómetros de la Misión. Los estudios secundarios los hizo en la Escuela de Agricultura y Sacarotecnia de la Universidad Nacional de Tucumán, graduándose de Perito Sacarotécnico en el año 1945. Los estudios superiores los cursó en la Universidad de La Plata en la Facultad de Agronomía. Allí obtuvo el título de Ingeniero Agrónomo en el año 1950.

Recién graduado comenzó su actividad profesional en el Banco de la Nación Argentina, como asesor de los Colonos que obtenían créditos para su actividad agropecuaria. Ello lo obligó a trabajar en distintas regiones del país: en las provincias Buenos Aires, Entre Ríos, Corrientes, Misiones y en Chaco. Esta actividad hizo que tuviera que ocuparse y asesorar sobre problemas muy diversos que lo obligaron a estudiar distintos temas, de manera que, cuando necesitaba apoyo, recurría a la Facultad de Agronomía de La Plata a consultar con sus profesores.

Jorge, después de trabajar en relación a distintas actividades agropecuarias, pero como centro en oficinas del Banco Nación, renunció a su tarea de asesor en esa institución y buscó conectarse con una actividad que fuera campesina y no de oficinas en Buenos Aires. Por sugerencia de un amigo que conoció en el Banco, viajó a la provincia de Misiones, específicamente, a la ciudad de El Dorado, para conectarse con otra actividad: desmonte y plantación de naranjos. Este fue el comienzo de lo que sería su especialidad profesional, la citricultura. A un poco más de cuarenta kilómetros de la mencionada ciudad se encontraba el desmonte y la primera plantación de naranjos que sería la razón de su trabajo en ese lugar.

En ese período se casó con su eterna novia platense, María Luisa Saracibar Ruiz, inmigrante española con quien vivió en esa finca de naranjos en crecimiento, cerca de El Dorado hasta 1962. Fruto de ese

matrimonio nacieron cinco hijos, tres varones y dos mujeres.

Desde 1963 comenzó a trabajar en Tucumán. Primeramente, como investigador y jefe de la Sección Citricultura en la Estación Experimental Agropecuaria en INTA Famallá, hasta el año 1976. Desde entonces trabajó como asesor técnico en distintas empresas citrícolas de varias provincias, especialmente Tucumán, Salta y Jujuy.

El Ingeniero Palacios ejerció la docencia en distintas Escuelas Agrotécnicas de Tucumán y también fue Profesor Adjunto a cargo de la Cátedra de Genotécnia Vegetal III (especies frutales) en la Universidad Nacional de Santiago del Estero. En el año 1983 se desempeñó como Profesor Adjunto (por concurso) en la Cátedra de Fruticultura de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de Tucumán y desde el año 1988, como Profesor Titular de la misma Cátedra hasta el año 1993.

Fue becario del Instituto Biológico de San Pablo (Brasil) en el año 1968 y también, del mismo país, del Instituto Agronómico de Campinas en 1969.

Publicó numerosos trabajos científicos relacionados con la citricultura. Editó tres libros, "Citricultura Moderna" en el año 1978, "Citricultura" en el año 2005 y "Mis Historias de Vida, Memoria de mis 85 Años" en el año 2013. Este último fue la fuente de muchos de los hechos destacados en esta presentación. Dictó también muchas conferencias sobre su especialidad en distintos lugares del país y del exterior.

Visitó prácticamente todos los lugares del mundo donde se cultivan los cítricos; toda América Latina, Estados Unidos de América, Europa, Asia, y varios de ellos, en más de una oportunidad. Esto le sirvió de gran experiencia y aprovechó para entrevistar, en muchos de los lugares, a especialistas destacados en el tema con quienes mantenía una comunicación fluida.

Por su trayectoria profesional recibió numerosas distinciones: "Al Mérito Profesional, 1980" del Colegio de Ingenieros Agrónomos y Zootecnistas de Tucumán; "Profesor Visitante Ad-Honorem" en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Nacional de Córdoba, 1988; "Profesor Honorario" de la Universidad Nacional de Santiago del Estero, 1992; "Destacada trayectoria en el campo profesional", otorgado por el XXII Congreso Argentino de Horticultura, 1999; "Cincuenta años de ejercicio

de la Profesión” otorgado por el Colegio de Ingenieros Agrónomos y Zootecnistas de Tucumán, 2001; “Por la trayectoria, dedicación y generosidad hacia la Citricultura Nacional y Tucumana” de la Asociación Tucumana del Citrus, 2003; “En reconocimiento de su destacada labor profesional” de la Estación Experimental Agropecuaria, INTA Famaillá, 2006; “Profesor Consulto” de la Universidad Nacional de Tucumán, en reconocimiento de su destacada labor profesional y como docente, 2013; “Académico Correspondiente” de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, valorando su dedicación al servicio de la sociedad, 2014.

Es mucho más lo que puede mencionarse de la trayectoria del colega y amigo Jorge. Su vida estuvo totalmente dedicada a estudiar, investigar y enseñar y, por ello, su fallecimiento significa una gran pérdida para toda la sociedad y muy especialmente, para la citricultura nacional e internacional.

Comunicación

Reconocimiento a las Academias Nacionales

Buenos Aires. Noviembre de 2014

El jueves 23 de octubre a las 18:30 h, tuvo lugar en la Asociación Médica Argentina, Av. Santa Fe 1171, la XXI Ceremonia de entrega del Magnus, Reconocimiento de la Sociedad Argentina a los Referentes del Cambio realizada a través del programa "Argentina, Sociedad Anónima", que conduce el Dr. Alejandro Tancredi. En esta oportunidad estuvo destinado a las 22 Academias Nacionales, las cuales dejaron su testimonio en la "Bitácora para el Tricentenario" que habrá de quedar depositada en el Museo del Bicentenario de la Provincia de Santiago del Estero, para su apertura el 25 de mayo de 2010.

Durante el transcurso de la ceremonia hicieron uso de la palabra las autoridades de las Academias y quienes les entregaron la escultura. Las palabras de apertura las pronunció el Dr. Hugo Dragonetti, Presidente de Panedile Argentina S. A., empresa patrocinadora de ambas actividades.

Comunicación

George B. Dantzig, la programación lineal y el sector agrario

Ing. Agr. Rodolfo G. Frank

El centenario del nacimiento de George Bernard Dantzig es una buena oportunidad para recordar su principal contribución, la programación lineal, a las actividades agropecuarias. Su influencia ha

sido notable en muchos aspectos, muy superior a la que el propio Dantzig se imaginó en vida. "El tremendo poder del método simplex es una constante sorpresa para mí" escribió cuando prácticamente se había retirado de su vida activa (Dantzig & Thapa 1997).

George B. Dantzig

George B. Dantzig nació el 8 de noviembre de 1914 en Portland (Oregón, Estados Unidos). Su padre, Tobías Dantzig (1884-1956), nacido en Letonia (en ese entonces, parte de Rusia) tuvo que huir a París por distribuir volantes anti zaristas. Allí estudió matemáticas con el destacado matemático Henri Poincaré (1854-1912) en la Sorbona. También en Francia se casó y el matrimonio emigró a Oregón en 1910. Al principio desempeñó trabajos muy modestos como el de leñador, obrero en la construcción de caminos y pintor de brocha gorda, hasta lograr un cargo docente en la Universidad de Indiana, donde se doctoró en 1917. Posteriormente enseñó en la Johns Hopkins University y en la Universidad de Maryland. Fue autor de varios libros, entre ellos *Number: the language of science* que tuvo muy buena aceptación e incluso fue traducido a varios idiomas. Su influencia sobre su hijo George fue importante: cuando en la secundaria tuvo problemas con la geometría le dio numerosos problemas a resolver, lo que ayudó a su capacidad analítica.

George Dantzig se graduó como Bachelor of Arts en matemáticas y física en la Universidad de Maryland en 1936 y después de casarse pasó a la Universidad de Michigan, donde obtuvo su master en matemáticas en 1938. Con él logró un cargo de estadístico junior en el *Bureau of Labor Statistics* en Washington. Si bien en sus estudios de posgrado sólo había tomado un curso de estadística y no tenía un conocimiento muy amplio de la misma, al familiarizarse con los trabajos de Jerzy Neyman (1894-1981) fue tomando interés en ella y le escribió cuando éste pasó a Berkeley para consultarle si podía hacer un doctorado bajo su dirección. Neyman aceptó y le consiguió una ayudantía. Con ello, se mudó a Berkeley en 1939.

De esa época data una famosa anécdota que ilustra la capacidad de Dantzig. Un día llegó tarde a la clase de Neyman. En el pizarrón, éste

había escrito dos problemas de estadística. Dantzig tomó nota de los mismos en su cuaderno, pensando que era el *homework* dado por el profesor para la semana. Su resolución le costó pues “parecían un poco más difíciles que de costumbre” como expresó en una entrevista años después (Horner, 1999), por lo que recién pudo entregar los problemas resueltos unos días después del plazo establecido, disculpándose ante Neyman por la tardanza. Este le dijo que los deje sobre la montaña de papeles que tenía sobre su escritorio. “Temí que mis deberes se perdieran allí para siempre” (Albers & Constance 1986). Pero no fue así. Unas semanas después, un domingo temprano por la mañana, Neyman golpeaba la puerta de su casa. “Acabo de escribir una introducción a uno de sus trabajos. Léala para que pueda enviarla para su publicación” le dijo. Dantzig no comprendió lo que quería Neyman, hasta que éste le aclaró que los presuntos “deberes” que había escrito en el pizarrón no eran tales, sino unos importantes problemas estadísticos no resueltos. El trabajo se publicó poco tiempo después (Dantzig 1940).

Dantzig completó sus cursos de doctorado en Berkeley y su tesis (que versó sobre los famosos problemas irresueltos), pero no la defendió. Había estallado la Segunda Guerra Mundial y Dantzig se sintió obligado a colaborar con el esfuerzo bélico de su país. Lo hizo como civil en una oficina de Control Estadístico de Análisis de Combates de la Fuerza Aérea. Concluida la guerra, en la primavera de 1946 regresó a Berkeley para completar y defender su tesis. Ahí le ofrecieron un cargo, que Dantzig no aceptó por considerar exigua la remuneración.

De regreso al Pentágono, logró un cargo de asesor matemático de la Fuerza Aérea. Su misión fue mecanizar los procesos de planificación y acelerar los cálculos en materia de entrenamiento y logística. A mediados de 1947 la Fuerza Aérea estableció el Proyecto *Scientific Computation of Optimal Programs* (SCOOP), un grupo de trabajo cuyo director matemático fue Dantzig. Allí se vio enfrentado a problemas de planificación y su optimización frente a recursos escasos. Es así como en el verano de 1947 logró su contribución más importante: el planteo de un objetivo mediante la cuantificación de una función objetivo y el desarrollo del método simplex para solucionar los problemas de programación lineal. Sobre esto se volverá en detalle más adelante.

Dantzig permaneció frente al Proyecto SCOOP hasta junio de 1952, cuando pasó a la RAND Corporation, un *think tank* como se lo

llamaría hoy, donde a la sazón había destacados matemáticos como Oskar Morgenstern (1902-1977) y también una vinculación directa con John von Neumann (1903-1957) el más destacado matemático de Estados Unidos en esa época. En la RAND siguió trabajando principalmente en temas referidos a la programación lineal, publicando numerosos trabajos. Por otra parte, impulsó, con William Orchard-Hays (1918-1989) como programador, programas para las computadoras que en esa época aún funcionaban con válvulas electrónicas (Orchard-Hays 1990). En 1960 pasó al Operations Research Center de la Universidad de California, Berkeley, como profesor. Allí escribió su libro *Linear programming and extensions* (Dantzig 1963) que, si bien no fue el primero sobre programación lineal, fue por muchos años el libro de cabecera sobre la materia, que aún es consultado y citado en la actualidad. Tuvo varias ediciones y fue traducido al alemán y al japonés, pero no al castellano. En Berkeley dirigió 12 tesis de doctorado (Mathematics Genealogy Project, 2013).

En 1966 Dantzig dejó Berkeley para pasar a la Stanford University como profesor de investigación operativa y ciencias de la computación. Allí se jubiló en 1985 como profesor emérito, pero enseñó y mantuvo una activa agenda de investigaciones hasta el otoño de 1997. Durante su estancia en Stanford dirigió 40 tesis de doctorado, la última defendida en 1996 (Ibídem). Falleció en Stanford el 13 de mayo de 2005 a los 90 años de edad.

Durante su vida, Dantzig recibió numerosas distinciones. Entre ellos, fue miembro de la Academia Nacional de Ciencias y de la Academia Nacional de Ingeniería, recibió nueve doctorados honoris causa, la *National Medal of Science* entregada por el Presidente de los Estados Unidos, etc. En 1975 fueron galardonados con el Premio Nobel en Economía Kantorovich y Koopmans, pero no Dantzig. Fue un injusto olvido u omisión que causó consternación entre quienes conocían los antecedentes de Dantzig.

La programación lineal

Como muchas otras invenciones e innovaciones, también la programación lineal tuvo sus precursores, en especial en un caso

particular, el llamado problema del transporte, un caso de resolución sencilla. Es así como Gaspard Monge (1746-1818) publicó un trabajo donde se plantea una solución óptima en el movimiento de tierras (corte y relleno) (Monge 1781). En 1930 el matemático ruso A. N. Tolstoi encaró un problema de transporte ferroviario (Tolstoi 1930). Sin embargo, éstos (y algunos otros más) no llegaron a resolver problemas de programación lineal.

Si bien a Dantzig se lo ha llamado el padre de la programación lineal, los orígenes de ésta son anteriores. En 1939 una fábrica de madera terciada rusa planteó al joven matemático ruso Leonid V. Kantorovich (1912-1986), por ese entonces profesor de la Universidad de Leningrado, el problema de hallar el uso más eficiente de un grupo de máquinas que intervenían en la fabricación de la madera terciada. El problema no era sencillo pues había muchas combinaciones posibles de asignación de las máquinas. Kantorovich comprendió, además, que el caso planteado no era exclusivo de esa fábrica sino mucho más general; y que su solución era aplicable a muchas situaciones diferentes. Es así como se puso a trabajar en el tema logrando una solución del problema mediante un método que llamó multiplicadores de resolución (Kantorovich 1939).

Lamentablemente, el trabajo de Kantorovich permaneció ignorado en su país. Ello se debió principalmente a dos causas. En primer lugar, en la entonces Unión Soviética era mal visto, por razones ideológicas, el tratamiento cuantitativo en economía que iba desarrollándose en Occidente a través de la econometría y disciplinas similares: se consideraba una economía capitalista opuesta a la marxista. Kantorovich tuvo dificultades para difundir sus ideas, que prefirió por lo tanto dejar para más adelante. En segundo lugar, la Segunda Guerra Mundial comenzó para la Unión Soviética en junio de 1941, avanzando rápidamente el ejército alemán hacia Leningrado (la actual San Petersburgo) a la que pusieron sitio que duró 29 meses (1941-44) provocando grandes penurias a su población; otras eran las prioridades y los problemas. Ignorado en su país y totalmente desconocido en el resto del mundo, Kantorovich fue el Mendel de la programación lineal.

En Occidente también se planteaban problemas similares. Hitchcock (1941) propuso un método de resolución del problema del transporte. También durante la guerra Tjalling Koopmans (1910-1985) se

ocupó de problemas de transporte aplicado a los convoyes de navíos que desde Estados Unidos aprovisionaban las naciones aliadas en Europa. Por razones militares, sus trabajos no trascendieron hasta bastantes años después. En 1945, George Stigler (1911-1991) trató el problema de la dieta (o ración) de mínimo costo, pero resolviéndolo sólo mediante pruebas de ensayo y error "porque no parece haber algún método directo para hallar el mínimo de una función lineal sujeta a condiciones lineales" (Stigler 1945). Todo un desafío para que los matemáticos traten de hallar un método que permita resolver este tipo de problemas.

Esta es la situación cuando George Dantzig, frente al Proyecto SCOOP, encara el problema hacia fines de 1946. Dantzig había quedado impresionado por el modelo de insumo-producto desarrollado por Wassily Leontief (1905-1999) publicado a principios de la década de 1940, inspirado a su vez por el *Tableau économique* de Quesnay (1694-1774). Pero el modelo de insumo-producto es estático y no de optimización. El problema era poder escoger las más convenientes entre las alternativas de acción posibles, teniendo en cuenta las limitaciones existentes. Ello implicaba 1) cuantificar el objetivo de forma tal que permita optimizarlo, o sea hallar un mínimo o un máximo según sea el caso, 2) permitir que en la solución puedan entrar todas o sólo una parte de las alternativas posibles, 3) permitir que los recursos disponibles puedan o no agotarse al asignarlos a las alternativas, 4) formular lo anterior en un modelo matemático y sobre todo 5) hallar una forma de solucionar el problema.

Planteado así el problema, dice Dantzig "... supuse que los economistas trabajaron sobre este problema dado que se trataba de un importante caso particular del problema central de la economía, la asignación óptima de los recursos. Visité a T. C. Koopmans en junio de 1947 ... para aprender lo que podía de los economistas matemáticos. Durante la Segunda Guerra Mundial había trabajado para el *Allied Shipping Board* en modelos de transporte y así conocía lo básico tanto en lo teórico como en lo práctico para apreciar lo que yo estaba presentando. Comprendió inmediatamente las implicaciones para el planeamiento económico general." Pero Koopmans no pudo ofrecerle una solución. "Viendo que los economistas no tenían un método de solución, decidí probar suerte buscando un algoritmo" (Dantzig & Thapa 1997). En el verano de 1947 Dantzig formuló un modelo matemático en el cual las alternativas son las incógnitas, las limitaciones son un sistema de

inecuaciones (o sea desigualdades) y el objetivo, llamado función objetivo, una función lineal que se debía optimizar. Para este modelo halló una solución consistente en un algoritmo que mediante iteraciones sucesivas se va acercando al óptimo hasta alcanzarlo. El algoritmo fue llamado simplex por basarse matemáticamente en un poliedro así denominado en matemáticas, y no por ser sencillo (al contrario, es bastante complejo).

Desarrollado el método, decidió consultar a von Neumann si podía hacer sugerencias para perfeccionarlo. La entrevista se realizó el 3 de octubre. Cuando von Neumann comprendió lo que Dantzig le describió, le dio una clase de una hora y media sobre teoría de los juegos y el concepto de dualidad, concepto este último que Dantzig oía por primera vez. Von Neumann prometió estudiar el método y contactar a Dantzig en unas semanas. Lo hizo, proponiendo un método iterativo no lineal. Un tiempo después se comprobó que el método simplex era superior (Ibídem 36).

Poco después, en el otoño de ese año, se hizo la primera prueba práctica en "gran escala" (para aquella época) del nuevo método. Dantzig pensó primero en usar un modelo de dieta desarrollado por Jerry Cornfield en el Pentágono para determinar una ración de bajo costo que cubra las necesidades nutritivas de un soldado, pero no se pudieron hallar los datos empleados. Por consejo de una nutricionista recurrió al trabajo de Stigler, cuyo modelo tenía 9 restricciones y 77 variables, en este caso alimentos (Dantzig 1990). Con la colaboración de Jack Laderman del *Mathematical Tables Project* del *National Bureau of Standards* y nueve calculistas realizó un ensayo del método. Los cálculos se realizaron con calculadoras de escritorio a falta de una computadora y requirieron 120 días hombre para solucionarlo. El resultado, o sea el costo mínimo de la ración, fue un 0,6 % inferior al hallado por Stigler mediante ensayo y error, una notable aproximación al óptimo por parte de éste.

Con estos antecedentes, Dantzig estaba en condiciones de dar a conocer su método. Llamativamente, no publicó su trabajo en un *journal* sino que lo presentó en reuniones científicas. La primera vez en una reunión conjunta de la American Statistical Association y el Institute of Mathematical Statistics (IMS) realizada el 29 de diciembre de 1947 en Nueva York, titulando su trabajo *Mathematical techniques of program*

planning (Dwyer 1948), donde aparentemente no despertó mayor interés. Este trabajo no se publicó. Una nueva presentación del método fue efectuada en la reunión conjunta del IMS y la Econometric Society en Madison (Wisconsin) el 9 de septiembre del año siguiente titulada "*Programming in a linear structure*" (Dantzig 1949). Después de exponer su trabajo, el conocido matemático Harold Hotelling (1895-1973) objetó "Pero todos sabemos que el mundo no es lineal". Antes de que Dantzig pudiera responder, pidió la palabra John von Neumann que respondió: "El expositor tituló su exposición 'programación lineal' y estableció cuidadosamente sus axiomas. Si Ud. tiene un problema que satisface los axiomas, pues bien, úsela. Si no, no la use." (Dantzig & Thapa 1997). Terminante.

De ahí en adelante comenzó la difusión de la programación lineal. Al principio no se vislumbró su gran potencial. El mismo Dantzig admite que "se necesitó aproximadamente un año hasta que mis colegas del Pentágono y yo comprendimos cuán poderoso era realmente el método." (Ibídem 26). Probablemente ello se comprobó al aplicarlo a la logística del "Puente Aéreo" que establecieron los países occidentales para abastecer a los dos millones de habitantes de Berlín Occidental durante el bloqueo soviético (24/6/1948-1/5/1949). Dantzig nunca fue muy explícito sobre esto, probablemente porque por su naturaleza militar debía guardar cierta reserva, pero en un trabajo publicado en colaboración con Marshall K. Wood presentó un modelo "hipotético" de puente aéreo que minimiza los costos de los aviones requeridos, las tripulaciones y la necesidad de entrenar nuevas tripulaciones; y cuyas restricciones son la carga a transportar por trimestre, la disponibilidad inicial de aviones y de tripulaciones (Wood et al. 1949).

Este y otros antecedentes llevaron a realizar un simposio sobre programación lineal en Chicago en junio de 1949 (conocido como "Simposio Cero") para poner en común todo lo conocido en la materia hasta la fecha. Los *proceedings* del mismo fueron publicados dos años después (Koopmans 1951). Presentaron trabajos en este simposio conocidos pioneros de la programación lineal, entre otros Kenneth J. Arrow, George B. Dantzig, Robert Dorfman, Clifford Hildreth, Tjalling C. Koopmans, Oskar Morgenstern, Paul A. Samuelson, Herbert Simon, Albert W. Tucker, Marshall K. Wood y otros. Entre los trabajos de Dantzig (presentó cinco, uno de ellos en colaboración) se halla por primera vez la

publicación del método simplex (Dantzig 1951).

En esos primeros años, si bien la programación lineal despertó mucho interés entre matemáticos y economistas, su aplicación práctica a problemas concretos fue reducida. Esto se debió a la complejidad del algoritmo, que requiere una gran cantidad de cálculos, excesiva para calculadoras de escritorio, como se vio con la resolución "manual" del problema de Stigler. Por ello, la difusión de la programación lineal dependió estrechamente de la disponibilidad de computadoras, que a fines de la década de 1940 era aún muy limitada, de alrededor de poco más de una decena en todo el mundo. En 1950 se instaló la computadora SEAC en el *National Bureau of Standards* (NBS), en parte financiada por el Pentágono, en la cual se pudieron hacer los primeros cálculos de matrices de programación lineal cuando Dantzig aún integraba el Proyecto SCOOP (Gass 2002). No se lograron mayores detalles sobre el programa usado, debido a dos técnicos del NBS Mike Montalbano e Ira Cortland Diehm (Dantzig 1978), que fueron muy modestos en sus prestaciones (Orchard-Hays 1984). Recién en 1953 Orchard-Hays escribió el primer programa comercial de programación lineal.

La década de 1950 puede considerarse la época de oro de la programación lineal, pues se lograron importantes avances científicos, perfeccionamientos, difusión y aplicaciones. Por lo pronto, había despertado tanto interés, que Dantzig tuvo que dictar el primer curso sobre programación lineal en 1950 en el *Department of Agriculture Graduate School* de Washington. Luego de que Dantzig se alejara del del SCOOP, el curso estuvo a cargo de George O'Brien hasta 1954 y de Saul Gass (1926-2013) desde ese año (Gass 1990). El primer curso regular de programación lineal en una institución universitaria fue ofrecido a partir de 1953 en el Case Institute of Technology (hoy Case Western Reserve University) (Cottle et al. 2007). En esa década también se publicaron los primeros libros sobre programación lineal: *An introduction to linear programming* de A. Charnes, W. W. Cooper y A. Henderson (Charnes et al. 1953) y *Linear programming: methods and applications* (Gass 1958), basado en sus notas para el curso que dictó en Washington y del que se publicaron cinco ediciones. Otra obra que tuvo gran influencia en el ámbito de la economía de la empresa en esos primeros años fue la de Dorfman (1951) *Application of linear programming to the theory of the firm*.

La programación lineal fue evolucionando en varios aspectos: en la modelización, en el perfeccionamiento del método simplex, en diversas ampliaciones y en nuevos métodos de cómputo. A medida que las computadoras se iban desarrollando tanto en velocidad de cálculo como en capacidad de memoria, fue posible procesar matrices más complejas: por una parte, modelos mejor adaptados a problemas particulares y más refinados en su formulación; por otra parte, modelando aspectos que a primera vista parecían limitantes como la linealidad, aproximando funciones no lineales mediante segmentos de recta (Charnes & Lemke 1954).

El método simplex, tal como lo formulara originalmente Dantzig, se fue perfeccionando con el tiempo, sin abandonar la forma de encarar la solución del modelo de programación lineal. En cuanto se escribieron los primeros programas de programación lineal se desarrolló lo que hoy se conoce como el método simplex revisado mejor adaptado a las computadoras (Dantzig & Orchard-Hays 1954), en el sentido de ahorrar espacio de memoria, muy escaso en esas máquinas iniciales. Con el tiempo, se agregaron otros perfeccionamientos en cuyo detalle no es posible entrar en esta breve reseña.

La programación lineal también fue ampliada en varios aspectos, en el sentido de abarcar problemas que originariamente estaban fuera de su alcance. Es lo que Dantzig llamó extensiones. La primera se refirió a la crítica que Hotelling le hizo a Dantzig "el mundo no es lineal", crítica que en el fondo es válida pues la programación lineal descansa sobre el supuesto de la linealidad. En 1950 Harold W. Kuhn (1925-2014) y Albert W. Tucker (1905-1995) presentaron su teorema o condiciones de Kuhn-Tucker (posteriormente Karush-Kuhn-Tucker) sobre programación no lineal (Kuhn & Tucker 1961). Pero tuvieron que pasar algunos años hasta contar con algoritmos de programación no lineal, generalmente referidos a aspectos particulares de la misma como la programación cuadrática (Frank & Wolfe 1956).

Otro supuesto de la programación lineal es la divisibilidad, esto implica que las actividades o variables que se hallan en la solución, pueden tomar cualquier valor, ya sea entero o fraccionario. Esta es una limitación importante en ciertos casos. Para superarla se desarrolló la denominada "programación entera" que permite que algunas o todas las variables de la solución sean números enteros. Para ello, después de

hallar una solución corriente, se utilizan algoritmos adicionales que proporcionan soluciones enteras. El primero de ellos fue el método del plano cortante de Gomory (1958), al que pronto le siguió el método de ramificación y acotamiento de Land y Doig (1960), el más utilizado actualmente en los programas, junto con otros desarrollados posteriormente.

Si bien al principio programación lineal y método simplex eran prácticamente sinónimos, con el tiempo se fue separando lo que era un problema de programación lineal, del método empleado para solucionarlo. Teóricamente, el método simplex no es el más eficiente por ser lo que en matemática se denomina de complejidad exponencial. Por ello, los matemáticos fueron buscando otros métodos, de complejidad polinomial, más eficientes en el cómputo. Es así como Leonid Khachiyan (1952-2005) presentó su método del elipsoide para resolver problemas de programación lineal (Khachiyan 1980). Sin embargo, no resultó eficiente en las pruebas prácticas. Narendra Karmarkar (1984) publicó su método del punto interior. Este método demostró ser eficiente, especialmente en matrices muy grandes, pero no desplazó al método simplex que en la práctica demostró ser muy eficiente, siendo el más utilizado hasta hoy en los programas.

La programación lineal en el sector agrario

Desde su comienzo, la programación lineal estuvo vinculada a las actividades agropecuarias. Como se viera, la primera prueba del método simplex aplicado a un caso real fue la resolución del problema de la dieta ("el cálculo de raciones balanceadas", como se conoció en la bibliografía) de Stigler. Dantzig quedó muy impresionado por este caso, al punto de intentar el cálculo de una ración para sí mismo cuando su médico le recomendó bajar de peso a comienzos de la década de 1950. Relata en una forma muy amena sus intentos hasta que su señora decidió aplicar su propia dieta (Dantzig 1990), con éxito pues rebajó algunos kilos. En su libro *Linear programming and extensions* dedica todo un capítulo al problema de Stigler.

Si bien estos antecedentes se refieren a la ración necesaria para un hombre, su principal aplicación comercial fue el cálculo de raciones

balanceadas para los animales. El primer trabajo sobre este tema se debe a Frederick V. Waugh referente al cálculo de raciones balanceadas para vacas lecheras (Waugh 1951). Como aclara el autor, la finalidad del trabajo es testear el nuevo método de la programación lineal para hallar la combinación de mínimo costo de alimentos que satisfagan los requerimientos nutritivos establecidos, aclarando que no es un experto en nutrición. Ejemplifica el caso en primer lugar mostrando su solución gráfica y luego matemáticamente. Este trabajo mereció la distinción de *Best Journal Article* de 1951. Dos años después, Fisher y Schruben (1953) retomaron el problema de Waugh ampliándolo, pero resolviéndolo con calculadoras de mesa. A eso señala Swanson que la computadora Illiac de la Universidad de Illinois ha resuelto modelos de raciones balanceadas de 17 restricciones y 20 alimentos en algo menos de 10 minutos (Swanson 1955). A medida que se fueron difundiendo las computadoras y los programas de programación lineal, la industria fue adoptando esta técnica. El autor recuerda que en la década de 1960 una conocida firma fabricante de alimentos balanceados publicitaba en Argentina sus productos como "balanceados calculados con computadora".

La otra aplicación más importante de la programación lineal en la actividad agropecuaria fue el planeamiento de la empresa. Ya en el famoso "Simposio Cero" se presentó un trabajo sobre elección de rotaciones (Hildreth & Reiter 1951). El trabajo consistía principalmente en una explicación conceptual de la programación lineal, sin incluir un ejemplo cuantitativo o un caso concreto. Pero pronto se fueron publicando trabajos sobre este aspecto. Richard King (1953) expuso sobre la aplicación del "*activity analysis*" (uno de los nombres bajo el cual se conoció la programación lineal en sus principios) en economía agraria. Después de una breve introducción explicativa del método, ejemplifica su aplicación en una granja de pollos parrilleros (determinación de la edad óptima de venta de los pollos) y en la determinación de la rotación de cultivos más adecuada de una explotación agropecuaria. Al año siguiente, en la reunión anual de los economistas agrarios de Estados Unidos, el conocido economista agrario Earl O. Heady (1916-1987) presentó un trabajo donde explica, para no matemáticos, la programación lineal ilustrándola con un muy sencillo ejemplo de planificación de una explotación de Iowa (Heady 1954). Concluye que, si el problema es de 'gran escala', es conveniente usar la programación lineal como un

ahorrador de tiempo y si es de 'pequeña escala' emplear el clásico método de la presupuestación.

De lo que antecede se desprende que la programación lineal se difundió bastante rápido entre los economistas agrarios. Si se tiene presente que el primer curso sobre la materia fue dictado por Dantzig en 1950 y los *proceedings* del "Simposio Cero" con la primera descripción del método simplex recién se publicaron en 1951, dos años después de realizado el simposio, se deben tomar esas fechas como comienzo de la difusión del método. Si se agrega a ello que estos trabajos no eran precisamente de divulgación sino *papers* científicos escritos por matemáticos en lenguaje matemático hay que reconocer y valorar los trabajos pioneros de Waugh, Fisher, Schruben, Swanson, King, Heady y otros que supieron aplicar esta nueva técnica (aún en estado de teoría) a la realidad práctica agraria.

Hasta mediados de la década de 1950, en Estados Unidos la programación lineal se usó exclusivamente en investigación y extensión, como se desprende de la afirmación de McCorkle (1955) en la reunión anual de los economistas agrarios "El uso de la programación lineal en administración rural debería aplicarse más allá de la investigación y extensión en cuanto emerjan procedimientos de computación más simples" pues "no es inconcebible que en el futuro alguna forma de programación lineal se empleará por quienes tienen a cargo la gerencia de operaciones comerciales de gran escala en el sector agrario". En 1958 Heady y Candler publicaron su libro *Linear programming methods* referido principalmente al sector agropecuario (Heady & Candler 1958). En 1960, una encuesta realizada en 47 departamentos de economía agraria de *land grant colleges* de Estados Unidos reveló que en el 87 % la programación lineal se usaba en investigación, en el 30 % en extensión, en el 26 % en cursos específicos de programación lineal y en el 66 % como parte de otros cursos (Eisgruber & Reisch 1961). Asimismo, los autores destacan que, de acuerdo a la encuesta, la programación lineal se usa principalmente en administración rural. Si bien no especifican en qué aspectos, cabe suponer que se refieren a planeamiento de la explotación. Swanson (1961) señaló que aún el uso de la programación lineal en la planificación de empresas agrarias era escaso, limitado a pocas firmas grandes, mientras que, para ese entonces, su uso en la formulación de raciones balanceadas ya se había

difundido.

Desde luego, la formulación de raciones para el ganado y el planeamiento de la empresa no han sido las únicas aplicaciones de la programación lineal en el sector agropecuario. Sólo para ejemplificar otras aplicaciones se puede mencionar la selección del equipo de maquinaria, la evaluación de inversiones, la mezcla de fertilizantes y de granos, la selección de una cartera de inversiones, la planificación del riego, el trozado de reses, la asignación de operarios a puestos de trabajo, el momento óptimo de corte de un monte forestal, etc. (Frank 2010).

En Argentina, el primer trabajo sobre programación lineal referido a la planificación de una empresa agropecuaria fue publicado por Kohout (1963). La finalidad era dar a conocer la programación lineal y ejemplificar su aplicación al caso de una empresa agropecuaria tipo del partido de Tandil, detallando paso a paso el método simplex. Concluye Kohout que el uso de la programación lineal "en la selección de la óptima combinación de actividades-restricciones, puede considerarse como un agregado más a las técnicas de análisis, no resuelve todos los problemas de la misma, no es una panacea, no reemplaza el juicio del empresario, pero sí ayuda a emitirlo; es un elemento más en el análisis y el logro del desarrollo lucrativo de la empresa." Al año siguiente este mismo autor junto con César Cainelli publican en *Idia*, la revista del INTA, una detallada descripción de la programación lineal aplicada a la empresa agraria, acompañada de una amplia bibliografía (Kohout & Cainelli 1964). Señalan los autores que la programación lineal "... no se ha difundido mucho en el país, en especial como consecuencia de una literatura esencialmente matemática, no muy claramente entendible por técnicos cuyo fin principal es la aplicación del método con prescindencia de sus fundamentos matemáticos." Como ejemplo práctico se muestran datos y resultados de una explotación ubicada en la región maicera argentina.

Según Rossi (1971), hacia fines de la década de 1960 "se han desarrollado algunos modelos de programación lineal; ... algunas matrices incluyen hasta 130 actividades" en empresas agropecuarias. Sin embargo, aparte de la escasez de técnicos entrenados en el uso de la programación lineal, una limitante sería era la disponibilidad de computadoras. Las primeras cinco se importaron en Argentina en 1960 destinadas principalmente a empresas públicas y privadas, y al año

siguiente el Instituto de Cálculo de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA instaló su primera computadora científica. Era una Mercury de la empresa británica Ferranti que funcionó hasta 1970 (Jacovkis 2013). Contaba con programas de programación lineal e incluso en octubre de 1961 vino el Dr. Dietrich G. Prinz (1903-1989) de Ferranti, un experto en la materia, para asesorar al personal del Instituto, dictar un seminario (FCEyN 1961) y poner a punto los programas Simpack E y Simmer F de su autoría (García Camarrero 2007). Si bien se resolvieron con ellos modelos de programación lineal, de acuerdo a la información que se pudo consultar ninguno tuvo relación con la actividad agraria.

Mientras tanto prosiguió la importación de computadoras. Ya en 1962 se estimaba que en el país había unas 40, en 1968 unas 200, incluyendo las que se estaban instalando (Babini 1997), la mayoría IBM. En 1976 se estimaba la existencia de unas 500 (Jacovkis 2013), de las cuales probablemente una parte eran tabuladoras no aptas para cálculos científicos. Pero otra parte era la nueva serie /360 de IBM lanzada en 1964 que contaba con el programa MPS de programación lineal, muy difundido en su época y ampliado en 1971 con el MPSX que incluía programación entera. Sin embargo, el acceso a una computadora no siempre era sencillo, lo que llevó al desarrollo de métodos alternativos de planeamiento de empresas agrarias derivados de la programación lineal. El principal fue la planificación programada o *programme planning* (que no se debe confundir con uno de los nombres primitivos de la programación lineal) desarrollado en Europa, que se podía resolver fácilmente con calculadoras manuales. Recién cuando la *personal computer* (PC) comenzó a difundirse durante la década de 1980 y puso la computación al alcance de oficinas y hogares; y con ello la programación lineal, la planificación programada fue cayendo en desuso.

En 1981 la Cátedra de Administración Rural de la Facultad de Agronomía de la Univ. de Buenos Aires dictó un curso para graduados sobre programación lineal en el ámbito agropecuario, el primero en Argentina, que se repitió en años siguientes. Diez años después, ya difundidas las PC, la enseñanza de la programación lineal se incorporó a los cursos de grado: los alumnos de Administración Rural debían formular y resolver un modelo de la explotación bajo estudio.

Actualmente, en nuestro país, es probable que el mayor usuario de la programación lineal en el campo agropecuario sea la industria

elaboradora de alimentos balanceados para animales. Si bien no hay datos cuantitativos, en una consulta efectuada por el autor entre expertos en nutrición animal y personas vinculadas a esa industria, la opinión unánime fue que se usan programas específicos para formular las raciones. "Hoy en día es impensable trabajar en nutrición sin programas de costo mínimo" fue la categórica afirmación de uno de ellos (R. Guarrochena, comunicación personal, 23 de septiembre de 2013). Por lo general en estos casos no intervienen profesionales especializados en programación lineal, sino que se trabaja con programas que no requieren su conocimiento pero que incluyen su algoritmo para resolver el problema. Hay programas desarrollados en nuestro país adaptados a las condiciones locales (M. Gingins, comunicación personal, 17 de septiembre de 2013).

En cuanto al planeamiento de la empresa, lamentablemente se desconoce la incidencia cuantitativa de la programación lineal. Dado que por lo general requiere un modelo hecho a la medida de cada empresa y por consiguiente un profesional especializado en la materia, su difusión se ve limitada a empresas que pueden afrontar este costo. Su uso en los servicios de extensión parece ser más bien limitado, no así en la investigación donde el empleo de la programación lineal se ha difundido mucho.

Bibliografía

- Albers, D., Constance R., 1986. An interview with George B. Dantzig: the father of linear programming. *The college mathematics journal* 17-4, 293-314.
- Babini, N., 1997. La llegada de la computadora a Argentina. *Llull* 20, 465-490.
- Charnes, A., Cooper W. W., Henderson A., 1953. An introduction to linear programming. N. York, J. Wiley & Sons, 74 pp.
- Charnes, A., Lemke C. E., 1954. Minimization of non-linear separable convex functionals. *Naval Research Logistics Quarterly* 1-4, 301-312.
- Cottle, R., Johnson, E., Wets, R., 2007. George B. Dantzig (1914–2005). *Notices of the AMS*, 54-3, 344-362.
- Dantzig, G. B. 1940. On the non-existence of tests of "Student's" hypothesis having power functions independent of σ . *The Annals of Mathematical Statistics*, 11-2, 186-192.
- Dantzig, G. B., 1949. Programming of interdependent activities: II mathematical model. *Econometrica, Journal of the Econometric Society*, 17, 3-4, 200-211.

- Dantzig, G. B., 1951. Maximization of a linear function of variables subject to linear inequalities. En: Koopmans, T. C. Activity analysis of production and allocation. New York, J. Wiley, 404 pp.
- Dantzig, G. B., 1963. Linear programming and extensions. Princeton, Princeton University Press, 621 pp.
- Dantzig, G. B., 1978. Remarks on the occasion of the Bicentennial Conference on Mathematical Programming, the early role of the NBS. En: Computers and mathematical programming. Proceedings of the Bicentennial Conference on Mathematical Programming. Gaitherburg, Ntl. Bureau of Standards, NBS Special Publ. 502, pp.
- Dantzig, G. B., 1990. The diet problem. Interfaces 20-4, 43-47.
- Dantzig, G. B., Orchard-Hays, W., 1954. The product form for the inverse in the simplex method. Mathematical Tables and Other Aids to Computation, 64-67.
- Dantzig, G. B., Thapa, M. N., 1997. Linear programming 1: introduction. New York, Springer, (pp. 25, 26, 27, 28, 32, 36, 37)
- Dorfman, R., 1951. Application of linear programming to the theory of the firm. Berkeley, University of California Press.
- Dwyer, P. S., 1948. Report on the New York Meeting of the Institute. The Annals of Mathematical Statistics 19-1, 133-136.
- Eisgruber, L. M., Reisch, E. 1961. A note on the application of linear programming by agricultural economics departments of land grant colleges. Journal of Farm Economics 43-2, 303-307.
- Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Memoria 1961 (inédito), (pp. 47)
- Fisher, W. D., Schruben L.W., 1953. Linear programming applied to feed-mixing under different price conditions. Journal of Farm Economics 35-4, 471-483.
- Frank, M., Wolfe P., 1956. An algorithm for quadratic programming. Naval Research Logistics Quarterly 3, 1-2, 95-110.
- Frank, R. G., 2010. La optimización de la empresa agraria con programación lineal. Buenos Aires, Ed. Fac. de Agronomía, 446 pp.
- García Camarero, E., 2007. Algunos recuerdos sobre los orígenes del cálculo automático en Argentina, y sus antecedentes en España e Italia. Rev. Brasileira de História da Matemática 7-13, 109-130.
- Gass, S. I., 1958. Linear programming: methods and applications. New York, McGraw-Hill, 223 pp.
- Gass, S. 1990. Model world: in the beginning there was linear programming. Interfaces 20-4, 128-132.
- Gass, S. I., 2002. The first linear-programming shoppe. Operations Research 50-1, 61-68.
- Gomory, R. E., 1958. Essentials of an algorithm for integer solutions to linear programs. Bull. Amer. Mathematical Soc. 64, 5, 275-278.
- Heady, E. O., 1954. Simplified presentation and logical aspects of linear programming technique. Journal of Farm Economics 36-5, 1035-1048.
- Heady, E. O., Candler W., 1958. Linear programming methods. Ames, The Iowa State College Press, 597 pp.
- Hildreth, C., Reiter, S., 1951. On the choice of a crop rotation plan. En: Koopmans, T.C. (Ed.). Activity analysis of production and allocation, 177-188.

- Hitchcock, F. L., 1941. The distribution of a product from several sources to numerous localities. *Journal of Mathematics and Physics* 20, 224-230.
- Horner, Peter. Operations research loses a pillar of the profession. Recuperado de https://www2.informs.org/History/dantzig/in_interview.htm (acceso 22/7/2013).
- Jacovkis, P. M., 2013. De Clementina al siglo XXI. Buenos Aires, Eudeba, 135 pp.
- Kantorovich, L. V., 1939. Métodos matemáticos de organización y planeamiento de la producción, Leningrado.
- Karmarkar, N. A., 1984. new polynomial time algorithm for linear programming. *Combinatorica* 4, 375-395.
- Khachiyan, L. G., 1980. Polynomial algorithms in linear programming. *USSR Computational Mathematics and Mathematical Physics*, 20-1, 53-72.
- King, R. A., 1953. Some applications of activity analysis in agricultural economics. *Journal of Farm Economics* 35-5, 823-833.
- Kohout, J. C., 1963. La selección de la óptima combinación de actividades de la empresa agropecuaria. *Rev. de la Univ. Arg. de la Empresa* 1-1, 53-66.
- Kohout, J. C., Cainelli C., 1964. Principios básicos de la programación lineal y su aplicación en agricultura. *IDIA*, 195, 19-55.
- Koopmans, T. C., 1951. Activity analysis of production and allocation. New York, J. Wiley, 404 pp.
- Kuhn, H. W., Tucker A.W., 1961. Nonlinear programming. En: Neyman, J. (Ed.). *Proceedings of the Second Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*. Berkeley, University of California Press, 481-492.
- Land, A. H., Doig, A.G., 1960. An automatic method for solving discrete programming problems. *Econometrica* 28, 497-520.
- Mathematics Genealogy Project. Recuperado de <http://www.genealogy.math.ndsu.nodak.edu/id.php?id=32292&fChrono=1> (acceso 7/8/2013).
- McCorkle, C. O., 1955. Linear programming as a tool in farm management analysis. *Journal of Farm Economics* 37-5, 1222-1235.
- Monge, G., 1781. Mémoire sur la théorie des déblais et des remblais. *Historire de l'Academie Royale des Sciences de Paris, avec les Mémoires de Mathématique et de Physique pour le même année*, 666-704.
- Orchard-Hays, W. 1984. History of mathematical programming systems. *Annals of the History of Computing* 6-3, 296-312.
- Orchard-Hays, W, 1990 History of the development of LP solvers. *Interfaces* 20-4, 61-73.
- Rossi, M. A., 1971. El rol de la administración rural en el desarrollo agropecuario argentino. *Idia Inform De Invest Agr*.
- Stigler, G. J., 1945. The cost of subsistence. *Journal of Farm Economics* 27-2, 303-314.
- Swanson, E. R., 1955. Solving minimum-cost feed mix problems. *Journal of Farm Economics* 37-1, 135-139.
- Swanson, E. R., 1961. Programmed solutions to practical farm problems. *Journal of Farm Economics* 43-2, 386-392.
- Tolstói, A. N., 2002. Metody nakhozhdeniya naimen'shego summovogo kilometrazha pri planirovanii perevozok v prostrantsve. Citado y comentado

- en Schrijver, Alexander. On the history of the transportation and maximum flow problems. *Mathematical Programming* 91-3, 437-445.
- Waugh, F. V., 1951. The minimum-cost dairy feed (an application of "Linear programming"). *Journal of Farm Economics* 33-3, 299-310.
 - Wood, M. K., Dantzig. G.B., 1949. Programming of interdependent activities: I General Discussion. *Econometrica* 17, 3-4,193-199.

Incorporación del Académico de Número Dr. Enrique Leo Portiansky

Presentación del Dr. Enrique Leo Portiansky

Dr. Eduardo J. Gimeno

Sesión Pública Extraordinaria, Junio de 2014, Buenos Aires

Sr. Presidente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria
Sr. Decano de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad
Nacional de La Plata
Sr. Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Católica
Argentina
Sra. Directora de Relaciones Institucionales del Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria
Sr. Presidente de la Sociedad de Medicina Veterinaria

Señores Académicos,

Colegas, amigos y familiares del Dr. Portiansky

Señoras y señores

Siguiendo la tradición de las Academias Nacionales, el Dr. Enrique Leo Portiansky, ha designado un padrino para su incorporación académica y yo he sido el elegido. Mucho agradezco esa responsabilidad y procuraré reflejar en pocos minutos las razones que tuvo el Plenario de esta Academia para escoger al Dr. Enrique Leo Portiansky como Académico de Número.

Como mencionó nuestro Presidente, la incorporación de nuevos miembros es una tarea fundamental de la Academia. Es esencial para la renovación de la corporación, manteniendo la condición de excelencia de quienes la integran.

El ingreso vitalicio a una Academia Nacional constituye una distinción única para todo hombre de ciencia que, de allí en más, pasará a formar parte del conjunto más destacado de personalidades pasadas y presentes en un campo específico del saber.

El Dr. Portiansky 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 docente universitario e investigador, ha dado sobradas muestras de altruismo personal y es de convivencia amable.

El Dr. Portiansky nació en 1958 en la ciudad de La Plata, Provincia de Buenos Aires y cursó estudios primarios y secundarios en la misma ciudad. Se graduó como Médico Veterinario en 1982, a los 23 años de edad, en la Facultad de Ciencias Veterinaria de la Universidad Nacional de La Plata. Por ser el segundo mejor promedio de su promoción, recibió la Medalla de Plata-Premio del Laboratorio San Jorge-Bagó.

Comenzó su formación científica con una beca del Weizmann Institute of Sciences en Rehovot, Israel, en octubre 1982, completando un Master of Science en 1984. A su regreso a la Argentina fue becario de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) y del CONICET entre 1987 y 1991. Su Tesis Doctoral en la UNLP, realizada en conjunto con la recordada colega María Cecilia Castellano, fue defendida en 1987 y fue distinguida con el Premio "Dr. Román Niec" por la Asociación Argentina de Parasitología Veterinaria.

En 1978 comenzó su carrera docente como Ayudante Alumno en la Facultad de Ciencias Veterinarias (UNLP), pasó por distintas categorías docentes hasta llegar a Profesor Asociado en 2009 y quedar a cargo del curso de Patología General Veterinaria en el año 2013.

Ingresó a la Carrera del Investigador Científico del CONICET como Investigador Asistente en 1991, realizando una tarea sistemática que le valió la promoción a Investigador Adjunto en 1998, a Investigador Independiente en 2004 y a Investigador Principal en 2010, categoría en la cual se desempeña actualmente.

Ha sido director, codirector o colaborador en varios proyectos de investigación lo cual, además de originar una producción científica destacada, le permitió formar a numerosos investigadores jóvenes y ha dirigido varias tesis doctorales, de magister y una tesina de grado.

Recibió un total de 29 premios y distinciones nacionales y extranjeras, entre los cuales se destaca el "Premio Bayer – 2001" otorgado por la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, en reconocimiento a

su trayectoria en el campo de la Salud Animal.

La producción científica del Dr. Portiansky es altamente relevante, tanto en calidad como en cantidad, acreditando más de 130 trabajos científicos en distintos temas de Patología Veterinaria y Patología Experimental.

Al revisar la base internacional de evaluación Scopus se comprueba que la misma considera 83 trabajos del Dr. Portiansky entre 1996 y 2014. Las citas bibliográficas ascienden a 701 (a razón de 8.44 citas por trabajo y 32.88 citas/año, promedio), su obra más citada recibió 103 citas. El índice-h del Dr. Portiansky, de acuerdo a Scopus es de 14; el índice h es un sistema que mide la calidad profesional en función de la cantidad de citas que han recibido sus artículos científicos. Estos datos son los que se usan en años recientes como prueba objetiva de la proyección de la tarea científica de un investigador. A pesar de que estos métodos bibliométricos son muy discutidos, son objetivos y son los que se emplean internacionalmente en la actualidad.

Su paso por la Licenciatura en Informática de la UNLP, sumado a la experiencia acumulada en el campo de la informática a partir de su estancia en el Instituto Weizmann de Ciencias, le permitieron elaborar programas específicos, brindar cursos de computación y, a partir de 1995, gestar la formación del Laboratorio de Análisis de Imágenes (LAI) de la FCV-UNLP, que en casi dos décadas no ha parado de crecer. Mediante la obtención de importantes subsidios de diversas instituciones, principalmente de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, el laboratorio incorporó valiosos equipos, incluyendo un microscopio laser confocal. Recientemente el Laboratorio de Análisis de Imágenes fue reconocido por el Sistema Nacional de Microscopía, dependiente del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación, pasando de allí en más a brindar servicios a investigadores de todo el país.

El conocimiento recabado en los últimos 15 años en el campo del análisis de imágenes, le ha permitido al Dr. Portiansky publicar varios libros relacionados con el tema, tanto en versión digital como en papel.

La tarea de apadrinar la incorporación de un nuevo Académico es en sí misma una honrosa distinción y, al mismo tiempo, una seria responsabilidad. Pero en esta oportunidad no es sencillo para mí hablar de

los méritos y antecedentes de este nuevo Académico y de ninguna manera podría ser objetivo en mis apreciaciones.

Con Enrique hemos recorrido codo a codo una larga y difícil senda en el último cuarto de siglo. En 1989 el Profesor Titular de Patología General se jubiló inesperadamente por razones de salud y mi "situación cómoda" como Profesor Adjunto cambió radicalmente: debí hacerme cargo de la Cátedra. El Jefe de Trabajos Prácticos más experimentado era Portiansky y con él enfrentamos la emergencia. Era una crisis, pero también una oportunidad: iniciamos la tarea de reorganizar a la materia y a la Cátedra, con la premisa de que la principal función de una Cátedra Universitaria debe ser la generación de nuevos conocimientos, tarea difícil en una carrera eminentemente profesionalista y con muy poca tradición en investigación, al menos hasta hace pocas décadas. Aún hoy muchos colegas creen que docencia e investigación son ámbitos antagónicos, sin entender que un posgrado "en serio" solo se puede hacer si hay investigadores activos, planes de trabajo en marcha, subsidios, becarios y tesis; y que esa actividad también enriquece indirectamente a la docencia de grado.

En ese momento la Cátedra no tenía proyectos de investigación subsidiados y el equipamiento era escaso y en general obsoleto. Desde el comienzo tratamos de promover el desarrollo de nuevas líneas de investigación orientadas a temas de importancia veterinaria con una estrategia de "vasos comunicantes": los proyectos, becarios y tesis eran compartidos con otros laboratorios de adentro y de afuera de la Facultad. Los resultados han sido muy satisfactorios: se han terminado más de 30 tesis doctorales, hay varias en marcha y las publicaciones y presentaciones en congresos suman centenares. La capacitación de nuestros docentes también ha evolucionado muy favorablemente.

En lo personal esta situación me tranquiliza: puedo esperar tranquilo la jubilación, sabiendo que la Cátedra queda en buenas manos.

Hace apenas 5 semanas, Enrique Portiansky se incorporó como Secretario de Ciencia y Técnica de la FCV-UNLP formando parte de un nuevo equipo de gestión altamente calificado y que ha generado fundadas esperanzas de crecimiento armónico de todas las áreas de la Facultad.

Esta apretada síntesis intenta resaltar la gran capacidad de trabajo, sólida trayectoria y potencial del Dr. Portiansky. Llega a la

Academia en su quinta década de vida, después de haber cumplido una brillante trayectoria, pero con mucho camino aún por recorrer. Y se incorpora en un momento en que la Academia actual está experimentando una excitante y trascendental transformación, abriendo su producción científica pasada y presente al mundo a través de la Internet. Nuestra más que centenaria corporación, muy rica en tradiciones, al mismo tiempo, está llena de vida y buscando permanentemente proyectarse hacia el futuro. 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 con las herramientas disponibles en el momento que nos toca vivir.

Felicitemos al Dr. Portiansky 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 de la Facultad y de la Universidad; y a toda la comunidad universitaria de la UNLP.

En nombre de la Academia tengo el honor y el placer de dar la bienvenida al Dr. Enrique Leo Portiansky a nuestra centenaria corporación.

Muchas gracias.

Incorporación del Académico de Número Dr. Enrique Leo Portiansky

Palabras del Académico de Número

Dr. Enrique Leo Portiansky

Semblanza de su antecesor en el Sitial N° 4, Dr. Jorge Borsella

Sr. Presidente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria,

Señores Académicos,

Señoras y Señores

En el día de hoy tengo el orgullo de ser incorporado a la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria en el Sitial N°4, iniciado en el año

1933 por el Dr. en Química Federico Reichert. Hacia el año 1960, el sitial N°4 fue ocupado por el Dr. Edilberto Fernández Ithurrat, Médico Veterinario egresado de la Universidad Nacional de La Plata. Treinta años más tarde, este mismo sitial sería ocupado por el Dr. Jorge Borsella.

Resulta difícil enumerar los éxitos de un profesional al que no tuvimos la suerte de conocer en persona. Buscando puntos en común con el Dr. Borsella, resalta que ambos egresamos de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de La Plata, aunque con una diferencia de 40 años. Hacia 1943, un año después de dejar las aulas de la facultad, inició su carrera profesional en la Dirección de Sanidad Animal de la Secretaría de Agricultura y Ganadería de la Nación, donde años más tarde llegaría a desempeñarse como Director de Sanidad Animal. Otro punto en común lo marca nuestra preocupación por el efecto de la vacunación antiaftosa. En el año 1968, consciente de la baja eficiencia de la vacuna, el Dr. Borsella consiguió la aprobación del Reglamento de Inspección de productos de origen animal, que luego se promulgaría como Ley Federal de Carnes, la que reglamenta el régimen de habilitación y funcionamiento de los establecimientos donde se faenan animales y se elaboran o depositan productos de origen animal.

En esta misma senda de la sanidad animal, el Dr. Borsella, junto al Académico Dr. Enrique García Mata, instalaron el Centro Panamericano de Zoonosis en un predio de Santa Catalina, terreno cedido por la Universidad Nacional de La Plata.

Años más tarde, el Dr. Borsella fue representante del Gobierno Argentino ante la Organización Internacional de Epizootias, desempeñándose, además, como Miembro del Consejo Directivo de dicha organización.

Entre otros logros que merecen ser destacados, el Dr. Borsella fue Gerente Presidente de la Asociación Argentina de la Industria de la Carne; Secretario y Vicepresidente de la Sociedad de Medicina Veterinaria; Presidente del Consejo Profesional de Médicos Veterinarios y docente de la Cátedra de Enfermedades Infecciosas de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires.

En noviembre de 1990, fue designado Miembro de Número de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, sitial que lamentablemente ocupó por escasos 8 años. Sirva esta reseña como

humilde homenaje a su destacada carrera profesional.

Incorporación del Académico de Número Dr. Enrique Leo Portiansky

Conferencia

Neurogénesis en médula espinal durante el envejecimiento

Dr. Enrique Leo Portiansky

Quisiera hacer una sucinta descripción acerca del trabajo que venimos realizando en nuestro laboratorio en los últimos 10 años. Todo comenzó, unos años antes, cuando me anunciaron oficialmente que no podía seguir trabajando en temas de fiebre aftosa ya que la manipulación del virus iba a quedar restringida a laboratorios que contaran con alta seguridad. Me vi forzado entonces, a buscar una alternativa a mi trabajo. En ese momento yo trabajaba en el laboratorio del Dr. Laguens en la cátedra de Patología de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), pero mi actividad docente la desarrollaba en la Cátedra de Patología General, en la Facultad de Ciencias Veterinarias (FCV) de la misma Universidad. Decidí entonces desarrollar todas mis actividades en la FCV y asociarme con el Dr. Gimeno en sus temas de investigación hasta tanto encontrara mi propio camino.

Para ese entonces, realizábamos trabajos tendientes a establecer el efecto del duraznillo blanco (*Solanum glaucophyllum*) en diferentes órganos y sistemas de la economía animal. Mientras tanto, la FCV había recibido ayuda financiera de JICA, la Agencia de cooperación del gobierno de Japón, para el reequipamiento de distintos laboratorios. De esa manera, nos vimos beneficiados con la llegada de un microscopio, una cámara de video y un programa de análisis de imágenes. Siendo que la informática estaba comenzando a aflorar a nivel popular, decidí que ese sería el medio con el cual iba a implementar el nuevo modelo, que todavía no había definido. Sabía que quería relacionar la biología con la informática, sabía que de alguna manera iba a dejar de lado la

inmunología, disciplina en la que me había especializado en el posgrado y había sido mi centro de investigación hasta ese momento y sabía también que las neurociencias comenzaban a tomar un nuevo rumbo en el mapa científico. Entre charlas con colegas y lecturas varias decidí que el camino estaba orientado al estudio de la médula espinal, un área poco explorada, con mucho potencial veterinario y médico.

Para comenzar, debíamos establecer la especie animal y reconocer la estructura normal del órgano en toda su extensión, analizar sus zonas anatómicas y funcionales y establecer sus parámetros morfométricos. Teníamos que elegir un modelo animal que nos permitiera repetitividad de los resultados así como facilidad de manejo y por ello seleccionamos a la rata.

Anatómicamente, la médula espinal se divide en tantos segmentos como vértebras del raquis. Cada uno de estos fue identificado en todas las médulas analizadas de las ratas macho de 12 meses de edad, generosamente provistas por el Dr. Goya. Allí pudimos observar que existen características diferenciales en el tamaño de los segmentos y la cantidad de sustancia gris y blanca que cada uno posee. Lo que más llamó nuestra atención es que no se distinguía un engrosamiento cervical, tal como se observa en la región lumbar y que se describe en la literatura para otras especies.

Dada dicha particularidad, decidimos hacer un análisis más pormenorizado de los ocho primeros segmentos, que corresponden a la región cervical. Siguiendo los esquemas realizados por Paxinos y Watson (1986), pudimos establecer los 10 sectores llamados *láminas*, que corresponden a agrupaciones de neuronas con determinadas características morfométricas y funcionales. Las cinco primeras láminas reciben impulsos aferentes sensitivos y constituyen el asta dorsal, las láminas 6 y 10 corresponden a la región media y las últimas láminas se agrupan dentro del asta ventral, siendo las responsables de generar impulsos eferentes motores.

Si bien toda la región cervical era de nuestro interés, para realizar un estudio morfométrico sistematizado de las neuronas, establecimos al segmento C5 como nuestro patrón. La selección se basó en que inerva a la mayoría de los músculos de la región (pectorales, torácicos, del cuello y del miembro anterior), forma parte del plexo braquial y brinda una

rama para la inervación del diafragma y, por lo tanto, debería tener una amplia gama de formas y tamaños celulares. Más aún, estos datos nos servirían para usar como base en futuros trabajos, donde se induciría un daño controlado de la región, en los que se pudiera analizar funcionalmente los aspectos sensitivo, motriz y respiratorio.

Al ver que la cantidad de neuronas de la región tenía un número finito y eran fácilmente identificables, decidimos profundizar los estudios de normalidad, pero desde el punto de vista histoquímico. Para estos estudios utilizamos ratas hembra, ya que nos permitía trabajar con animales de hasta 32 meses de edad. Considerando que la rata difícilmente supere los 33 meses de edad aún en cautiverio, nos serviría como modelo para evidenciar las diferencias que pudieran observarse durante el envejecimiento. Si bien el envejecimiento es un proceso natural, surge aquí el interrogante acerca de considerarlo como un hecho fisiológico o patológico, que naturalmente finaliza con la muerte del individuo. Aprovechando la posibilidad de comparar dos puntos etarios separados, decidimos realizar comparaciones macro y microscópicas de estas médulas.

En primera instancia se observa que el largo aparente de estos órganos es similar en ambas edades. Entre ambas médulas se puede apreciar una pequeña diferencia en el largo, a la altura del segmento C3. También se observa que la región cervical de la médula vieja es similar a lo que se había observado en los machos de 12 meses, pero difiere de las médulas jóvenes, en donde sí se detecta una dilatación que corresponde al plexo braquial (Fig. 1).



Fig 1. Arriba: médula espinal de rata joven (5 meses). Abajo, médula espinal de

rata vieja (32 meses)

Tomando como referencia una vez más al segmento C5, observamos que tanto el área total, como la proporción de sustancia gris, se incrementaban con la edad (Fig. 2). El análisis de las láminas internas reveló que éstas también se incrementan de manera significativa al comparar las poblaciones jóvenes con las viejas.

Evidentemente, dentro de la sustancia gris algo estaba aumentando de tamaño o de cantidad, que pudiera justificar este incremento macro y microscópico. ¿Será posible que el envejecimiento se acompañe de un proceso inflamatorio en el que las neuronas que van muriendo generan un aumento de las células de la glía? Y a nivel de la sustancia blanca ¿se producirá algún proceso degenerativo de los axones que induzca el aumento de volumen? Para responder a estos interrogantes recurrimos a la determinación de la presencia de filamentos intermedios, por medio de técnicas de inmunohistoquímica.

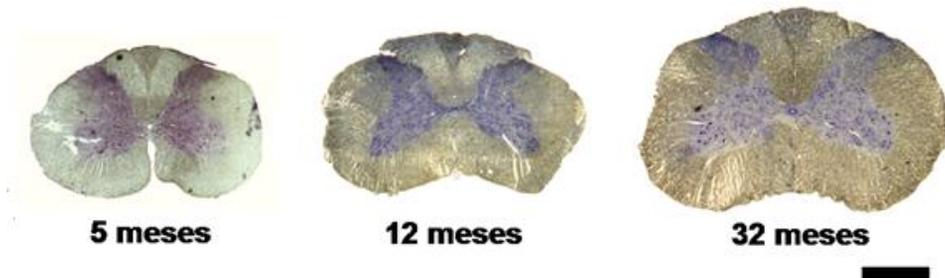


Fig 2. Modificación del tamaño del segmento C5 en corte transversal, con la edad. Tinción: violeta de cresilo. Barra = 1 mm.

Los filamentos intermedios son proteínas estructurales de las células, que se encuentran principalmente en el citoplasma. Están tan ampliamente distribuidos dentro de las diferentes células del organismo que son de fácil identificación. Existen diferentes filamentos intermedios que se encuentran en distintas células y, por lo tanto, sirven de base para su identificación general. La inmunohistoquímica para GFAP, un filamento intermedio presente en las células de la glía, no mostró mayores diferencias entre ambos grupos etarios (Fig. 3).

El recuento de células marcadas con S100, una proteína ligadora de calcio que permite identificar ciertas poblaciones de células gliales, no demostró la existencia de diferencias significativas entre ambos grupos en ninguno de los segmentos cervicales.

Cuando realizamos esta misma técnica para la identificación de Neurofilamentos, otro filamento intermedio, pero en este caso presente dentro de las neuronas, observamos un gran incremento de los mismos con el envejecimiento (Fig. 4). Esto significa que, al menos, existe un incremento del grosor de las prolongaciones nerviosas, tanto axones como dendritas, o un aumento del número de estas. Estas diferencias fueron significativas entre ambas edades y para todos los segmentos de la región cervical.

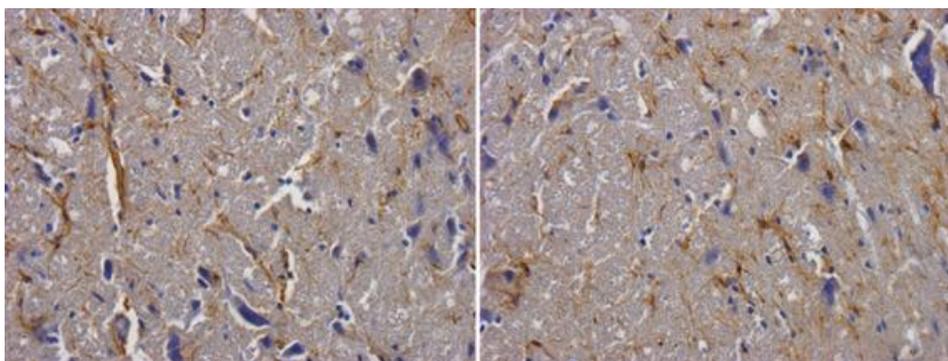


Fig. 3. Marcación inmunohistoquímica con un anticuerpo anti-GFAP en animales jóvenes (izquierda) y viejos (derecha).

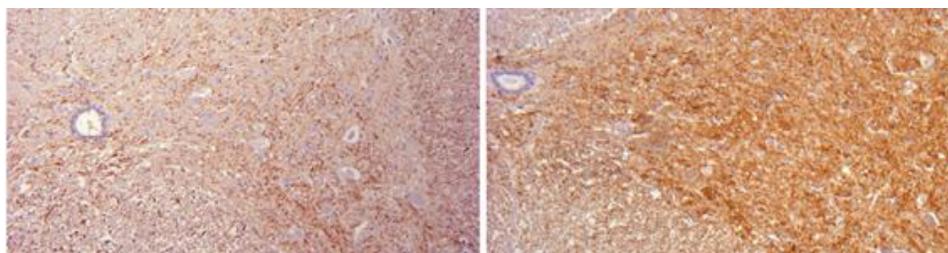


Fig. 4. Comparativa de la marcación inmunohistoquímica con un anticuerpo anti-neurofilamentos en animales jóvenes (izquierda) y viejos (derecha). Barra = 0,2 mm.

La vimentina es otro filamento intermedio, pero se localiza en células de

origen mesodérmico. En la médula espinal, tiñe principalmente las células del epéndimo presentes en el canal central, donde se encuentran células neuroblásticas y células troncales (stem cells). Nuestros estudios determinaron que durante el envejecimiento existe una disminución en la expresión de vimentina (Fig. 5).

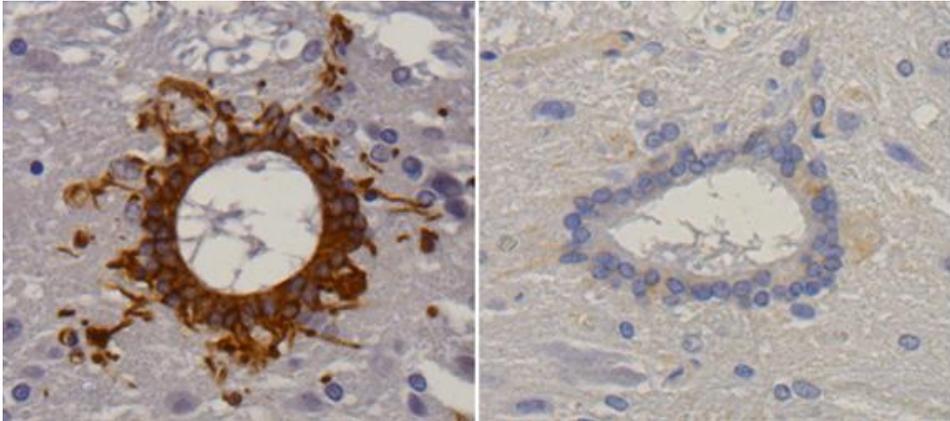


Fig. 5. Disminución de la expresión de vimentina en las ratas viejas (derecha) en comparación con las jóvenes (izquierda).

Si bien la intensidad de marcación disminuyó significativamente de forma pareja a lo largo de todo el segmento cervical, el decrecimiento del área marcada fue mayor en los últimos segmentos cervicales. Esto nos estaría indicando que no sólo disminuye la actividad de las células del epéndimo con el tiempo, sino que también disminuye el número de las mismas, siendo más pronunciado en los últimos segmentos cervicales.

Siguiendo con la caracterización de los cambios que se pudieran producir durante el envejecimiento, aplicamos la técnica de lectinohistoquímica para la identificación de residuos hidrocarbonados. Las lectinas son proteínas, principalmente de origen vegetal, que se utilizan para localizar, identificar y distinguir diferencias en la constitución de los carbohidratos celulares, con alta especificidad. Algunas lectinas se expresaron en los animales jóvenes y otras en los viejos; algunas de ellas se expresaron en ambos grupos etarios, pero en diferentes estructuras. A modo de ejemplo, la SBA, identificó los cuerpos neuronales y sus prolongaciones en el animal joven, pero no a las células endimarias, mientras que la misma lectina aplicada a los animales viejos sólo identificó a estas últimas

en su porción apical. Por su parte, la ConA marcó somas neuronales en ambas edades, pero las prolongaciones sólo fueron identificadas en los animales viejos. Como conclusión, más allá de cuál sea la expresión de la lectina en particular, este trabajo nos demuestra que durante el envejecimiento existen cambios que pueden ser de reorganización plástica, como en nuestro caso, o en respuesta a procesos degenerativos, como ocurre en el Alzheimer.

Uno de los marcadores considerados como altamente específicos para las neuronas es el NeuN que identifica a la proteína nuclear Fox-3. Es un conjunto de proteínas principalmente de ubicación nuclear pero que también se pueden expresar en el citoplasma. Esto es cierto para los animales jóvenes. Sin embargo, vimos que en los animales viejos no se expresaba en absoluto (Fig. 6). También pudimos ver que en los animales adultos (12 a 24 meses) se producía una reacción intermedia entre los jóvenes y viejos, es decir, algunas células se marcaban y otras no, o la intensidad observada estaba muy por debajo de lo observado en los jóvenes. Estos datos desestimarían el dogma impuesto para este marcador, al menos para la médula espinal en proceso de envejecimiento. Por otro lado, nos demuestran que esta proteína nuclear va mermando su expresión con el tiempo. Resta determinar su significación para la vida de las neuronas.

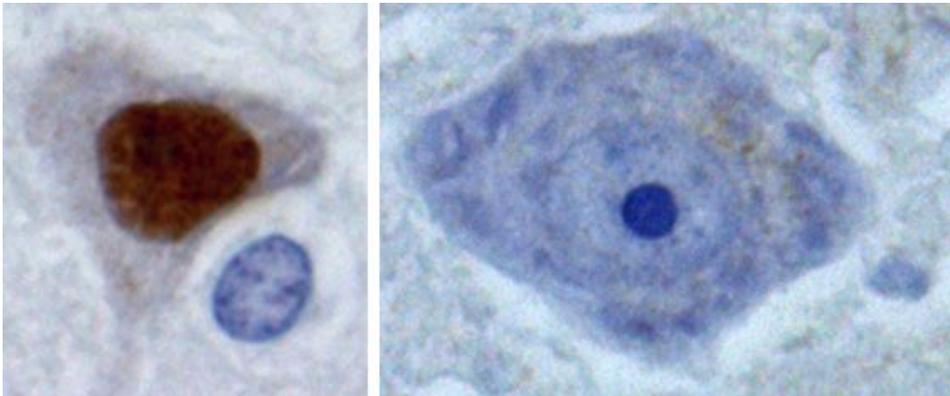


Fig. 6. Marcación inmunohistoquímica para la identificación de NeuN. La expresión en las neuronas jóvenes (izquierda) se pierde con la edad (derecha). El pigmento amarillo que se observa dentro del citoplasma de la neurona vieja corresponde a lipofuscina.

Vimos que hay mayor cantidad de prolongaciones neuronales, indirectamente identificadas a través de la expresión de los neurofilamentos. Faltaba establecer si éstas eran las únicas responsables del aumento de la sustancia gris medular durante el envejecimiento. Para ello, realizamos un estudio morfométrico de las neuronas de cada una de las láminas. En términos generales y por la metodología seleccionada para determinarlo, pudimos observar que existe un aumento de la superficie neuronal, que acompaña de manera proporcional al aumento de la sustancia gris.

Existen dos posibilidades a considerar que justifiquen el aumento del área neuronal: una de ellas es el aumento del tamaño de los somas neuronales. Una de las características observadas en las neuronas de los animales viejos fue la presencia del pigmento lipofucsina, que se produce como consecuencia de la acumulación de organoides no eliminados por la célula. Su ubicación citoplasmática puede ser perinuclear o en acúmulos. La acumulación del pigmento podría ser la responsable del aumento del área anteriormente mencionado. Para establecerlo, se tomaron diferentes parámetros morfométricos que darían idea de las variaciones producidas en las formas durante el envejecimiento. Realizadas las mediciones, pudimos establecer que ciertamente se producen modificaciones en los parámetros morfométricos analizados, pero éstos no se producen en todas las neuronas y las variaciones encontradas no justificaban el aumento del área neuronal previamente mencionado.

La única opción remanente, aunque difícil de pensar, sería el aumento del número de neuronas. Si bien históricamente se estableció que las neuronas que desaparecen de manera natural no son reemplazadas por otras neuronas, desde hace unos años se demostró que, en ciertas regiones de cerebro, más precisamente el hipocampo y el giro sigmoideo, existen procesos de neurogénesis espontánea. Este proceso no pudo ser demostrado en ninguna otra localización del sistema nervioso central, incluida la médula espinal.

Hasta ahora habíamos visto que existen diferencias significativas en las áreas de los segmentos cervicales de ambos grupos. También observamos que, en algunos casos, existe una diferencia significativa en la cantidad de materia gris. Sin embargo, la proporción entre materia gris y blanca se mantiene inalterada. Asimismo, vimos que, en los animales viejos, el área neuronal total se incrementa significativamente con

respecto a la de los jóvenes. Sin embargo, salvo para un par de segmentos, el valor promedio de las neuronas se mantiene inalterado. No teníamos otra alternativa que contar el número de neuronas y en este caso vimos que existe una diferencia significativa de las mismas con la edad, para todos los segmentos analizados.

La pregunta que surgía inmediatamente era acerca del origen de dicha diferencia en el número de neuronas. Para ello, diseñamos un protocolo que nos permitiría saber si se trataba de células de nueva formación o procedentes de otras regiones. Para nosotros resultaba un desafío poder demostrarlo. Mediante marcación inmunohistoquímica simple y doble pudimos observar diferentes tipos de células (neuronas y células de la glía) en diferentes láminas medulares. También se realizó la técnica de inmunofluorescencia para demostrar los marcadores de división dentro de los diferentes tipos celulares (Fig. 7).

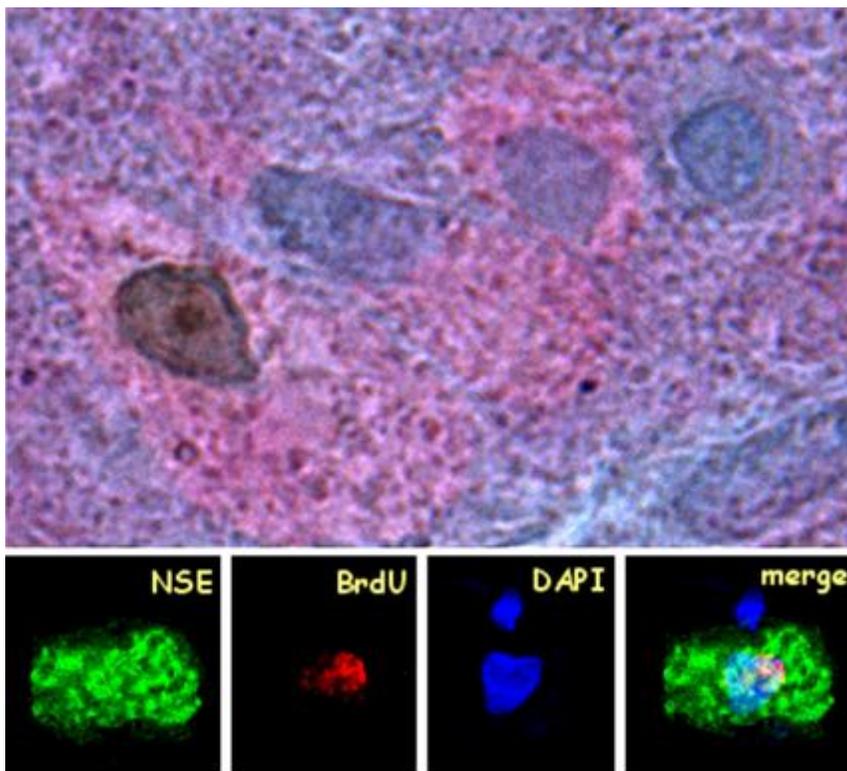


Fig. 7. Arriba: la doble marcación inmunohistoquímica (BrdU + enolasa) demostró que la neurona positiva corresponde a una célula de nueva formación y se encuentra al lado de otras neuronas maduras. Abajo: la neurona identificada con el marcador intracitoplasmático para enolasa (NSE) (verde)

muestra la marcación para BrdU (rojo) dentro del núcleo identificado con el fluoróforo DAPI (azul). Esta neurona de noviformación contacta con una célula glial, solo identificada por su tinción nuclear.

Observaciones minuciosas de los cortes medulares nos permitieron identificar células binucleadas, tanto en animales jóvenes como viejos (Fig. 8). Las células binucleadas podrían representar un paso previo a la escisión del citoplasma para formar dos células hijas, pero aparentemente este no sería el caso en la médula espinal. Estas neuronas se observan a lo largo de toda la médula espinal, aunque se encuentran con mayor frecuencia en C5 y C6. La frecuencia de aparición de este tipo de células es similar en ambos grupos etarios, con lo que no podría responder a una demanda de mayor cantidad de células en los animales envejecidos. Sea cual fuera la explicación, su presencia no justificaría el aumento del área de la masa neuronal.

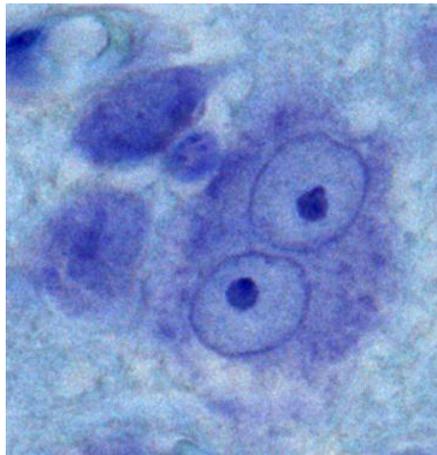


Fig. 8. Neurona binucleada presente en la médula espinal de ratas jóvenes. Junto a otras dos neuronas, comparte a una célula de la glía central. Tinción: violeta de cresilo.

Lo cierto es que, si bien observamos neuronas de nueva formación tanto en animales jóvenes como viejos, la cantidad encontrada difícilmente podría justificar el aumento significativo del número de estas células durante el envejecimiento. Recurrimos entonces a la determinación de PTEN, una proteína supresora tumoral, que limita la replicación y regula el tamaño celular. De acuerdo a nuestros resultados,

la cantidad de PTEN celular disminuye con la edad (Fig. 9). Esto podría justificar, por un lado, el aumento del tamaño de algunas neuronas y por otro, podría ser un gatillo para inducir la maduración de los neuroblastos presentes en el epéndimo medular, lo que explicaría el aumento del número de neuronas.

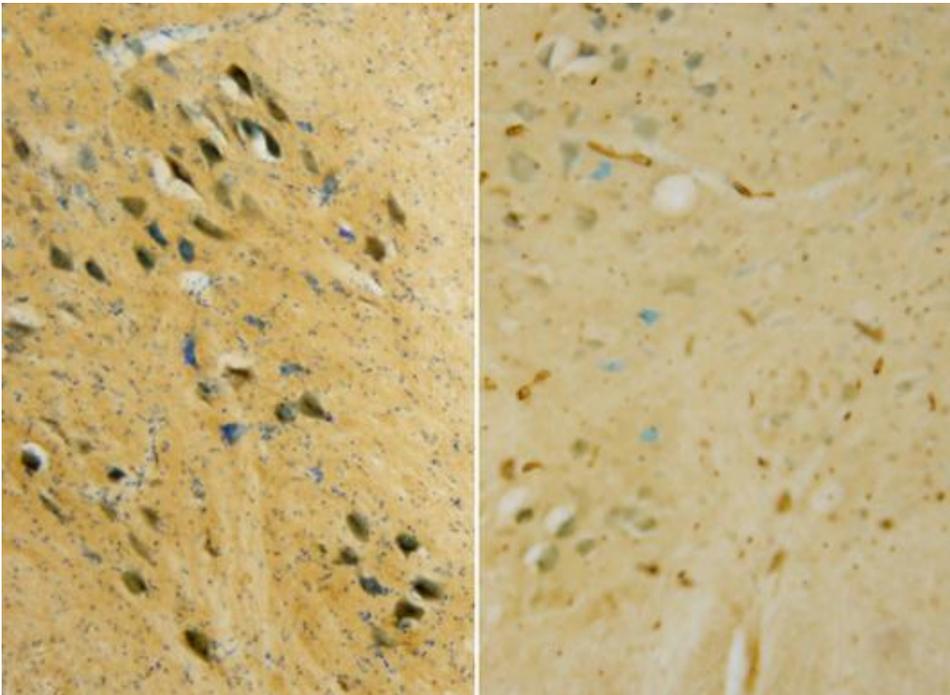


Fig. 9. Expresión de PTEN en C5 de animales jóvenes (izquierda) y viejos (derecha).

Surge entonces una nueva pregunta: ¿El organismo está preparado para albergar una médula espinal creciente dentro del raquis o el crecimiento medular induce el desarrollo vertebral? Nuestros estudios recientes revelan que el canal raquídeo no sufre cambios en la forma ni en el tamaño con la edad, con lo cual se puede afirmar que está preparado desde la joven edad para contener el crecimiento medular. Esto significa que existen mecanismos reguladores a través de genes o factores de crecimiento y regulación que modulan el número creciente de neuronas. Si se pudieran aislar estos componentes, estaríamos frente a un hecho fundamental para las terapias reparadoras del sistema nervioso.

A modo de resumen podemos concluir esta disertación diciendo que durante el envejecimiento aumenta el área de los segmentos cervicales, aumenta la expresión de Neurofilamentos, se incrementa el número de neuronas, se pierde el marcador NeuN, se incrementa el tamaño de las neuronas de algunas láminas, se observan neuronas binucleadas, disminuye la expresión de vimentina, disminuye la expresión de Pten y cambia la expresión de algunas lectinas. Todos estos cambios tendrían una regulación genética o a través de factores de crecimiento.

Todos estos resultados fueron compilados y publicados en revistas de alcance internacional específicas del tema, las que se listan entre las referencias.

Referencias

- Fontana PA; Barbeito CG; Goya RG; Gimeno EJ; Portiansky EL. Impact of very old age on the expression of cervical spinal cord cell markers in rats. *Journal of Chemical Neuroanatomy*. 37:98-104. 2009.
- Lozza FA; Chinchilla LA; Barbeito CG; Goya RG; Gimeno EJ; Portiansky EL. Changes in carbohydrate expression in the cervical spinal cord of rats during aging. *Neuropathology*. 29:258-262. 2009.
- Nishida F; Barbeito J; Barbeito CG; Portiansky EL. Is the vertebral canal prepared to host the aged spinal cord? A morphometric assessment. *Zoomorphology*. 133:219-225. 2014.
- Paxinos G; Watson C. *The rat brain in stereotaxic coordinates*. 2nd edition. Academic Press. Sydney. 1986.
- Portiansky EL, Nishida F, Barbeito CG, Gimeno EJ, Goya RG. Increased number of neurons in the cervical spinal cord of aged female rats. *PLoS ONE* 6(7):e22537. doi:10.1371/journal.pone.0022537. 2011.
- Portiansky EL; Barbeito CG; Goya RG; Gimeno EJ; Zuccolilli GO. Morphometry of cervical segments grey matter in the male rat spinal cord. *Journal of Neuroscience Methods*. 139:217-229. 2004.
- Portiansky EL; Barbeito CG; Flamini MA; Gimeno EJ; Goya RG. Presence of binucleate neurons in the spinal cord of young and senile rats. *Acta Neuropathologica*. 112:647-649. 2006.
- Portiansky EL; Barbeito CG; Gimeno EJ; Zuccolilli GO; Goya RG. Loss of NeuN immunoreactivity in rat spinal cord neurons during aging. *Experimental*

Neurology. 202:519-521. 2006.

- Rodrigues De Amorim MA; García-Segura LM; Goya RG; Portiansky EL. Decrease in PTEN and increase in Akt expression and neuron size in aged rat spinal cord. *Experimental Gerontology*. 45:457-463. 2010.

Incorporación del Académico Correspondiente Dr. Víctor Hugo Trucco

Presentación del Dr. Víctor Hugo Trucco

Ing. Agr. Roberto R. Casas

Sesión Pública Extraordinaria, Septiembre de 2014

El Dr. Víctor Hugo Trucco nació en Las Petacas, Provincia de Santa Fe. Es casado, tiene seis hijos y vive en la ciudad de San Jorge, en la provincia de la cual es oriundo. En 1969 egresó de la Universidad Nacional de Rosario con el título de Bioquímico, obteniendo en 1971 el título de Doctor en Bioquímica en la misma Universidad.

En la década de 1970, participó en actividades académicas y científicas como Profesor Titular en la Cátedra de Fisiología Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario, siendo miembro de la carrera de Investigador del Consejo de Investigaciones de la misma universidad.

En su proficua trayectoria, se destaca principalmente su aporte a la institucionalidad en el sector agropecuario. En 1989 fue uno de los fundadores de la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID), institución que ha sido el pilar fundamental para la difusión y la adopción de esta tecnología, de la que fue Presidente desde su fundación hasta el año 2004, continuando en la actualidad como Presidente Honorario.

En el período 1993-1995 tuvo un breve paso por la función pública, desempeñándose como Subsecretario de Recursos Naturales de la Provincia de Santa Fe. Su accionar en favor de la producción sustentable trascendió las fronteras de nuestro país, alcanzando a un importante número de países americanos por su trabajo en pos de la fundación de la

Confederación que nuclea a las Asociaciones Americanas para una Agricultura Sustentable (CAAPAS), de la que fue su Presidente por tres períodos entre 1992 y 1998.

En el año 2001 fue fundador de Bioceres, sociedad inversora creada por agricultores, focalizada en la creación, gerenciamiento y financiamiento de empresas y proyectos vinculados al desarrollo de tecnologías, productos y conocimientos en agrobiotecnología y ciencias vinculadas, siendo en la actualidad su Vicepresidente. También ha sido fundador del Instituto de Agro biotecnología Rosario (Indear), empresa de investigación y desarrollo de Bioceres, nacida de la alianza con el CONICET, que cuenta con las más avanzadas plataformas de investigación de América Latina. Esta empresa representa un ejemplo virtuoso de vinculación entre los sectores público y privado.

La tarea del Dr. Trucco como comunicador y divulgador en favor de la producción sustentable es destacable, participando como disertante en numerosa cantidad de congresos, seminarios, jornadas científicas y conferencias en el país y en España, Italia, Brasil, Costa Rica, Chile, Bolivia, Colombia y Uruguay.

Ha sido merecedor de trece premios y distinciones en el país y en el exterior, destacándose entre ellos el Premio "Domingo Faustino Sarmiento, al Emprendedor" otorgado en 2004 por el Honorable Congreso de la Nación Argentina, el Premio "Reconocimiento a la trayectoria en el sector agropecuario en beneficio de la Nación" otorgado en 2004 por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos de la Nación y el Premio "Konex 2008: Diploma al Mérito" en la disciplina Empresarios Emprendedores, entre otros.

Finalmente, y habiendo consignado en apretada síntesis los aspectos más salientes de su trayectoria profesional, desearía referirme brevemente en esta presentación del Dr. Trucco, a aquel joven profesional que hasta los treinta años deseaba ser un científico, quizás un investigador en suelos. A ese joven que en 1973 conoció al Ing. Agr. Rogelio Fogante, por ese entonces Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario y con quien en 1976 fueron juntos a San Jorge, donde aún no se sembraba la soja. Fue en esa oportunidad, tal como lo refiere el Dr. Trucco, cuando Rogelio Fogante le manifestó "donde viene el sorgo, viene la soja". Tal vez pueda considerarse éste, el punto de

partida de una aventura, probablemente de consecuencias insospechadas en ese momento, pero sin duda destinada a cambiar los paradigmas de la agricultura de nuestro país. Otro hito fundamental del derrotero que estaban trazando, lo constituyó la reunión sobre siembra directa realizada en Venado Tuerto junto a una veintena de pioneros, en la cual se creó la Asociación que constituyó la semilla misma de lo que es hoy AAPRESID. Esta Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa, fue presidida por el Dr. Trucco por los siguientes 15 años.

A partir de la creación de AAPRESID en 1989, comenzaron a desarrollarse anualmente los congresos, verdaderas convocatorias empresarias, que se fueron constituyendo en escenarios privilegiados de la evolución extraordinaria que se estaba produciendo en las tecnologías agrícolas y, en definitiva, en fuente de nuevos dirigentes.

Comienza así a plasmarse con el liderazgo del Dr. Trucco junto a un pequeño equipo de colaboradores, la siembra directa como innovación, lo cual significó llevarla a escala de sistema productivo en el campo, en el territorio, constituyéndose en uno de los mayores logros de la Asociación. Efectivamente, la siembra directa significó en la década de los 80 un cambio de paradigma, al comprobar que se podía sembrar y producir sin arar el suelo, con enormes beneficios productivos y ambientales. Pero también demostró que la incorporación continua y creciente de nuevos conocimientos por parte del productor, constituía la llave imprescindible que imponía este nuevo paradigma.

De la mano de Víctor Trucco, la labor de AAPRESID se proyectó mucho más allá del campo agropecuario. Se transformó en una cultura, en una forma de gestión y en ejemplo de creatividad y de pensamiento original frente a un problema de gran magnitud como el de la conservación del recurso suelo, constituyendo además un ejemplo virtuoso sobre la trascendencia de la labor solidaria y mancomunada.

Dr. Víctor Hugo Trucco: en razón del liderazgo y permanente interés por el desarrollo de la agricultura argentina, por cimentar la responsabilidad social, por promover la responsabilidad hacia el cuidado de la naturaleza, por impulsar el concepto de nueva ruralidad como el de una sociedad integrada al más alto nivel, y por sus aportes en esta materia, la Academia Nacional de Agronomía le da la bienvenida como Académico, en un justo reconocimiento a su labor de décadas en favor de estos fines

altruistas.

Muchas gracias.

Premio Biogénesis Bagó, versión 2013

Palabras del Presidente del Jurado de la ANAV

Dr. Eduardo L. Palma

15 de julio de 2014

Señor Presidente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria
Señores Académicos y miembros del Jurado
Señores Representantes del Laboratorio Biogénesis Bagó
Autoridades y representantes de organismos nacionales y universidades,
Sres. Recipientarios del Premio "Biogénesis Bagó",
Estimados colegas y amigos,
Señoras y señores.

La Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria tiene el agrado en este acto de materializar la adjudicación del Premio Biogénesis Bagó en su versión 2013, dedicado a reconocer y estimular ejemplos de esfuerzos profesionales, premiando al mejor trabajo de adopción de tecnología realizado en el país, para lograr una mayor eficiencia productiva en ganadería intensiva, extensiva y en tambos, que aborde aspectos sanitarios, reproductivos o de manejo con impactos en la producción bovina.

El Jurado, que tuve el privilegio de presidir, estaba integrado por los Académicos Dres. Bernardo Carrillo, Jorge Errecalde y Ramón Nosedá (quienes fuimos designados por la Academia) y por el Dr. Esteban Turic, designado por el Laboratorio Biogénesis Bagó.

De acuerdo a lo establecido por la Academia, corresponde dar a conocer públicamente los fundamentos de la decisión adoptada, que fueron expresadas en su dictamen y expuestas en la reunión del Plenario Académico del 12 de junio del 2014.

El Jurado, luego de estudiar, evaluar y comparar las diversas presentaciones y teniendo en consideración las características del Premio Biogénesis Bagó en su versión 2013, estableció un orden de mérito y destacó la calidad de los trabajos presentados. Por este motivo le

propuso al Plenario Académico y al Laboratorio Biogénesis Bagó, que además del Premio estipulado en la convocatoria, se otorgaran dos Premios Mención a los trabajos que figuraban en orden de mérito segundo y tercero, lo cual fue aceptado.

En la mencionada reunión plenaria, se aprobó por unanimidad el orden de mérito propuesto por el Jurado, y se decidió la adjudicación del Premio Biogénesis Bagó 2013, al trabajo titulado: "Nueva vacuna marcadora contra Herpes Virus Bovino 1. Protección inducida en bovinos por la cepa marcadora BoHV1ΔgEβgal.", cuyos autores, que figuraban con el pseudónimo "NORMA", son la Dras. Sonia Alejandra. Romera, Mariana. Puntel, Patricia Zamorano, Valeria Quatrocchi, María Paula Del Médico, el Dr. Javier Blanco Viera y la Dra. Ana María Sadir.

El Jurado fundamentó su decisión en que el trabajo, excelentemente presentado, aporta una mejora sustancial para combatir la enfermedad mediante la vacunación. Además, destacó el enfoque multidisciplinario aplicado en la obtención de una vacuna marcadora contra Herpes Virus Bovino Tipo 1, mediante el uso de conocimientos y la aplicación de técnicas de biología molecular, ingeniería genética, virología, patología e inmunología; que comprenden desde ensayos de laboratorio para la obtención y caracterización de la cepa recombinante, hasta la evaluación de la inocuidad y eficiencia protectora por descarga en animales vacunados.

La cepa de virus recombinante desarrollada, consistió en la delección de uno de los genes relacionados con la transmisión intercelular del virus (la glicoproteína E) y la inserción de la proteína B galactosidasa. Esto le confiere las características de cepa vacunal "marcadora" ya que, mediante el uso de reactivos de diagnóstico adecuados, permite la diferenciación de los animales infectados o de los vacunados con la cepa BoHV1, de los que no fueron vacunados.

La cepa, además de conferir inmunidad semejante a la vacuna inactivada actualmente en uso, presenta la ventaja de ser más atenuada que las vacunas vivas que se usan en el exterior y conserva las características de multiplicación semejantes a la cepa salvaje, lo que asegura su producción industrial.

Consideramos que estos hallazgos representan un importante avance

para las campañas de control y erradicación de Herpes Virus Bovino Tipo 1 en el país.

Corresponde ahora presentar un breve resumen de la hoja de vida de quienes obtuvieron el Premio Biogénesis Bagó.

La Dra. Sonia Alejandra Romera, quién presentó el trabajo, obtuvo los títulos de Licenciada en Ciencias Biológicas en la Universidad Nacional del Sur, Master en Bienestar Animal en la Universidad Autónoma de Barcelona y Doctora de la Universidad de Buenos Aires en la FCEyN de la UBA.

Su carrera profesional se inició en 1993 como becaria de la CIC, en el Instituto de Virología del CICV del INTA, donde actualmente continúa como investigadora en las áreas de inmunología, virología y bienestar animal. En relación a este último tema de importancia estratégica, es la actual Secretaria de la Federación de Sociedades Sudamericanas Ciencia y Tecnología Animales Laboratorio. Es, además, Investigadora Adjunta del CONICET y de la Universidad del Salvador (USAL).

En cuanto a su carrera docente, es Profesora Adjunta de Inmunología en la USAL y de Inmunogenética en la Universidad de Morón. Su producción científica es destacable, es autora de numerosos artículos de investigación publicados en prestigiosas revistas de su especialidad. Recibió varios premios nacionales. Participa como investigadora responsable de proyectos del INTA, CONICET, Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica y de Cooperación Internacional.

Tiene una apreciable labor como jurado de tesis de grado y postgrado y como evaluadora de proyectos de investigación en diferentes organismos del Sistema Científico Tecnológico. En cuanto a la formación de jóvenes investigadores ha dirigido becarios, investigadores y tesis de Maestría y Doctorado. Entre estos últimos cabe mencionar la dirección de la tesis de doctorado de María Paula Del Médico, coautora de este trabajo.

Tal como se mencionó, los coautores del trabajo fueron la Dra. Mariana Puntel quién realizó tanto la tesis de licenciatura como la tesis de doctorado en el Instituto de Virología del CICVyA, INTA-Castelar. Desde el año 2002 hasta el 2011 estuvo en el exterior continuando sus investigaciones y desarrollando tecnologías de punta para el tratamiento de cáncer en humanos. Actualmente se desempeña como Investigadora

Adjunta de CONICET en la Fundación Instituto Leloir-IBBA. La Dra. Puntel recibió varios premios nacionales e internacionales y realizó más de 40 publicaciones en revistas científicas de primer nivel.

La Dra. Patricia Zamorano es Bioquímica y doctora de la Universidad Nacional de Tucumán. Se desempeña como investigadora en el Instituto de Virología del INTA Castelar, es investigadora del CONICET y Profesora Adjunta e investigadora en la USAL. Trabaja en mejoramiento y desarrollo de vacunas virales veterinarias. Es autora de numerosos artículos publicados en prestigiosas revistas científicas. Recibió varios premios nacionales e internacionales.

La Dra. Valeria Quattrocchi se recibió en el año 2001 de Lic. en Cs. Biológicas en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA); y en el año 2008 obtuvo su doctorado en la misma Facultad. Durante el periodo 2003-2008 fue becaria del CONICET y desde el año 2009 trabaja como investigadora del INTA desarrollando actividades de investigación en las áreas de inmunología y virología animal. Publicó numerosos trabajos en revistas científicas internacionales y participa como investigadora responsable y colaboradora de varios proyectos financiados por la Agencia de Promoción Científica y Tecnológica.

La Dra. María Paula Del Médico Zajac obtuvo los títulos de Licenciada en Cs. Biológicas en el año 2001 y el de Doctora de la Universidad de Buenos Aires en el año 2007, ambos en la FCEyN de la UBA. Desde el año 1999 desarrolla actividades de investigación en el Instituto de Virología del INTA en las áreas de virología animal, desarrollo de vacunas de nueva generación y evaluación de la respuesta inmune en animales de laboratorio. Publicó trabajos en revistas científicas internacionales y es investigadora responsable de proyectos financiados por la Agencia de Promoción Científica y Tecnológica.

El Dr. Javier Blanco Viera se desempeña como investigador en el Instituto de Patobiología del CICVyA del INTA Castelar, es director del Laboratorio de Referencia OIE para BSE y Scrapie y es Profesor Titular de la Cátedra de Patología Animal de la Universidad del Salvador. También fue coordinador del área de Patología del Instituto. Recibió varias distinciones y premios y es autor numerosos artículos publicados en revistas científicas nacionales e internacionales.

La Dra. Ana Maria Sadir tiene una amplia y reconocida trayectoria. Recordamos brevemente que es Dra. en Bioquímica, fue directora del Instituto de Virología y del Centro de Investigaciones en Ciencias Veterinarias y Agronómicas del INTA Castelar y miembro de la Carrera de Investigador del CONICET. Tiene más de 90 publicaciones en prestigiosas revistas científicas internacionales con referato. Recibió numerosos premios, entre ellos el Premio Houssay en 1987 por sus trabajos en Fiebre Aftosa y es actualmente Directora del Instituto de Investigación de la USAL.

Por otra parte, se otorga un Premio Mención, al trabajo denominado: "Endometritis subclínica en vacas de tambo: diagnóstico, prevalencia e impacto sobre la eficiencia productiva", presentado bajo el pseudónimo "Pampita" por la Med. Vet. y Dra. Laura Vanina Madoz, quien realizó su doctorado en el tema del trabajo galardonado, en la Cátedra de Reproducción Animal de la FCV de la UNLP, bajo la dirección del Dr. De La Sota. La Dra. Madoz es becaria posdoctoral del CONICET y Ayudante diplomada de la mencionada cátedra. Se inició en investigación como becaria de la CIC, CONICET, del Servicio Alemán de intercambio académico y del JICA.

Como coautores del trabajo, participaron:

La Med. Vet. María Jaureguiberry, ayudante diplomado de la misma cátedra y actualmente becaria doctoral de la UNLP.

La Med. Vet. Ana Lorena Migliorisi, ayudante diplomado Cátedra de Reproducción Animal y Cátedra de Patología General, FCV-UNLP.

El Med. Vet. Ariel Germán Domínguez, quien ejerce la práctica privada en reproducción bovina.

El Med. Vet. Daniel Albarracín, que es Profesor Adjunto en la Cátedra de Patología General de la FCV-UNLP y a su vez ejerce la práctica privada en reproducción bovina.

El Med. Vet, Dr. Mauricio Javier Giuliodori, que es Profesor Adjunto en la Cátedra de Fisiología Animal de la FCV-UNLP.

El Med. Vet., MSc, PhD Rodolfo Luzbel de la Sota, de amplia y reconocida trayectoria. Entre otros cargos es Profesor Titular de la Cátedra de Reproducción Animal de la FCV-UNLP.

La decisión del Jurado se fundamentó en que el presente trabajo introduce una mejora en el instrumental de muestreo para el diagnóstico de endometritis subclínica, mediante el rediseño de su raspador, que permite obtener muestras de manera más rápida y económica.

La endometritis subclínica es una enfermedad que usualmente pasa desapercibida, generando disminución notable de la eficiencia reproductiva en la siguiente gestación, la cual se evidencia con intervalos parto concepción más largos. Todo esto conlleva al aumento de los costos del tambo por honorarios, inseminaciones, tratamientos y días sin producción de leche.

Con la introducción de esta mejora en el instrumental de muestreo, se hace posible ampliar y masificar el diagnóstico de esta enfermedad y su tratamiento a tiempo.

Para la mención de este trabajo se ha considerado que su presentación siguió las premisas establecidas por la ANAV, ha caracterizado muy bien el problema y cuantificado el impacto económico que la adopción de esta innovación tendría para la ganadería. Destacamos, además, que esta mejora introducida ha sido objeto de presentación de una solicitud de patente ante el Instituto Nacional de la propiedad Intelectual INPI.

El segundo Premio Mención, se adjudicó al trabajo titulado "Consecuencias reproductivas de la hipocuprosis bovina: un avance hacia su diagnóstico y prevención en rodeos de Argentina." presentado bajo el pseudónimo "CCB" por el Dr. Luis Fazzio quién realizó sus estudios de grado y de postgrado en la FCV de la UNLP, recibiendo de Med. Vet en 1999 y de Doctor en el año 2006. Ha publicado diversos artículos científicos relacionados con la influencia de macro y microelementos en producción y sanidad animal, muchos de ellos relacionados con la hipocuprosis. Desde el año 2009 es Profesor del Departamento de Clínica de la mencionada Facultad.

Como coautores del trabajo, participaron:

La Med. Vet. Diana E. Rosa, especializada en Bacteriología clínica e industrial, cuyo lugar de trabajo es el Laboratorio de Micología Médica e Industrial de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UNLP y es responsable de análisis y diagnóstico del Laboratorio de Nutrición Mineral y Fisiología Reproductiva de la Facultad.

El Dr. Sebastián Picco, es Med. Veterinario y Dr. en Cs. Veterinarias, cuyo trabajo de tesis fue establecer el impacto genotóxico de la deficiencia de Cu en bovinos. Se especializó en deficiencias microminerales y es desde el año 2005 es Investigador Adjunto del CONICET. Su lugar de trabajo es el "Instituto de Genética Veterinaria, Prof. Fernando N. Dulout (IGEVET)", Instituto que funciona en la Facultad de Cs. Veterinarias como Unidad Ejecutora de doble dependencia del CONICET y de la UNLP.

El Dr Guillermo Mattioli es Med. Vet. y Dr. en Cs. Veterinarias, títulos obtenidos en la FCV de la UNLP y cuyo tema de tesis doctoral en 1998, también estuvo relacionado con la hipocuprosis.

La Dra. Cecilia Furnus también de reconocida trayectoria, obtuvo su doctorado en Ciencias Naturales de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la UNLP. Es Investigadora Independiente de CONICET y actualmente es Responsable del Área de "Biotecnología de la Reproducción" del IGEVET, (UNLP-CONICET) de la Facultad de Ciencias Veterinarias de La Plata.

En cuanto a los fundamentos para otorgar un Premio Mención, el Jurado consideró que dicho trabajo se destaca por ser realmente innovador y por obtener resultados fehacientes con relación al efecto de la hipocuprosis en la reproducción bovina. El mismo muestra como modelo experimental el efecto de la deficiencia sobre las fallas reproductivas y su asociación con valores bajos de cupremia, demostrando que la deficiencia afecta el desarrollo del ovocito y luego del embrión.

Estos resultados recomiendan mantener el diagnóstico de rutina mediante análisis de cupremia y evitar que las hembras en etapa reproductiva tengan valores bajos de cobre, resultando estratégico en zonas afectadas, suplementar a las hembras en el último tercio de la gestación y previo al servicio.

Felicitemos a los investigadores premiados por su encomiable tarea y los invitamos a presentar un resumen de sus trabajos para ser publicado en los Anales de la Academia.

Reiteramos nuestro agradecimiento al Laboratorio Biogénesis Bagó por patrocinar este premio y a las instituciones que facilitaron el desarrollo de las investigaciones: el Centro de Investigaciones en Ciencias Veterinarias y Agronómicas del INTA Castelar y la Facultad de Ciencias Veterinarias de

la UNLP.

Finalmente, la Dra. Romera, en representación del grupo de trabajo, hará una breve presentación del trabajo galardonado, la cual nos permitirá apreciar los méritos del mismo.

Muchas gracias por acompañarnos en esta jornada.

Premio Biogénesis Bagó, versión 2013

Trabajo ganador del Premio Biogénesis Bagó 2013

Nueva vacuna marcadora contra herpesvirus bovino 1. Protección inducida en bovinos por la cepa marcadora BoHV1ΔgEβgal

New marker vaccine against bovine herpesvirus 1. Protection induced in cattle by the marker strain BoHV1ΔgEβgal

S. A. Romera^{1,4,5,*†}; M. Puntel^{2,†}; V. Quattrocchi¹; P. Del Medico Zajac¹; P. Zamorano^{1,4,5}; J Blanco Viera³ y A. Sadir^{1,4,5}.

†Ambos autores contribuyeron de igual manera en este trabajo

1 Instituto de Virología, Centro de Investigaciones en Ciencias Veterinarias (CICV), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Castelar, CC77, 1708 Morón, Argentina

2 Fundación Instituto Leloir-IIBBA, CONICET, Av. Patricias Argentinas 435, 1405 CABA, Argentina

3 Instituto de Patobiología-CICVyA, INTA, Castelar CC77, 1708 Morón, Argentina

4 Universidad del Salvador, Buenos Aires, Argentina

5 CONICET, Buenos Aires, Argentina

* Corresponding author. Instituto de Virología, Centro de Investigaciones en Ciencias Veterinarias (CICV), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Castelar, CC77, 1708 Morón, Argentina

Se presenta un resumen del trabajo publicado en BMC Veterinary Research:

Romera, S. A., Puntel, M., Quattrocchi, V., Zajac, P. D. M., Zamorano, P., BlancoViera, J., Sadir, A. M. (2014). Protection induced by a glycoprotein E-

deleted bovine herpesvirus type 1 marker strain used either as an inactivated or live attenuated vaccine in cattle. BMC Veterinary Research, 10:8, 1-12.

RESUMEN

El Herpesvirus bovino tipo 1 (BoHV1) es el agente causal de infecciones de la mucosa respiratoria y genital de los bovinos causando grandes pérdidas económicas en todos los continentes. El uso de vacunas marcadoras en los programas de erradicación de rinotraqueitis infecciosa bovina (IBR) es ampliamente utilizada ya que permite la protección de los animales contra la enfermedad y adicionalmente la posibilidad de diferenciar animales vacunados de infectados.

El objetivo del presente estudio fue el desarrollo y la evaluación de la seguridad y eficacia de una cepa vacunal marcadora (BoHV1 Δ gE β gal) generada en base a la cepa parental BoHV1 LA sustituyendo por recombinación homóloga el gen que codifica para la glicoproteína E (gE) del virus con el gen de la β -galactosidasa (β gal).

La cinética de crecimiento in vitro del virus BoHV1 Δ gE β gal fue similar a la del virus parental BoHV1 LA. Cuando se evaluó la respuesta inmune inducida BoHV-1 Δ gE β gal resultó altamente inmunogénico en ambas formulaciones, induciendo respuesta inmune tanto humoral como celular. Los títulos de anticuerpos inducidos en los animales vacunados con la vacuna inactivada (IBoHV1 Δ gE β gal) fueron similares a los inducidos por la vacuna control con el virus parental (IBoHV1 LA). Los niveles de IFN- γ fueron significativamente mayores en los animales vacunados con vacuna viva atenuada que los vacunados con vacuna inactivada. La cepa recombinante BoHV1 Δ gE β gal exhibió una atenuación evidente cuando se administra como vacuna viva atenuada, no se detectó virus en las secreciones nasales de animales vacunados o centinelas durante el período posterior a la vacunación. La cepa marcadora BoHV1 Δ gE β gal, cuando se utilizó, ya sea como vacuna inactivada o como vacuna viva atenuada, indujo una respuesta inmune específica eficiente que protege a los animales en el desafío contra la cepa salvaje BoHV1 LA infecciosa. Asimismo, la delección del gen gE resultó un marcador inmunológico para diferenciar animales vacunados de infectados. Todos los animales vacunados con la cepa BoHV1 Δ gE resultaron protegidos contra la enfermedad después del desafío y excretaron significativamente menos

virus que los bovinos control, independientemente de la ruta y la formulación con la que se inocularon.

Basados en la atenuación, inmunogenicidad y eficacia protectora frente al desafío viral, el virus BoHV1 Δ gE β gal es un candidato a vacuna muy eficaz cuando se lo usa tanto inactivo como vivo atenuado, seguro en cuanto a transmisión horizontal y en hembras preñadas.

Palabras clave: BoHV-1 Δ gE β gal, vacuna marcador contra BoHV1, vacuna inactivada, vacuna viva atenuada, bovinos.

ABSTRACT

Bovine herpesvirus type 1 (BoHV1) is the causative agent of respiratory and genital tract infections; causing a high economic loss in all continents. Use of marker vaccines in infectious bovine rhinotracheitis (IBR) eradication programs is widely accepted since it allows for protection of the animals against the disease while adding the possibility of differentiating vaccinated from infected animals.

The aim of the present study was the development and evaluation of safety and efficacy of a glycoprotein E-deleted (gE-) BoHV1 marker vaccine strain (BoHV1 Δ gE β gal) generated by homologous recombination, replacing the viral gE gene with the β -galactosidase (β gal) gene.

In vitro growth kinetics of the BoHV1 Δ gE β gal virus was similar to BoHV1 LA. The immune response triggered by the new recombinant strain in cattle was characterized both as live attenuated vaccine (LAV) and as an inactivated vaccine. BoHV-1 Δ gE β gal was highly immunogenic in both formulations, inducing specific humoral and cellular immune responses. Antibody titers found in animals vaccinated with the inactivated vaccine based on BoHV1 Δ gE β gal was similar to the titers found for the control vaccine (BoHV1 LA). In the same way, titers of inactivated vaccine groups were significantly higher than any of the LAV immunized groups, independently of the inoculation route. Levels of IFN- γ were significantly higher in those animals that received the LAV in comparison with those that received the inactivated vaccine. BoHV-1 Δ gE β gal exhibited an evident attenuation when administered as a LAV; no virus was detected in nasal secretions of vaccinated or sentinel animals during the post-vaccination period. BoHV1 Δ gE β gal, when used in either formulation, elicited an efficient immune response that protected animals against

challenge with virulent wild-type BoHV1. Also, the deletion of the gE gene served as an immunological marker to differentiate vaccinated animals from infected animals. All animals vaccinated with the BoHV1 Δ gE β gal strain were protected against disease after challenge and shed significantly less virus than control calves, regardless of the route and formulation they were inoculated.

Based on its attenuation, immunogenicity and protective effect after challenge, el virus BoHV1 Δ gE β gal virus is an efficient and safe vaccine candidate when used either as inactivated or as live attenuated forms.

Keywords: BoHV-1 Δ gE β gal, BoHV-1 marker vaccine, Inactivated/live attenuated vaccine, Bovines.

INTRODUCCION

El Herpesvirus bovino 1 (BoHV1) afecta al ganado y es un componente importante de la enfermedad del complejo respiratorio bovino. BoHV1 es responsable de una amplia variedad de enfermedades clínicas, incluyendo la infección del tracto respiratorio superior y conjuntivitis conocido como rinotraqueitis infecciosa bovina (IBR); también produce lesiones del tracto reproductivo, el aborto en vacas preñadas y la infección sistémica en el recién nacido (Jones, 2007, Ellis 2010). Es responsable de considerables pérdidas económicas debido a la disminución de la producción de leche, la pérdida de peso y los abortos. En Argentina, los índices de seroprevalencia promedian el 55% del ganado bovino (entre 24,8 y 84,1 % según la región y la edad de los animales) (Odeón 2001, Campos 2009). Para el control de la enfermedad se utilizan ampliamente como vacunas virus vivos atenuados o viriones inactivados. El uso de vacunas clásicas con virus inactivos complica el diagnóstico serológico y la determinación de la prevalencia real de la infección. Dado que, el ganado seronegativo para herpesvirus bovino 1 juega un papel importante en el comercio internacional, varios países europeos han erradicado este virus con costos muy altos. En los países con una alta prevalencia de la infección, incluyendo los Estados Unidos, el control de IBR se asocia con la vacunación del ganado con vacunas marcadoras. Debido a que en Europa existen zonas de BoHV1, la capacidad de diferenciar entre animales infectados y vacunados (DIVA)

se ha convertido en algo crítico como una herramienta de negociación. Las vacunas marcadoras con virus deleteados ofrecen la ventaja de la delección de los genes virulentos específicos que no son esenciales para la replicación viral (van Oirschot 1996). Las vacunas utilizadas en programas de control de BoHV1 utilizan cepas de BoHV1 con delección de la glicoproteína E (Muylkens 2006).

En esta investigación se presentan datos sobre el desarrollo nacional de una nueva cepa en base a la cepa BoHV- 1 salvaje "Los Angeles" deleteada en gE (BoHV1ΔgEβgal) y su uso, ya sea como una vacuna a virus inactivado o como una vacuna marcadora viva atenuada en bovinos. Los resultados demostraron que el virus BoHV1ΔgEβgal es un candidato a vacuna muy eficaz cuando se lo usa tanto inactivo como vivo atenuado, seguro en cuanto a transmisión horizontal y en hembras preñadas.

Objetivo: Desarrollar una nueva vacuna marcadora contra herpes virus bovino 1 en base a la cepa BoHV1ΔgEβgal capaz de inducir niveles similares de protección que la vacuna convencional, pero con la ventaja adicional de permitir la diferenciación serológica entre animales infectados y vacunados.

METODOLOGIA

Una vez obtenida la cepa recombinante BoHV1ΔgEβgal se evaluó la capacidad inmunogénica y protectora inmunizando bovinos con la cepa recombinante formulada en vacuna inactivada o viva atenuada.

A. Vacuna inactivada

Se utilizaron 16 bovinos Hereford x Angus y Holando de 8 a 12 meses de edad separados en dos grupos de vacunados inmunizados con 3 ml por vía subcutánea: vacuna BoHV1ΔgEβgal inactivada (IBoHV1ΔgEβgal, n=5); vacuna BoHV1 inactivada (IBoHV1; n=5) y un grupo control sin vacunación (n=6). Al momento de la vacunación todos los bovinos fueron seronegativos a BoHV1 (evaluados por seroneutralización y ELISA), se los revacunó a los 21 días post vacunación (dpv) y se desafiaron con el virus infeccioso BoHV1 LA (107.5 DICT50/ml) a los 186 dpv. Todos los experimentos se realizaron siguiendo las recomendaciones de las Guías

Internacionales de Cuidado y Uso Animal. El desafío se realizó en boxes de NBS 2 con aire filtrado y presión negativa. Los bovinos fueron sangrados a distintos tiempos, con heparina para ensayos de linfoproliferación y sin heparina para serología. A su vez se tomaron muestras de secreciones nasales a distintos días pos desafío (dpd) y tituladas en MDBK.

B. Vacuna viva atenuada

Se utilizaron 25 bovinos (12 a 18 meses) seronegativos a BoHV1. Se trabajó con 3 grupos de vacunados inmunizados con 4 ml (108.25 DICT50%/ml) de la vacuna viva atenuada: por vía intranasal (LBoHV1ΔgEβgal in); por vía intramuscular (LBoHV1ΔgEβgal im) y por vía intravenosa (LBoHV1ΔgEβgal iv). En el grupo LBoHV1ΔgEβgal iv, se utilizaron hembras preñadas para evaluar la seguridad de la vacuna viva en cuanto a la transmisión vertical. Un grupo fue usado como centinela y no recibió vacuna ni desafío y otro como grupo control de desafío (sin vacunación). Para evaluar la seguridad en cuanto a transmisión horizontal, a los 3 días de que los animales fueron vacunados se pusieron en contacto con los centinelas. Los signos clínicos y excreción viral fueron controlados durante 42 dpv. Los grupos vacunados con LBoHV1ΔgEβgal in, im y los controles fueron desafiados por aerosol con 4 ml de BoHV1 salvaje (107.5 DICT50/ml) a los 42 dpv. Se tomaron muestras de sangre e hisopados nasales a distintos dpv y dpd. El grupo LBoHV1ΔgEβgal iv, de hembras preñadas, no fue desafiado. Los niveles de excreción viral se evaluaron como log₁₀ DICT50/ml de fluido nasal. Los bovinos fueron examinados clínicamente y los parámetros evaluados incluyeron anorexia, temperatura corporal, conjuntivitis, rinitis y vulvovaginitis. La escala para el estatus de rinitis fue (0=ausencia; 1=serosa leve; 2=serosa severa; 3=seromucosa y 4=mucopurulenta).

Evaluación de seguridad de la vacuna viva atenuada en cuanto a transmisión vertical

Como se mencionó anteriormente en el grupo LBoHV1ΔgEβgal iv, se seleccionaron 5 vacas preñadas (cursando entre el tercer y sexto mes de gestación) e inoculadas por vía iv con la vacuna viva atenuada. Las vacas fueron evaluadas tanto clínicamente como inmunológicamente durante un período de 42 días junto a los demás grupos experimentales. Durante la experiencia de desafío este grupo no fue expuesto al virus parental

BoHV1 salvaje, pero siguieron siendo evaluadas hasta los 370 días post-vacunación incluyendo sus correspondientes pariciones.

RESULTADOS

Se desarrolló un nuevo virus recombinante BoHV1 Δ gE β gal

Con el objeto de desarrollar el virus recombinante se realizó un ensayo de recombinación homóloga entre el DNA del virus BoHV1 salvaje y un plásmido de recombinación que contiene las secuencias homólogas flanqueantes al gen gE y el gen marcador de la β galactosida. Se procedió a la generación de los fragmentos homólogos por amplificación por PCR y a clonados sucesivos en diferentes construcciones de manera tal que se arribó al vector PuLR β gal. Una vez confirmada la estructura del clon PuLR- β gal se utilizó en los ensayos de co-transfección. La selección primaria de clones recombinantes se realizó macroscópicamente mediante un ensayo de revelado de la expresión de la enzima β -galactosidasa, en monocapas de células inoculadas con el producto de la co-transfección. Luego se obtuvieron focos aislados que permitieron seleccionar clones virales individuales. Para la purificación del virus recombinante putativo, se sometió el clon a cinco pasajes sucesivos bajo medio semisólido, en condiciones de revelado de la enzima β -gal. Se corroboró la delección de gE en el virus BoHV1 Δ gE β gal por PCR utilizando primers específicos a gE, DNA del clon de BoHV1 Δ gE β gal seleccionado y BoHV1 como control. También se realizó la caracterización genética del recombinante BoHV1 Δ gE β gal por Southern Blot digiriendo el genoma viral con la enzima HindIII y enfrentando los fragmentos a sondas marcadas con ³²S de las regiones gE, L, y R en tres ensayos independientes respectivamente, confirmando que solo las sondas L y R hibridizaron tanto con el genoma del virus BoHV1 como con BoHV1 Δ gE β gal y como era de esperarse la sonda E solo hibridizó con el genoma BoHV1 parental, esto permitió confirmar en el "clon a" de BoHV1 Δ gE β gal la ausencia de secuencias codificantes para la gE y que las secuencias flanqueantes L y R permanecieron intactas. Con el objeto de analizar la ausencia de la proteína gE en el "clon a" de BoHV1 Δ gE β gal, se procedió a su detección en un ensayo de Western blot a través del uso de anticuerpos monoclonales anti gD y gE incubados tanto con el perfil de proteínas de BoHV1 Δ gE β gal como de BoHV1 LA. El anticuerpo anto

gD reaccionó con ambos virus, sin embargo, el anticuerpo monoclonal específico para gE no reaccionó con ninguna de las proteínas de la cepa viral recombinante BoHV1ΔgEβgal (clon a), mientras que sí lo hizo con la proteína en la cepa BoHV1 LA parental. Esto indica que la cepa viral recombinante no sintetiza la gE, confirmando lo observado a nivel genético.

Caracterización de la habilidad replicativa del clon BoHV1ΔgEβgal

A fines de conocer la viabilidad y la eficiencia replicativa de la cepa BoHV1ΔgEβgal, se realizó un ensayo de cinética de crecimiento en múltiples pasos en monocapas de células MDBK, en donde se comparó durante 60 horas el comportamiento replicativo en cultivos celulares del clon purificado BoHV1ΔgEβgal y de la cepa BoHV1 parental. Los resultados obtenidos al cosechar y titular cada 6 horas los productos virales de ambos virus reflejaron un crecimiento en cultivo de tejidos de la cepa BoHV1ΔgEβgal similar al descrito para la cepa BoHV1 parental. Se detectaron títulos superiores a 10⁷ DICT50 /ml desde las 18 hs post-infección y se mantuvieron hasta el final del ensayo. Por ello, la cepa BoHV1ΔgEβgal resultó una buena candidata para su amplificación en escala y su utilización en la formulación de una vacuna inactivada y también su utilización directa como vacuna viva

Caracterización inmunogénica de la cepa viral BoHV1ΔgEβgal.

La cepa BoHV1ΔgEβgal utilizada tanto como vacuna inactivada o como viva atenuada resultó inmunogénica y protectora

Con el objeto de evaluar la integridad de la cepa BoHV1ΔgEβgal desde el punto de vista inmunogénico, se inmunizaron dos grupos de bovinos con vacuna inactivada usando las cepas recombinante BoHV1ΔgEβgal (IBoHV1ΔgEβgal) y parental BoHV1 LA (IBoHV1LA) y 3 grupos con vacuna viva atenuada por vía im, iv e in (LBoHV1ΔgEβgal im; LBoHV1ΔgEβgal iv, LBoHV1ΔgEβgal in). La inducción de respuesta humoral se evaluó por ELISA y seroneutralización según lo descrito previamente (Parreño 2010; Romera 2000). En todos los animales vacunados se detectaron niveles de anticuerpos a partir de los 19 días post-vacunación llegando a títulos de 4 (expresados en log 10) a los 30 dpv en ambos grupos de vacunados con vacuna inactivada y alrededor de 2 en los vacunados con vacuna viva atenuada (im e iv). Los

anticuerpos neutralizantes comenzaron a detectarse a los 30 dpv con títulos alrededor de 2 (expresados en log 10) para los vacunados con vacuna inactivada y si bien en los vacunados con vacuna viva atenuada se detectaron antes, éstos alcanzaron niveles de alrededor de 1,5. Al momento del desafío los vacunados con vacunas inactivadas presentaron títulos en promedio de anticuerpos totales de 2,7 y de 2 para los vacunados con vacuna viva atenuada. En cuanto a los anticuerpos neutralizantes todos los animales vacunados, independientemente de la vacuna y vía, presentaron al desafío títulos de alrededor de 1. No se registraron anticuerpos neutralizantes en el grupo in, ni en no vacunados y centinelas en el período post-vacunación. Los niveles de anticuerpos totales y neutralizantes inducidos por la vacuna marcadora inactivada BoHV1ΔgEβgal no difieren significativamente de los inducidos por la vacuna IBoHV1 LA convencional.

Los niveles de inmunidad celular específica a los 7 dpv evaluados en términos de activación de linfocitos T por el ensayo de linfoproliferación según Parreño (2010) y por secreción de interferón (IFN-γ) fueron significativamente mayores en los animales vacunados con vacuna viva (100%, 60% y 25% de animales positivos en los grupos in, im e iv respectivamente) que en los vacunados con vacuna inactivada (40% y 20% para los vacunados con cepa recombinante o parental respectivamente) y que en los no vacunados, en los que no se detectó respuesta celular específica en todo el período de estudio.

La vacuna BoHV1ΔgEβgal es protectora frente al desafío viral con la cepa salvaje BoHV1 LA

La excreción viral en el grupo de no vacunados fue de 12 días y tuvo un máximo de excreción viral a los 8 dpd con un título de 6.1 DICT50%/ml y descarga serosa severa a mucosa durante dos semanas aproximadamente. Los títulos virales excretados por los animales vacunados fueron por un período máximo de 10 días y significativamente menores en todo el período que los controles sin vacunar desafiados (2 logaritmos menos) y en el día pico la diferencia fue de 4 logaritmos menos respecto de los controles. Todos los animales vacunados con la cepa marcadora BoHV1ΔgEβgal presentaron síntomas clínicos y rinitis significativamente menor que los controles de desafío. Los vacunados con vacuna inactivada presentaron rinitis serosa leve a severa mientras que los vacunados con la vacuna atenuada tuvieron ausencia de rinitis o

serosa leve.

La vacuna BoHV1 Δ gE β gal es eficaz como vacuna marcador

Para la evaluación de anticuerpos específicos contra gE se utilizó el ELISA Herdchek (IDEXX, Bélgica).

Solo los animales vacunados con BoHV1 tuvieron anticuerpos contra gE durante todo el periodo de estudio, a diferencia de los vacunados con BoHV1 Δ gE β gal, en los que se detectaron solo a partir de los 14 días post-desafío en que se los enfrentó con el virus salvaje.

La cepa BoHV1 Δ gE β gal es atenuada

El virus vivo modificado BoHV1 Δ gE β gal mostró una alta atenuación ya que luego de la vacunación los 15 animales que recibieron la vacuna viva exhibieron solo signos clínicos leves de infección (ausencia de rinitis o rinitis serosa) como único signo de enfermedad. Adicionalmente no se detectó virus infeccioso en las secreciones nasales de los animales vacunados con BoHV1 Δ gE β gal independientemente de la ruta de inoculación.

La vacuna BoHV1 Δ gE β gal atenuada es segura en cuanto a capacidad abortigénica y transmisibilidad de la infección por la cepa vacunal

Para determinar la seguridad de la vacuna atenuada en cuanto a su abortigenicidad, se inocularon por vía intravenosa 5 hembras que cursaban el último tercio de la gestación. Todas las hembras tuvieron pariciones normales, con terneros sanos. Éstos tuvieron título de anticuerpos contra BoHV1 de 1.6 al noveno día de vida indicando la absorción de inmunoglobulinas específicas desde el calostro materno. Aunque la vía IV podría considerarse la más agresiva, BoHV1 Δ gE β gal demostró ser inocuo no causando efectos adversos ni malformaciones o momificaciones. Las vacas preñadas que se mantuvieron vacunadas pero sin desafiar para evaluar la seguridad de la vacuna en la preñez tuvieron títulos de anticuerpos contra BoHV1 de 1.6 hasta los 370 dpv, demostrando que la vacuna atenuada administrada por vía IV induce una larga inmunidad.

En cuanto a la transmisibilidad horizontal de la cepa, no se detectó virus infeccioso en las secreciones nasales de animales que actuaron como controles no vacunados y centinelas desde el tercer día post inoculación,

a lo largo del período post-vacunal

CONCLUSIONES

-Se desarrolló en Argentina una nueva cepa de BoHV1 deleteada en la glicoproteína E portando la enzima β galactosidasa como gen marcador (BoHV1 Δ gE β gal).

-La cepa BoHV1 Δ gE β gal podría ser amplificada a nivel industrial ya que presentó una cinética de crecimiento similar a la que presenta la cepa BoHV1 LA salvaje en cultivo de tejidos.

-La inmunogenicidad de la cepa BoHV1 Δ gE β gal se mantuvo intacta, comparada con la cepa parental, cuando se la utilizó como un inmunógeno inactivado induciendo niveles de respuesta inmune y protección comparables a los inducidos por la vacuna BoHV1 LA convencional actualmente en uso.

-El virus BoHV1 Δ gE β gal podría ser utilizado además como vacuna atenuada ya que indujo una buena respuesta inmune específica tanto humoral como celular que resultó protectora frente al desafío viral, independientemente de la vía de inoculación.

-La cepa BoHV1 Δ gE β gal viva atenuada es segura ya que se comprobó que en las condiciones experimentales no hubo transmisión por contacto a animales vírgenes ni fue abortigénica.

La vacuna BoHV1 Δ gE β gal es eficaz como una vacuna marcadora ya que, en base a la respuesta de anticuerpos inducidos en los bovinos vacunados con BoHV 1 Δ gE β gal, se pudo diferenciar fácilmente tanto los animales vacunados con BoHV1 de los bovinos sin vacunar y de los desafiados con BoHV 1.

Este nuevo desarrollo permite contar con una valiosa herramienta para iniciar futuros programas de control y erradicación en nuestro país.

Bibliografía

- Campos F.C., Franco A.C., Humber S.O., Oliveira M.T., Silva A.D., Esteves

- P.A., Roehe M.P. and Rijsewijk F.A., 2009. High prevalence of co-infections with bovine herpesvirus 1 y 5 found in cattle in Southern Brazil. *Veterinary Microbiology*, 139-1, 67-73.
- Ellis J.A., 2009. Update on viral pathogenesis in BRD. *Animal health research reviews, Conference of Research Workers in Animal Diseases*, 10-2, 149-153.
 - Jones C., Chowdhury S., 2007. A review of the biology of bovine herpesvirus type 1 (BHV-1), its role as a cofactor in the bovine respiratory disease complex and development of improved vaccines. *Animal Health Research Reviews, Conference of Research Workers in Animal Diseases*, 8-2, 187-205.
 - Muylkens B., Meurens F., Schynts F., Farnir F., Pourchet A., Bardiau M., Gogev S., Thiry J., Cuisenaire A., Vanderplasschen A., 2006. Intraspecific bovine herpesvirus 1 recombinants carrying glycoprotein E deletion as a vaccine marker are virulent in cattle. *The Journal of General Virology*, 87-8, 2149-2154.
 - Odeón A.C., Spath E.J.A., Paloma E.J., Leunda M.R., Fernandez Sainz I.J., Perez S.E., Kaiser G.G., Draghi M.G., Cetrá B.M., Cano A., 2001. Seroprevalencia de la diarrea viral bovina, herpesvirus bovino y virus sincicial respiratorio en Argentina. *Revista de Medicina Veterinaria*, 82, 216–220.
 - van Oirschot J.T., Kaashoek M.J., Rijsewijk F.A., 1996. Advances in the development and evaluation of bovine herpesvirus 1 vaccines. *Veterinary Microbiology*, 53-1, 43-54.
 - Parreño V., Romera S.A., Makek L., Rodriguez D., Malacari D., Maidana S., Compaired D., Combessies G., Vena M.M., Garaicoechea L., 2010. Validation of an indirect ELISA to detect antibodies against BoHV-1 in bovine and guinea-pig serum samples using ISO/IEC 17025 standards. *Journal of Virological Methods*, 169-1, 143-153.
 - Romera S.A., Hilgers L.A., Puntel M., Zamorano P.I., Alcon V.L., Dus Santos M.J., Blanco Viera J., Borca M.V., Sadir A.M., 2000. Adjuvant effects of sulfolipo-cyclodextrin in a squalane-in-water and water-in-mineral oil emulsions for BHV-1 vaccines in cattle. *Vaccine*, 19-1, 132-141.

Premio Biogénesis Bagó, versión 2013

Primera Mención del Premio Biogénesis Bagó 2013

Endometritis subclínica en vacas de tambo

Subclinical endometritis in dairy cows

Madoz LV^{1,2,6}, Jaureguiberry M¹, Domínguez AG³, Migliorisi AL^{1,4},

Albarracín D^{3,5}, Giuliadori MJ⁶, De la Sota RL^{1,2}

1 Cátedra de Reproducción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata (FCV-UNLP), 2 CONICET, 3 Práctica privada, 4 Cátedra de Patología General, FCV-UNLP, 5 Cátedra de Patología Especial, FCV-UNLP, 6 Cátedra de Fisiología animal, FCV-UNLP,

Palabras clave: Citología endometrial, eficiencia reproductiva, neutrófilos, ciclo estral.

RESUMEN

Los objetivos de este estudio fueron: 1) adaptar y mejorar el dispositivo originalmente utilizado para el diagnóstico de endometritis subclínica (ES), 2) Evaluar el efecto del ciclo estral sobre el porcentaje de neutrófilos (PMN), 3) determinar la prevalencia de ES (21-62 dpp) y 4) Evaluar el impacto de la ES sobre la eficiencia reproductiva en vacas de tambo bajo condiciones pastoriles.

El trabajo se realizó en tambos comerciales de la provincia de Buenos Aires. En el primer experimento se seleccionaron 17 vacas Holstein sincronizadas. Se obtuvieron muestras de citología endometrial y de sangre los días 0, 4, 11 y 18 del ciclo estral. Se evaluaron los % PMN y la concentración sérica de P4. Los datos fueron analizados con PROC MIXED, PROC GENMOD y PROC FREQ de SAS 9.1. El % PMN no varió con la etapa del ciclo estral, además dicho % fue siempre inferior a cualquier punto de corte para el diagnóstico de ES. En el segundo experimento, se utilizaron 418 vacas Holstein (21-62 dpp) sin endometritis clínica. Las muestras de citología endometrial fueron obtenidas por la técnica de cepillado endometrial. Los datos fueron analizados con curvas ROC y con PROC GLIMMIX, PROC PHREG, y PROC LIFETEST de SAS 9.1. Los valores de corte determinados para el diagnóstico de ES fueron 8% PMN entre 21-33 dpp, 6% PMN entre 34-47 dpp, 4% PMN entre 48-62 dpp y del 5% PMN para todo el intervalo 21-62 dpp; la prevalencia de ES encontrada fue de 17% (21-62 dpp). Las vacas con ES tuvieron menor tasa de concepción al primer servicio (16,2%) y tuvieron 29 días más de días abiertos comparados con vacas sin ES.

ABSTRACT

The objectives of this study were: 1) Adapt and improve a tool for subclinical endometritis (SE) diagnosis, 2) Assess the effect of estrous cycle stage on the endometrial polymorphonuclear cells (PMN) percentage to determine cutoff values for SE diagnosis under pastoral conditions, 3) Measure the prevalence of SE (21 to 62 days in milk (DIM)), and 4) Evaluate SE effect on reproductive performance in grazing dairy cows. The study took place on commercial dairy farms located in Buenos Aires province. For the first experiment 17 Holstein cows were selected and synchronized. Endometrial cytology and blood samples were obtained on d 0, 4, 11, and 18 of the estrous cycle. Percentage of PMN and P4 concentration were evaluated. Data were analyzed with PROC MIXED, PROC GENMOD, and PROC FREQ from SAS 9.1. The percentage of PMN did not vary with the stage of the estrous cycle. In addition, PMN counts were below any of the reported thresholds for most of the cows. On the second experiment 418 lactating Holstein dairy cows between 21 to 62 DIM without clinical endometritis were studied. Samples of endometrial cytology were collected with the cytobrush technique. Data were analyzed with ROC curves, and with PROC GLIMMIX, PROC PHREG, and PROC LIFETEST from SAS 9.1. Cutoff values for the diagnosis of SE in grazing dairy cows are 8% PMN for 21 to 33 DIM, 6% PMN for 34 to 47 DIM, 4% PMN for 48 to 62 DIM, and overall 5% PMN for 21 to 62 DIM; the prevalence of SE 21 to 62 DIM was 17%. Finally, cows with SE showed lower conception rate to first service (16,2%) and had 29 days more of calving to conception interval.

INTRODUCCIÓN

La endometritis es la inflamación de la capa más interna del útero, se la clasifica en: clínica (EC) cuando se acompaña de descargas uterinas mucopurulentas o purulentas y subclínica (ES) cuando se presenta en vacas clínicamente sanas. Las vacas con ES tienen disminuida notablemente su eficiencia reproductiva en la siguiente gestación, aumentando los días abiertos (Kasimanickam et al., 2004; Madoz et al., 2013). Esto conlleva al aumento de los costos del tambo (honorarios,

inseminaciones, tratamientos, días sin producción de leche) que impactan en la economía. El diagnóstico de ES se basa en el conteo de neutrófilos (PMN) en muestras de citología endometrial, siendo positivo cuando el porcentaje encontrado de dichas células es mayor al punto de corte utilizado para el diagnóstico (Sheldon et al., 2006). La mejor forma de obtener las muestras se basa en un suave cepillado del endometrio (Kasimanickam et al., 2005). El dispositivo originalmente utilizado para obtener estas muestras presenta un inconveniente para su aplicación a campo debido a que requiere la esterilización de sus partes metálicas entre cada uso (Kasimanickam et al., 2004).

Por otro lado, para poder validar la técnica nos encontramos además con el interrogante de si los cambios fisiológicos cíclicos que ocurren en el endometrio (Ohtani et al., 1993) podían llegar a afectar el diagnóstico de ES. Los estudios existentes que determinaban la prevalencia de ES provenían de sistemas de producción estabulado y los puntos de corte variaban ampliamente (Barlund et al., 2008; Gilbert et al., 2005; Kasimanickam et al., 2004). Debido a esto, surgió la necesidad de conocer los puntos de corte que se adecuaban a nuestra realidad y validar la técnica diagnóstica a lo largo del ciclo, evitando así extrapolar resultados de trabajos llevados a cabo bajo sistemas intensivos.

OBJETIVOS

Nuestro primer objetivo fue el desarrollo y adaptación de un dispositivo que permita obtener muestras endometriales en vacas de una manera más rápida y económica para un diagnóstico certero de ES a campo. Posteriormente, el segundo objetivo fue validar la técnica, determinar el grado de variación del diagnóstico a lo largo del ciclo estral, determinar valores de corte aplicables para el diagnóstico de ES en tambos argentinos de explotación pastoril y basándonos en esto, determinar el real impacto de la enfermedad sobre la eficiencia reproductiva de los vientres. Todo esto con el fin de detectar las vacas problema y desarrollar un tratamiento y/o manejo efectivo para mejorar la eficiencia reproductiva de los tambos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos experimentos, ambos con hembras bovinas en postparto de raza Holstein pertenecientes a tambos comerciales de la provincia de Buenos Aires. Los animales no debían haber presentado distocia, aborto, retención de membranas fetales ni tratamientos intrauterinos en o posterior a su último parto. A continuación, se describe la metodología común a los dos experimentos.

Evaluación general

Previo a la toma de muestras, se realizó la medición de la condición corporal (escala de 0 a 5, criterio de inclusión ≥ 2.5), palpación transrectal y diagnóstico de endometritis clínica (EC) por la técnica de flujeo.

Diagnóstico de ES

Se utilizó un nuevo modelo de pistola de acero inoxidable, cuya superioridad técnica respecto de los dispositivos existentes, reside en que no requiere la esterilización de las piezas entre muestreos. Utiliza cepillos ginecológicos cérvico-uterinos Papanicolaou) (Medibrush XL, Argentina) y vainas sanitarias de IA (IMV, Francia), ambos descartables. Cambiando el cepillo y la vaina, se puede muestrear varias vacas sin contaminación cruzada, minimizando el tiempo y los costos requeridos. La técnica consiste en: una vez enhebrado el cérvix mediante una maniobra similar a la de IA, dirigir la pistola a un cuerno, exponer el cepillo a la superficie endometrial, girar dos vueltas; luego retraerlo dentro de la vaina sanitaria. Inmediatamente desmontar el cepillo de la pistola, rotarlo sobre un portaobjetos y fijar para la preservación de la morfología celular. Una vez en el laboratorio, se colorearon las muestras con tinción comercial diferencial rápida (Tinción 15, Biopur, Argentina). La evaluación de las muestras se realizó con microscopio óptico a 400X, se contaron y diferenciaron 200 células por preparado para así obtener el porcentaje (%) de PMN sobre células totales.

Experimento 1. Estudio de los cambios de la citología endometrial a lo largo del ciclo estral bovino

Se utilizaron vacas en postparto y en buen estado de salud general (n=53) que se encontraban entre 27 y 56 días postparto (dpp) al momento del comienzo de la toma de muestras (día [d] 0). Se seleccionaron vacas cíclicas, sin EC (con flujo normal translúcido y sin rastros de pus) que fueron sincronizadas según el protocolo Ovsynch (Pursley et al., 1997). El día 0 fue tomado como el último día de la sincronización, 12 h luego de la segunda dosis de GnRH. Se tomaron muestras de citología endometrial y de sangre de todos los animales sincronizados (n=17) los días 0 (estro), 4 (metaestro), 11 (diestro) y 18 (proestro) del ciclo estral. La sangre se utilizó para la medición de las concentraciones séricas de Progesterona (P4) mediante un kit comercial de RIA en fase sólida (Coat-A-Count, USA). Se determinó el porcentaje de PMN y de células blancas mononucleares sobre las células totales. El conteo se realizó a ciegas por dos evaluadores y por triplicado. Además, se evaluó la citometría (área, perímetro y diámetro de Feret) de 10 células endometriales por preparado (ImageJ, USA). Se evaluaron los porcentajes de PMN y de células mononucleares (GENMOD, SAS), el tamaño de las células endometriales y las concentraciones de P4 sérica durante los diferentes días de muestreo por PROC MIXED (SAS, 2003). La concordancia entre los diagnósticos de ES obtenido por los diferentes operarios se evaluó mediante el índice Kappa.

Experimento 2. Determinación de los puntos de corte para el diagnóstico de endometritis subclínica por la técnica de cepillado endometrial con el dispositivo desarrollado y estudio de su prevalencia e impacto sobre la eficiencia reproductiva en vacas de tambo

Se utilizaron vacas (n=487) entre los 21 y 62 dpp. Las vacas con EC fueron descartadas del estudio, las muestras de citología endometrial fueron recolectadas mediante la técnica descrita y evaluadas como fue explicado anteriormente. El diagnóstico de gestación se realizó por palpación transrectal entre los días 35 y 65 post IA.

El punto de corte (porcentaje de PMN) fue obtenido mediante el análisis de la curva ROC. El riesgo de preñez de las vacas con y sin ES, fue estimado mediante una función de sobrevivencia de Kaplan-Meier con el procedimiento LIFETEST de SAS. La tasa de riesgo de preñez fue estimada por riesgos proporcionales de Cox con el procedimiento PHREG de SAS. Por último, las variables dicotómicas como el PP1IA, el PRE100, y el VAC200 fueron analizadas por regresión logística con el procedimiento

GENMOD de SAS 9.1. (SAS, 2003)

RESULTADOS

Experimento 1

Las concentraciones séricas de P4 halladas en las vacas sincronizadas, demostraron claramente la efectividad del protocolo utilizado (d0, $0,42 \pm 0,42$; d4, $1,16 \pm 0,43$; d11, $4,69 \pm 0,44$; d18, $2,85 \pm 0,46$ ng/ml; $P < 0,01$). Todas las vacas muestreadas resultaron negativas a ES ya que los porcentajes de PMN encontrados siempre estuvieron por debajo de los valores de corte determinados para el diagnóstico de ES ($< 4-8\%$, 21-62 dpp). De hecho, no se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de PMN entre los diferentes días del ciclo estral ($1,51 \pm 0,50$, $P > 0,64$). El porcentaje de mononucleares tampoco mostró diferencias significativas entre los distintos días del ciclo estral ($1,44 \pm 0,32$, $P > 0,06$).

Experimento 2

La curva ROC identificó como puntos de cortes a $\geq 8\%$ PMN para el INT21-33, $\geq 6\%$ PMN para el INT34-47, $\geq 4\%$ para el INT48-62 y 5% para el INT21-62. Usando los puntos de corte obtenidos de las curvas ROC, la prevalencia de ES calculada sobre vacas negativas a EC (n=385) fue de 21.5% , 16.0% , 16.0% y 17% para los INT21-33, INT34-47, INT48-62 y INT21-62 respectivamente.

Las vacas con ES tuvieron una disminución del $16,2\%$ de preñez a la primera IA y del $16,8\%$ de preñadas a los 100 dpp comparado con las vacas normales ($P < 0,02$, $P < 0,01$; respectivamente); y un aumento del 7% del porcentaje de vacas vacías a los 200 dpp ($P < 0,10$). Las vacas normales tendieron a preñarse más precozmente que las vacas con ES 21 a 62 dpp (MDV=94 vs 123,5 d, $P = 0,006$). Para vacas con ES comparadas con vacas sin ES, la razón de riesgo de preñez fue de 0.64 y la tasa de preñez relativa fue de 36% ($P < 0.01$).

CONCLUSIONES

En conclusión, el desarrollo del dispositivo mencionado permitió validar por primera vez en nuestro país la técnica de citología endometrial bovina para realizar el diagnóstico de ES; y determinar los puntos de corte del

porcentaje de PMN que se corresponden con una disminución de la eficiencia reproductiva. La prevalencia de ES encontrada en vacas de tambo bajo sistema de producción pastoril en Argentina fue del 17%. El porcentaje de PMN no varía a lo largo del ciclo estral en vacas normales sin EC y por lo tanto el diagnóstico de ES por la técnica que utilizamos, refleja los cambios inflamatorios que ocurren en el endometrio.

Por otro lado, con porcentajes de PMN superiores al 8%, 6%, 4% y 5% a los 21 a 33, 34 a 47, 48 a 62 y 21 a 62 dpp se comienza a observar una disminución de la eficiencia reproductiva. De hecho, las vacas con ES tuvieron un 16.2% de reducción en la tasa de concepción al primer servicio, un 16.8% de reducción en la cantidad de vacas preñadas a los 100 días de lactancia y 29 días más de días abiertos en comparación con las vacas sin ES. Esto representaría una pérdida económica de U\$S 44.3 a U\$S 82.6 por vaca/lactancia; que llevado al rodeo nacional en ordeño, representaría un costo de 11 a 20.5 millones de dólares anuales por aumento de los días de vaca vacía (intervalo parto-concepción).

BIBLIOGRAFÍA

- Barlund, C.S., Carruthers, T.D., Waldner, C.L., Palmer, C.W., 2008. A comparison of diagnostic techniques for postpartum endometritis in dairy cattle. *Theriogenology* 69, 714-723.
- Gilbert, R.O., Shin, S.T., Guard, C.L., Erb, H.N., Frajblat, M., 2005. Prevalence of endometritis and its effects on reproductive performance of dairy cows. *Theriogenology* 64, 1879-1888.
- Kasimanickam, R., Duffield, T.F., Foster, R.A., Gartley, C.J., Leslie, K.E., Walton, J.S., Johnson, W.H., 2004. Endometrial cytology and ultrasonography for the detection of subclinical endometritis in postpartum dairy cows. *Theriogenology* 62, 9-23.
- Kasimanickam, R., Duffield, T.F., Foster, R.A., Gartley, C.J., Leslie, K.E., Walton, J.S., Johnson, W.H., 2005. A comparison of the cytobrush and uterine lavage techniques to evaluate endometrial cytology in clinically normal postpartum dairy cows. *The Canadian veterinary journal. La revue veterinaire canadienne* 46, 255-259.
- Ohtani, S., Okuda, K., Nishimura, K., Mohri, S., 1993. Histological changes in bovine endometrium during the estrous cycle. *Theriogenology* 39, 1033-1042.
- Pursley, J.R., Wiltbank, M.C., Stevenson, J.S., Ottobre, J.S., Garverick, H.A., Anderson, L.L., 1997. Pregnancy rates per artificial insemination for cows

and heifers inseminated at a synchronized ovulation or synchronized estrus. J Dairy Sci 80, 295-300.

- SAS, 2003. SAS and STAT Users Guide, Release 9.1. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
- Sheldon, I.M., Lewis, G.S., LeBlanc, S., Gilbert, R.O., 2006. Defining postpartum uterine disease in cattle. Theriogenology 65, 1516-1530.

Premio Biogénesis Bagó, versión 2013

Segunda Mención del Premio Biogénesis Bagó 2013

Consecuencias reproductivas de la hipocuprosis bovina: un avance hacia su diagnóstico y prevención en rodeos de Argentina

Rosa, DE¹.; Fazzio LE¹; Mattioli GA¹; Picco SJ.^{1,2}; Furnus CC. ^{1,2}

¹Laboratorio de Nutrición Mineral. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata, 60 y 118, La Plata 1900, Bs As, Argentina. ²CCT-CONICET. La Plata.

Palabras clave: cobre, reproducción, rodeos de cría.

Keywords: copper, reproduction, cow-calf operation

RESUMEN

La deficiencia de cobre o hipocuprosis bovina genera pérdidas productivas por fallas inmunológicas y/o reproductivas. Su diagnóstico se realiza por análisis de cupremia, cuando las deficiencias son severas (< 30 µg/dL) aparecen las menores ganancias de peso. Sin embargo, no se conoce qué valores de cupremia podrían afectar la reproducción, con qué consecuencias y a través de qué mecanismos. Con el objetivo general de poder predecir y comprender las fallas reproductivas por hipocuprosis, se generaron objetivos particulares que fueron: 1. evaluar la asociación entre cupremias y niveles de cobre en licor folicular; 2. evaluar los niveles indicativos de carencia en el licor folicular con técnicas de fertilidad in vitro, como maduración in vitro de ovocitos, fertilización in vitro y

desarrollo embrionario; y 3. evaluar en las células germinales y en los embriones en desarrollo la existencia de alteraciones asociadas a la falta de cobre. La asociación entre cupremias y concentración de cobre en licor folicular evidenció valores menores que en plasma y asociados a los mismos, por lo cual los valores de carencia en plasma implicaron niveles de carencia en el entorno del complejo-ovocito- cumulus. Para el segundo objetivo se prepararon medios de maduración in vitro con 0, 20, 40 y 60 $\mu\text{g/dL}$, indicativos de diferentes estatus de cobre. Los dos primeros generaron fallas en la maduración in vitro y en el desarrollo embrionario, demostrando las consecuencias de la carencia. Para evaluar las causas de estas fallas se realizaron técnicas que indicaron la existencia de daño oxidativo con aumento de daño en el ADN y disminución en la concentración de glutatión en ovocitos y células del cumulus. Con estos resultados se sugiere el diagnóstico mediante análisis de cupremias, y evitar que las hembras que ingresen en etapa reproductiva se encuentren en carencia severa.

SUMMARY

Copper deficiency causes production losses by immunological and/or reproductive failure. The diagnosis is made by analyzing cupraemia, when deficiencies are severe ($<30 \text{ mg / dL}$) lower weight gains appear. However, the specific range of cupraemia could affect reproduction, with the consequences and mechanisms remain unknown. With the general objective of being able to predict and understand the reproductive failures by hypocuprosis, particular objectives were generated: 1. association of copper concentrations in plasma and follicular fluid from cattle ovaries; 2. the effects of supplemental copper during in vitro maturation on DNA damage of cumulus cells and glutathione content in oocytes and cumulus cells; and 3. supplementary copper during in vitro maturation on subsequent embryo development. The association between cupraemias and copper concentration in follicular fluid evidenced lower values in plasma and associated with them, so the values implied deficiency in plasma levels of deprivation in the environment of complex-ovocito- cumulus. For the second objective, in vitro maturation media prepared with 0, 20, 40 and 60 $\mu\text{g/dL}$, were indicative of different copper status. The 0 and 20 $\mu\text{g/dL}$ generated failures in vitro maturation and embryonic development, demonstrating

the consequences of the lack. To assess the causes of these failures techniques indicated the existence of oxidative damage with increased DNA damage and decreased concentration of glutathione in oocytes and cumulus cells were performed. These results suggest the diagnosis in a cow-calf operation by analyzing cupremias, and supplemented if necessary in the third period of gestation.

INTRODUCCIÓN

La carencia de cobre (Cu) o hipocuprosis es la segunda deficiencia mineral más frecuente a nivel mundial en bovinos en pastoreos; y presenta una incidencia endémica en Argentina (Ramirez y col 1997, Fazzio 2006). Esta carencia provoca pérdidas productivas por menores ganancias diarias de peso, fallas inmunológicas y alteraciones reproductivas (Underwood y Suttle, 1999). El diagnóstico rutinario del estatus de Cu en los rodeos se basa en sus concentraciones en plasma o cupremia. En este sentido cupremias iguales o mayores a 60 $\mu\text{g}/\text{dL}$ se consideran normales (normocupremia), entre 30 y 59 $\mu\text{g}/\text{dL}$ (hipocupremia moderada) y por debajo de 30 $\mu\text{g}/\text{dL}$ (hipocupremia severa) momento en que aparecen las consecuencias de la enfermedad (Ramirez et al., 1998). Trabajos realizados en Argentina confirman esta teoría, al menos cuando se evalúan las menores ganancias de peso en terneros de cría (Soltan et al., 1983; Fazzio et al. et al., 2010). Sin embargo, la asociación entre cupremias y fallas reproductivas no ha sido esclarecida, generando una gran incertidumbre con respecto a la prevención de las mismas.

Los primeros estudios que relacionaron a las alteraciones reproductivas con la deficiencia de Cu en bovinos se basaron en ensayos de tipo "dosis-respuesta", en los cuales la suplementación con Cu mejoró los parámetros reproductivos (Soltan et al., 1983; Ingraham et al., 1987), pero con los cuales no fue posible establecer ni su asociación con las cupremias ni el origen de dichas alteraciones. Desde entonces se ha avanzado mucho en modelos de experimentación, que relacionan un inadecuado aporte de Cu con numerosas alteraciones de la reproducción, siendo un factor común en estos casos la existencia de estrés oxidativo.

El estrés oxidativo se asocia con la carencia de Cu debido a que la falla

de cuproenzimas aumentan la producción de especies activas de oxígeno (EAO) y baja la actividad de enzimas que las inactivan, algunas de las cuales poseen Cu en su estructura, como la Cu-Zn superóxido dismutasa (CuZnSOD) y la ceruloplasmina (CP). Otras, en cambio, dependen del Cu para su normal expresión, como la glutatión peroxidasa (GSH). Estas fallas han sido claramente demostradas en animales de experimentación y se sabe que conducen a daño oxidativo del ADN, lípidos y proteínas (Hawk et al. 1998; Keen et al. 1998). Recientemente se ha demostrado en Argentina que el daño oxidativo del ADN de leucocitos circulantes, evaluado por electroforesis de células aisladas (ensayo cometa), aumenta al profundizarse la hipocupremia en bovinos (Picco et al., 2004). Esta técnica no ha sido aún evaluada en células germinales de bovinos con hipocupremia.

Teniendo en cuenta que el objetivo sanitario y productivo en Argentina es predecir y evitar las consecuencias reproductivas de la hipocuprosis en los bovinos, la profundización en modelos experimentales con animales de laboratorio genera dos desviaciones fundamentales: no contemplan las diferencias entre especies y no asocian las consecuencias evaluadas in vitro con el estatus evaluable a nivel productivo por mediciones de cupremia.

El objetivo general de este trabajo fue asociar los rangos de cupremia en bovinos, usados como herramienta de rutina en el diagnóstico del estatus de Cu, con las consecuencias en la fertilidad de las hembras expuestas a la carencia. Para ello se establecieron cuatro objetivos particulares:

- 1) Evaluar la asociación entre los rangos de cupremia y los niveles de Cu en licor folicular (LF), estableciendo los niveles de Cu disponibles para el ovocito bovino.
- 2) Evaluar niveles crecientes de Cu del licor folicular, indicativos del estatus de Cu en la hembra bovina, en técnicas de fertilidad in vitro (FIV), maduración in vitro de los ovocitos (MIV) y desarrollo embrionario (DE).
- 3) Evaluar en las células del complejo ovocito cúmulus (COC) la asociación entre niveles de Cu durante la MIV y la incidencia de indicadores de daño oxidativo, registrando específicamente el daño en el ADN y los niveles de glutatión (GSH).

4) Analizar la importancia de la suplementación estratégica con Cu para evitar fallas reproductivas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las técnicas realizadas para evaluar las concentraciones de Cu en plasma y licor folicular (LF) para la obtención de ovocitos para maduración in vitro (MIV), la electroforesis de células aisladas (Ensayo cometa), la actividad glutatión (GSH), la fecundación in vitro (FIV), el cultivo in vitro (CIV) y la tinción de blastocistos para conteo celular fueron detalladas en las correspondientes publicaciones (Tervit et al., 1972, Singh et al., 1988, Furnus et al., 1998, Tice et al. 1999, Olive et al. 1999, Collins 2004).

Diseño experimental

Efecto del Cu sobre la integridad de las células del cúmulus

El efecto del Cu sobre el nivel de daño en el ADN de células del cúmulus fue evaluada por ensayo cometa luego de la adición de 0, 20, 40, y 60 $\mu\text{g}/\text{dL}$ al medio de MIV. Los COC fueron madurados por 24 h y evaluados por esta técnica según se describió previamente. Para este propósito, 800 COC en cuatro réplicas de diferentes días (200 COC por replicación, 50 COC por tratamiento) fueron madurados con las diferentes concentraciones de Cu. Cada batch de 50 COC fue procesado para preparar un portaobjetos y analizar al menos 250 células simples por tratamiento mediante el ensayo cometa.

Efecto de la suplementación con Cu sobre los niveles de glutatión

Se evaluó el efecto de la suplementación con 0, 20, 40 y 60 $\mu\text{g}/\text{dL}$ sobre los niveles de glutatión en células del COC, luego de una maduración de 24 h y con la técnica descrita previamente. Con esta finalidad, 800 COC fueron madurados en cuatro repeticiones, donde 200 COC fueron distribuidos en grupos de 50 COC por tratamiento.

Efecto de la suplementación con Cu sobre la MIV, el subsecuente desarrollo embrionario y la calidad embrionaria

Se evaluó el efecto de la suplementación al medio de MIV con 0, 20, 40 y 60 $\mu\text{g}/\text{dL}$ sobre la capacidad de desarrollo de los ovocitos. Para este propósito, 1265 COC fueron madurados en 6 repeticiones. El índice de clivaje fue evaluado 48 h después de la inseminación. Se estableció el desarrollo hasta el estadio de blastocisto. El porcentaje de clivaje y desarrollo embrionario fue expresado como promedio \pm SEM.

Análisis estadístico

Un análisis de Chi-cuadrado con corrección de Yates fue usado para comparar, entre grupos, los niveles del daño en el ADN por ensayo cometa. Las diferencias en las concentraciones de glutatión en células del COC fueron evaluadas por ANOVA y Student-Newman-Keuls Multiple Comparison post-test, luego de la transformación logarítmica de los datos. El porcentaje de clivaje y desarrollo embrionario fue también analizado por ANOVA y Student-Newman-Keuls Multiple Comparison post-test, luego de una transformación angular de los datos (CSS: Statistica, module C, Statsoft, Tulsa, UK). Los resultados se presentan como promedio \pm SEM.

RESULTADOS

Concentraciones de cobre en plasma y licor folicular (LF)

La regresión entre Cu en plasma y en folículos grandes estableció una ordenada al origen de $-1,84 \pm 5,54$ ($P = 0,74$) y una pendiente de $0,76 \pm 0,05$ ($P < 0,001$), mientras que entre plasma y folículos pequeños la ordenada al origen fue de $3,53 \pm 6,41$ ($P = 0,55$), con una pendiente de $0,69 \pm 0,06$ ($P = < 0,001$). La correlación (r) entre Cu plasmático y folículos grandes fue de $0,88$ ($P < 0,001$), y entre plasma y folículos pequeños de $0,78$ ($P < 0,001$) (ver figura 1).

En 43 de los 115 animales muestreados se logró obtener LF de folículos grandes y pequeños (Tabla 1). Los valores de Cu son levemente superiores en plasma que en LF, sin diferencias por el tamaño del

folículo.

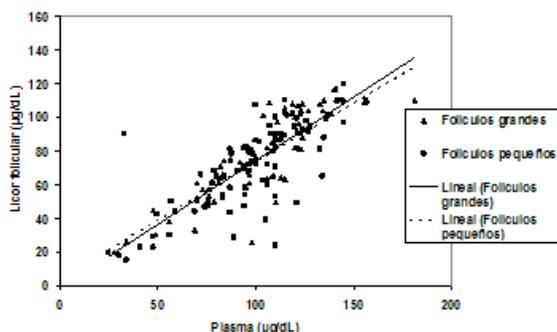


Figura 1. Regresión entre concentraciones de Cu en plasma y folículos grandes (< 10 mm) y pequeños (< 10 mm) en vaquillonas.

	Plasma	Folículos mayores a 10 mm	Folículos menores a 10 mm
Concentraciones de Cu (promedio \pm SEM)	99 (\pm 4,4) ^a	74 (\pm 4,0) ^b	69 (\pm 4,2) ^b

Tabla 1. Concentraciones de Cu en plasma y licor folicular de folículos grandes y pequeños en 43 muestras de vaquillonas obtenidas en frigorífico. Letras diferentes por fila indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

Efecto de los niveles de Cu en medio de MIV sobre el daño del ADN de las células del cúmulus

Las células que se desarrollaron en medios suplementados con 40 y 60 $\mu\text{g/dL}$ presentaron un menor nivel de daño en su ADN, siendo sus índices de daño de $200,00 \pm 27,63$; $127,63 \pm 5,95$; $46,41 \pm 4,85$ y $51,06 \pm 6,02$, para los medios suplementados con 0, 20, 40, y 60 $\mu\text{g/dL}$, respectivamente. El porcentaje de células sin daño en el ADN (Grado 0) aumentó con la suplementación de 40 o 60 $\mu\text{g/dL}$ de Cu, pero no se diferenció entre los

medios adicionados con 0 y 20 $\mu\text{g}/\text{dL}$ (Tabla 2).

Efecto del Cu sobre la concentración intracelular de GSH

Las concentraciones de GSH aumentaron con la adición de 40 y 60 $\mu\text{g}/\text{dL}$, sin diferenciarse entre ellos ($P < 0,01$; Tabla 3). No hubo diferencias en el número de células del cúmulus ni antes ni después de la MIV en todas las suplementaciones con Cu evaluadas (antes de la MIV: 15200 ± 1200 y después de la MIV: 15233 ± 1280 (0 $\mu\text{g}/\text{dL}$ Cu), 15287 ± 1197 (20 $\mu\text{g}/\text{dL}$ Cu), 15354 ± 277 (40 $\mu\text{g}/\text{mL}$), y 15599 ± 1230 (60 $\mu\text{g}/\text{dL}$ Cu) células del cúmulus/COC). En todos los experimentos realizados, ni el número de células por COC, ni el porcentaje de maduración nuclear variaron significativamente entre tratamientos (0 $\mu\text{g}/\text{dL}$ Cu: $83 \pm 4,1\%$; 20 $\mu\text{g}/\text{dL}$ Cu: $84 \pm 4,7\%$; 40 $\mu\text{g}/\text{dL}$ Cu: $83 \pm 3,2\%$ y 60 $\mu\text{g}/\text{dL}$ Cu: $85 \pm 4\%$; evaluado con Hoechst 33342).

COC bovinos fueron incubados en medios de MIV carente de Cu (0 $\mu\text{g}/\text{mL}$ Cu) y adicionado con 20 $\mu\text{g}/\text{dL}$ Cu, 40 $\mu\text{g}/\text{dL}$ y 60 $\mu\text{g}/\text{dL}$ Cu. Todos los valores están expresados como el promedio \pm SEM (800 COC en cuatro repeticiones, 200 COC por replicación, 50 COC por tratamiento para GSH).

Tratamiento $\mu\text{g}/\text{dL}$	Grado de daño (SEM)				
	Grado 0	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4
0	37,37 (3,7)a	17,39 (1,9)a	12,34 (1,1)a	11,21 (1,6)a	11,02 (4,5)a
20	38,94 (3,6)a	24,97 (3,8)a	18,03 (1,0)a	7,94 (0,8)a	10,09 (2,9)a
40	72,73(2,9)b	13,04(2,1)b	10,94(2,3)b	1,61 (0,6)b	1,66 (0,3)b
60	66,17 (2,0)b	19,53 (0,6)b	7,21 (1,7)b	0,90 (0,4)b	0,57 (0,2)b

Tabla 2: Daño en el ADN de células del cúmulus maduradas *in vitro* con diferentes concentraciones de Cu en el medio. Letras diferentes en la misma columna indica diferencias significativas $P < 0.01$. COC fueron incubados en medios de MIV carente de Cu (0 $\mu\text{g}/\text{mL}$ Cu) y adicionado con 20 $\mu\text{g}/\text{dL}$ Cu, 40 $\mu\text{g}/\text{dL}$ y 60 $\mu\text{g}/\text{dL}$ Cu. Células contadas: 0 $\mu\text{g}/\text{dL}$ Cu = 1200; Cu 20 $\mu\text{g}/\text{dL}$ = 1200; Cu 40 $\mu\text{g}/\text{dL}$ = 1200 y Cu 60 $\mu\text{g}/\text{dL}$ = 1200. Los valores en los grados de daño están expresados en promedio \pm (SEM). (800 COC en cuatro repeticiones para ensayo cometa). Tomado de Picco y col 2012. Theriogenology 77:373-381.

GSH	0 µg/dL	20 µg/dL	40 µg/dL	60 µg/dL
Ovocitos (pmol/ovocitos)	3,0±0,9a	3,2±0,5a	4,7±0,4b	5,0±0,5b
Cúmulus (nmol/10 ⁶ cel.)	0,3±0,05a	0,3±0,02a	0,4±0,04b	0,5±0,04b

Tabla 3: Concentración intracelular de glutatión en ovocitos bovinos y en células del cúmulus maduras en concentraciones crecientes de Cu. Letras diferentes en la misma fila indica diferencias significativas ($p < 0,01$). Tomado de Picco y col 2012. Theriogenology 77:373-381.

Efecto de la suplementación con Cu durante la MIV y el subsecuente desarrollo embrionario

En 6 repeticiones, 1265 ovocitos fueron madurados y fertilizados in vitro. No hubo diferencias en la tasa de clivaje (0 vs 20 vs 40 vs 60 µg/dL Cu) entre tratamientos ($P \geq 0,05$). La adición de Cu aumentó la tasa de blastocistos (blastocistos/ovocitos) cuando los ovocitos fueron madurados con 20, 40 y 60 µg/dL de Cu ($P < 0,01$), aunque la diferencia fue aún más alta cuando se adicionaron 60 µg/dL de Cu ($p < 0,001$; Tabla 4).

	0 µg/dL Cu	20 µg/dL Cu	40 µg/dL Cu	60 µg/dL Cu
Nº de ovocitos	313	339	309	304
Clivaje (%)	65,08±2,01a	66,64±1,64a	71,98±2,06a	70,69±2,13a
Blastocistos/ovocitos	18,69±0,62a	26,45±0,03b	29,04±1,70b	33,24±1,64c
Blastocistos/clivaje	29,33±1,11a	36,39±2,18b	40,46±2,76b	46,99±1,46c

Tabla 4. Capacidad de desarrollo de ovocitos bovinos madurados en diferentes concentraciones de Cu. Letras diferentes en la misma fila indica diferencias significativas ($p < 0,01$). COC bovinos fueron incubados con 0, 20, 40 y 60 µg/dL Cu. La tasa de clivaje fue evaluada con 48 h. de incubación. Los blastocistos informados incluyen embriones que avanzaron a estadios de expansión o eclosión luego de 8 días de cultivo. Todos los valores de tasas de clivaje y de desarrollo están expresados como promedio \pm SEM (1200 COC en seis repeticiones en diferentes días). Tomado de Picco y col 2012. Theriogenology 77:373-381.

	0 µg/dL Cu	20 µg/dL Cu	40 µg/dL Cu	60 µg/dL Cu
Nº	35	39	32	40

Células/blastocisto 102,3±5,0a 107,2±5,5a 127,4±6,7b 129,0±5,0b

Tabla 5. Promedio de células en blastocistos de 8 días de desarrollo provenientes de ovocitos bovinos madurados en diferentes concentraciones de Cu. Letras diferentes en la misma fila indica diferencias significativas ($p < 0,01$). COC bovinos fueron incubados en medios de MIV carente de Cu ($0 \mu\text{g/mL Cu}$) y adicionado con $20 \mu\text{g/dL Cu}$, $40 \mu\text{g/dL}$ y $60 \mu\text{g/dL Cu}$. Los blastocistos fueron teñidos con Hoechst 33342. Los valores son expresados como promedio de células/blastocisto \pm SEM. Tomado de Picco y col 2012. Theriogenolgy 77:373-381.

De manera similar, la adición de Cu aumentó el porcentaje de blastocistos a partir de embriones clivados ($P < 0,01$). El promedio del número de células por blastocisto aumentó ($P < 0,05$) cuando los ovocitos fueron madurados en medios con 40 y $60 \mu\text{g/dL}$ de Cu en el medio de MIV (Tabla 5).

DISCUSIÓN

En el presente estudio las concentraciones de Cu en plasma, utilizadas para el diagnóstico de rutina en rodeos expuestos a la carencia, se asocian claramente con las concentraciones de Cu en LF, las cuales son incluso un poco inferiores (Figura 1 y Tabla 1). Trabajos previos realizados en Argentina, demuestran que las menores ganancias de peso en terneros, una consecuencia subclínica de enorme costo productivo, ocurren con cupremias menores a $30 \mu\text{g/dL}$ (Fazzio 2006, Fazzio y col 2010).

Esto significa que las consecuencias de la carencia sobre las células somáticas serían similares a aquellas que sufren las células germinales. Esto coincide con el aumento en el nivel de daño del ADN de células de cúmulus, las cuales presentan un menor índice de daño cuando crecen en medios con concentraciones de 40 y $60 \mu\text{g/dL Cu}$, especialmente por un aumento en el porcentaje de células con daño grado 0 (Tabla 2). Este hallazgo coincide con el aumento en el daño en el ADN observado en leucocitos circulantes de bovinos con hipocupremia (Picco, 2004). Estos trabajos sugieren que el daño en el ADN es de origen oxidativo. Esta posibilidad coincide con el comportamiento de la concentración de glutatión (GSH) en el presente ensayo. La falta de Cu intracelular causa

una disminución de GSH, perdiéndose capacidad antioxidante (Chardejian et al., 2005; Prakash et al., 2004, Sarkar et al., 2010). Por otro lado, los ovocitos acumulan GSH durante su maduración, para lograr una buena expansión in vitro del cúmulus y el posterior desarrollo embrionario hasta el estadio de blastocisto (Takahashi et al., 1993; de Matos et al., 1995; Furnus et al., 1998). En el mismo sentido, altas concentraciones de GSH durante la MIV mejoran la calidad del desarrollo embrionario, produciendo más embriones que llegan al estadio de blastocistos, aumentando su capacidad para la criopreservación (de Matos 1996; Furnus et al., 2008).

La suplementación con Cu en los medios de MIV no aumentó la tasa de clivaje de las células de cúmulus, pero si mejoraron claramente el desarrollo posterior del embrión (Tablas 4 y 5). El primer dato coincide con informes previos (Gao et al., 2007), pero nuestros resultados coinciden en resaltar la importancia de la suplementación con Cu en el medio de maduración.

Teniendo en cuenta que el presente trabajo permite asociar los niveles de cupremia con aquellos del LF, el cual a su vez posee efectos evidentes sobre el desarrollo embrionario, resulta interesante reevaluar el valor diagnóstico de las cupremias como indicadores de riesgo. En este sentido, existen dos alternativas aceptadas a nivel internacional. Por un lado, Underwood y Suttle (1999) proponen que las consecuencias sobrevienen por debajo de los 30 µg/dL, mientras que Kincaid (1999) propone que este rango se encuentra por debajo de los 50 µg/dL. Teniendo en cuenta que los parámetros evaluados en el presente ensayo, como daño en el ADN, concentración de glutatión y desarrollo embrionario, fueron negativos con 0 y 20 µg/dL y mejoraron significativamente con adiciones de 40 y 60 µg/dL, la clasificación de Underwood y Suttle (1999) parecería mejor adaptada a las condiciones de producción de Argentina. Esto coincide con las menores ganancias de peso encontradas en terneros de cría con carencia severa (< 30 µg/dL), pero no con carencia moderada (30 – 60 µg/dL) (Fazzio 2006).

En Argentina se recomienda en rodeos de cría la suplementación parenteral con Cu a las madres en el último tercio de gestación, de modo de mejorar el aporte de Cu al ternero y evitar que se agote su reserva hepática en forma precoz en la vida post natal. De los resultados del presente trabajo se desprende la importancia de asegurar también un

normal estatus de Cu previo a la etapa de servicio. Los resultados del presente ensayo ratifican esa indicación y alertan del riesgo reproductivo cuando los animales presentan hipocupremia severa ($< 30 \mu\text{g/dL}$).

CONCLUSIONES

Los niveles de Cu en plasma usados para el diagnóstico de rutina se asocian con las concentraciones de Cu en el licor folicular, las cuales tienden a ser aún inferiores.

Concentraciones bajas de Cu en plasma y en licor folicular se asocian con fallas en la maduración in vitro de ovocitos, la fecundación in vitro y el posterior desarrollo embrionario.

Posiblemente las fallas reproductivas evaluadas se deban a daño oxidativo.

Estas fallas se corresponden con los valores de hipocupremia severa, la cual podría ser considerada como indicativa de riesgo reproductivo en rodeos de Argentina.

Es recomendable la evaluación de la hembra al final de la gestación y en pre-servicio por análisis de cupremia.

En países como Argentina, con incidencia endémica de hipocuprosis, se deben suplementar las hembras en la etapa de servicio, sea este natural o artificial, garantizando un estatus de Cu que optimice la performance reproductiva.

BIBLIOGRAFÍA

- Chaderjian, W.B., Chin, E.T., Harris, R.J., Etcheverry, T.M. 2005. Effect of copper sulfate on performance of a serum-free CHO cell culture process and the level of free thiol in the recombinant antibody expressed. *Biotechnology Progress* 2, 550-553.
- Cunningham, J., Leffell, M., Mearkle, P., Harmatz, P. 1995. Elevated plasma ceruloplasmin in insulin dependent diabetes mellitus: evidence for increased oxidative stress as a variable complication. *Metabolism* 8, 996-999.

- Collins, A.R. 2004. The comet assay for DNA damage and repair: principles, applications, and limitations. *Molecular Biotechnology* 26, 249-261.
- Fazio, L.E. 2006. Caracterización de terneros de cría con hipocuprosis. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de La Plata.
- Fazio, L.E., Mattioli, G.A., Picco, S.J., Rosa, D.E., Minatel, L., Gimeno, E.J. 2010. Diagnostic value of copper parameters to predict growth of suckling calves grazing native range in Argentina. *Pesquisa Veterinaria* 10, 827-832.
- Furnus, C.C., de Matos, D.G., Moses, D.F. 1998. Cumulus expansion during in vitro maturation of bovine oocytes: relationship with intracellular glutathione level and its role on subsequent embryo development. *Molecular Reproduction and Development* 51, 76-83.
- Furnus, C.C., de Matos, D.G., Picco, S., García, P.P., Inda, A.M., Mattioli, G., Errecalde, A.L. 2008. Metabolic requirements associated with GSH synthesis during in vitro maturation of cattle oocytes. *Animal Reproduction Science* 109, 88-99.
- Gao, G., Yi, J., Zhang, M., Xiong, J., Geng, L., Mu, Ch., Yang, L. 2007. Effects of iron and copper in culture medium on bovine oocyte maturation, preimplantation embryo development, apoptosis of blastocysts in vitro. *Journal Reproduction Development* 53,777-784.
- Gardner, D.K., Lane, M., Spitzer, A., Batt, P.A. 1994. Enhanced rates of cleavage and development for sheep zygotes cultured to the blastocyst stage in vitro in the absence of serum and somatic cells: amino acids, vitamins, and culturing embryos in groups stimulate development. *Biology of Reproduction* 50, 390-400.
- Hawk, S.N., Uriu-Hare, J.Y., Daston, G.P., Jankowski, M.A., Kwik-Urbe, C., Rucker, R.B., Keen, C.L. 1998. Rat embryos cultured under copper-deficient conditions develop abnormally and are characterized by an impaired oxidant defense system. *Teratology* 6, 310-320.
- Hawk, S.N., Lanoue, L., Keen, C.L., Kwik-Urbe, C.L., Rucker, R.B., Uriu-Adams, J.Y. 2003. Copper-deficient rat embryos are characterized by low superoxide dismutase activity and elevated superoxide anions. *Biology of Reproduction* 3, 896-903.
- Ingraham, R.H., Kappel, L.C., Morgan, E.B., Srikrnakumar, A. 1987. Correction of subnormal fertility with copper and magnesium supplementation. *Journal of Dairy Science* 1, 167-180.

- Jiménez, I., Speisky, H. 2000. Effects of copper ions on the free radical-scavenging properties reduced glutathione: implications of a complex formation. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* 3, 161-167.
- Keen, C.L., Jant, Y., Uriu-Hare, Hawk, S.N., Jankowaski, M.A., Daston, G.P., Catherine, L., Kwik-Urbe, Rucker, R.B. 1998. Effect of copper deficiency on prenatal development and pregnancy outcome. *Animal Journal Clinical Nutrition* 67, 1003-1011.
- Lonergan, P., Monaghan, P., Rizos, D., Boland, M.P., Gordon, I. 1994. Effect of follicle size on bovine oocyte quality and developmental competence following maturation, fertilization, and culture in vitro. *Molecular Reproduction and Development* 37, 48-53.
- Lequarre, A.S., Vigneron, C., Ribaucour, F., Holm, P., Donnay, I., Dalbiès-Tran, R., Callesen, H., Mermillod, P. 2005. Influence of antral follicle size on oocyte characteristics and embryo development in the bovine. *Theriogenology* 63, 841-59.
- Maas, J. 1987. Relationship between nutrition and reproduction in beef cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 3, 633-646.
- de Matos, D.G., Furnus, C.C., Moses, D.F., Baldassarre, H. 1995. Effect of cysteamine on glutathione level and developmental capacity of bovine oocyte matured in vitro. *Molecular Reproduction and Development* 42, 432-436.
- de Matos, D.G., Furnus, C.C., Moses, D.F., Martinez, A.G., Matkovic, M. 1996. Stimulation of glutathione synthesis of in vitro matured bovine oocytes and its effect on embryo development and freezability. *Molecular Reproduction and Development* 45, 451-457.
- Olive, P.L., Durand, R.E., Jackson, S.M., Le Riche, J.C., Luo, C., Ma, R., McLaren, D.B., Aquino Parsons, C., Thomson, T.A., Trotter, T. 1999. The comet assay in clinical practice. *Acta Oncologica* 8, 839-844.
- Parrish, J.J., Susko-Parrish, J., Leibfried-Rutledge, M.L., Critser, E.S., Eyestone, W.H., First, N.F. 1986. Bovine in vitro fertilization with frozen-thawed semen. *Theriogenology* 25, 591-600.
- Picco, S.J. 2004. Consecuencias genotóxicas y clastogénicas en bovinos hipocuprémicos. Tesis doctoral, Facultad Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.
- Picco, S.J., Mattioli, G.A., Fazio, L.E., Rosa, D., De Luca, J.C., Dulout, F.N. 2004. Association Between Copper Plasma Level and DNA Damage In

Cattle. *Mutagenesis* 6, 453-456.

- Prakash, M., Upadhyay, S., Prabhu, R. 2004. Protein thiol oxidation and lipid peroxidation in patients with uremia. *Scandinavian journal of clinical and laboratory investigation*. 64, 599-604.
- Ramírez, C.E., Tittarelli, C.M., Mattioli, G.A., Giuliadori, M. y Puchuri, M. C. 1997. Hipocupremia Bovina en 5 Partidos de la Provincia de Buenos Aires. Argentina. *Veterinaria Argentina* 14, 12-17.
- Ramirez, C.E., Mattioli, G.A., Tittarelli, C.M., Giuliadori, M.J., Yano, H. 1998. Cattle hypocuprosis in Argentina associated with periodically flooded soils. *Livestock Production Science* 55, 47-52.
- Singh, N.P., McCoy, M.T., Tice, R.R., Schneider, E.L. 1988. A simple technique for quantitation of low levels of DNA damage in individual cells. *Experimental Cell Research* 175, 184-191.
- Soltan, M.H., Jenkins, D.M. 1983. Plasma copper and zinc concentrations and infertility. *British Journal of Obstetrics and Gynaecology* 5, 457-459.
- Tervit, H.R., Whittingham, D.G., Rowson, L.E.A. 1972. Successful culture in vitro of sheep and cattle ova. *Journal of reproduction and fertility* 30, 493-497.
- Takahashi, M., Nagai, T., Hamano, S., Kuwayama, M., Okamura, N., Okano, A. 1993. Effect of thiol compounds on in vitro development and intracellular glutathione content of bovine embryo. *Biology of Reproduction* 49, 228-232.
- Tice, R.R., Strauss, G.H. 1995. The single cell gel electrophoresis/comet assay: a potential tool for detecting radiation-induced DNA damage in humans. *Stem Cells* 1, 207-214.
- Underwood, E.J., Suttle, N.F. 1999. The mineral nutrition of livestock. CABI Publishing. London UK.

Homenaje al Centenario del Natalicio de los Académicos

Dr. Rodolfo Perotti

Dr. Emilio J. Gimeno

del 10 de setiembre de 2015, Buenos Aires

El Dr. Rodolfo Perotti, Académico Emérito de nuestra academia, nació el 9 de abril de 1915. Se recibió en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad de Buenos Aires en el año 1937 con promedio distinguido y dedicó toda su vida al desarrollo de la avicultura moderna en nuestro país, siendo un verdadero precursor de tecnologías, maestro de varias generaciones y ejemplo de hombre de bien como modelo de conducta ética y como profesional.

El Dr. Perotti, comenzó su labor como inspector veterinario del Mercado Municipal de Aves y Huevos en 1938. Y ese cargo, que para otro hubiese sido burocrático, fue la base para que su capacidad e inquietudes encontraran un camino en una actividad innovadora, que lejos de ser burocrática, generaron en Perotti una personalidad rectora en el campo científico, educativo y en la tecnología de la avicultura moderna en el país.

Al año siguiente, ganó por concurso la Dirección de Granja del Ministerio de Agricultura y Ganadería. Este hecho le sirvió para comprender la importancia que estaba adquiriendo la avicultura moderna. Argentina comenzaba a vivir una época con extraordinarias innovaciones que transformaron la avicultura en el campo de la genética, la nutrición, la sanidad y el desarrollo industrial y empresarial, lo cual produjo que una actividad casi familiar adquiriese niveles de verdaderos emporios económicos.

Perotti, desde su profesión, no fue un simple testigo de esa transformación científica, tecnológica e industrial, sino que fue un verdadero impulsor de las transformaciones de la avicultura del país. Asesoró emprendimientos, formó profesionales, generó investigaciones y adaptó tecnologías para introducir en el país la genética moderna y las

innovaciones nutricionales y sanitarias que representaron la inclusión de nuestra avicultura en el mundo.

Participó generando avances importantes en empresas avícolas como en la cabaña Arbor-acres. Recuerdo sus comentarios en charlas informales sobre la necesidad de desarrollar el concepto de manejo del medio ambiente en el galpón de producción, la trascendencia de los valores de humedad, la ventilación o los cambios de cama, en tiempos en los que muchos creíamos que la avicultura se reducía a la genética, la sanidad y la alimentación.

Su participación en la sanidad avícola también fue trascendente. En la década del 60', cuando entró la enfermedad de Newcastle al país, dio pautas importantes para organizar la vacunación a virus vivo, brindando asistencia técnica a toda la producción de granja que lo necesitase. Desde un cargo tan importante como la dirección técnica del área veterinaria de los laboratorios Lepetit, orientó desde la utilización de vacunas frente a nuevas patologías hasta el uso de nuevos medicamentos, necesarios para las exigentes tecnologías de producción.

Su labor técnica innovadora tuvo su necesario enfoque en la docencia, para bien de la veterinaria del país. En 1955, estando el Dr. Constantino Brandariz en la reorganización de la Universidad Nacional de La Plata, el Dr. Rodolfo Perotti fue convocado a organizar, acorde con los lineamientos de la veterinaria moderna, la Primera Cátedra de Avicultura y Explotación de Granja del país, en la Facultad de Ciencias Veterinarias.

Desde la Cátedra, Perotti cumplió con una labor ejemplar y muy meritoria. Por varias generaciones veterinarias introdujo el concepto de la real importancia de la Avicultura en el mundo y de la que debía tener en el país. Desde su pasaje por la docencia, su palabra clara y elocuente daba nuevas ideas sobre la genética de las aves y la importancia de los nuevos híbridos. Dio al concepto de nutrición un sentido práctico, introduciendo en los profesionales el sentido empresario y económico para el asesoramiento del productor. En una palabra, abrió un mundo a la profesión veterinaria más allá del concepto médico y la introdujo en los valores de la economía, la administración y el manejo productivo. Así, cada uno de los cientos que fueron sus alumnos quedaron con un eterno sentimiento de agradecimiento como discípulos de una nueva idea profesional. Su ejemplo en la docencia, a través de años de concurso

como Profesor Titular, fue premiado con la categoría de Profesor Emérito en 1981 por la Universidad Nacional de La Plata. Además, fue varias veces como profesor invitado de la especialidad a dictar conferencias en la Universidad Nacional del NE y fue profesor fundador de la Facultad de Ciencias Veterinarias de Universidad del Centro de la Pcia. de Buenos Aires en Tandil.

Esa conducta de vida, en los campos de la educación y de la actividad productiva, tuvo su premio como personalidad académica. El 22 de mayo de 1986 recibió las palmas en nuestra Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria como Académico de Número y fue ratificado también como Académico Emérito en 1993. Su personalidad trascendió las fronteras del país y fue distinguido con Diploma de Honor al Mérito como propulsor de la Avicultura Paraguaya y Diploma de Honor con premio de Oro por la Asociación de Avicultura del Perú. Además, fue miembro de la World Poultry Association en EEUU. Su labor docente fue también reconocida en la Universidad de San Marcos de Lima, con el dictado de conferencias como profesor visitante.

Publicó y participó en unos doscientos trabajos técnicos y científicos de la especialidad, que representan una verdadera síntesis de la evolución de la avicultura en el país y en el mundo, durante los más de 50 años que representó su vida profesional. Vida que sigue trascendiendo, luego de su muerte en 1999, en el trabajo diario de cientos de sus discípulos, pero sobre todo en el recuerdo de todos los que lo conocimos, como ejemplo de una vida de bien. Vida que se dedicó no sólo a elevar su profesión, sino que trató de mejorar los conceptos morales que debían primar en la docencia y en la Universidad. Pero, sobre todo, fue un predicador para mejorar la sociedad de su tiempo. Esta cualidad que le reconocemos todos los que lo conocimos, fue siempre lo que más nos impactó como hombre de conducta y claridad de pensamiento. Cualidades que extrañamos y deseáramos nos pudiesen orientar en los difíciles tiempos de hoy.

Homenaje al Centenario del Natalicio de los Académicos

Dr. Raúl Buide

Dr. Luciano Miguens

del 10 de setiembre de 2015, Buenos Aires

Decía el Dr. Antonio Pires, ex-presidente de esta Academia, en su prólogo del libro "Manejo de Haras, Problemas y Soluciones" del Dr. Raúl Buide que "el destino que se entretiene con nosotros, quiso que fuera profesor de aquel sobresaliente alumno, al que tuve el orgullo de influir en su vocación docente, apoyando su ingreso como adscripto al Instituto de Clínica Médica y Quirúrgica de la Facultad y posteriormente en su recomendación como profesional a varios de los numerosos haras que constituían su acreditada clientela". Ese destino, también hoy me coloca en esta tarea que me honra, de evocar la figura de aquel admirado profesor de la Cátedra de Anatomía Comparada de 2do año en los comienzos de mi carrera.

Quizás mi afición a la cría equina, su especialidad, incidió en una conexión especial con ese recordado maestro, al que tuve siempre la oportunidad de recurrir tanto para la consulta profesional como para el enriquecedor consejo. Difícil tarea la de resumir en unas pocas líneas una historia de vida de más de 100 años intensamente vivida, tanto en su actividad docente, su gran pasión, como en el ejercicio de la profesión a través de su especialidad: la clínica Ginecológica y Patológica de la Reproducción de Equinos y Bovinos. Más de 50 trabajos de investigación, notas clínicas publicadas y su participación activa como disertante en congresos locales y en el exterior hablan de su prolífico legado.

El Dr. Buide nació el 7 de octubre de 1912 en José C. Paz, Provincia de Buenos Aires, hijo de Manuel Buide, inmigrante español que llegó al país en 1898 y Anastasia Says. En 1924 la familia se instaló en Pilar, lugar que se convertiría en su residencia permanente y desde donde desarrollaría su actividad profesional a través de la Veterinaria San Martín de la que fue fundador. Fue allí en Pilar donde cursó sus estudios primarios, para luego terminar el secundario en el Colegio Nicolás Avellaneda, en la Ciudad de Buenos Aires.

En 1933 ingresó a la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad de Buenos Aires, donde 5 años más tarde recibió el título de Médico Veterinario, con Diploma de Honor de su curso. A partir de entonces y dada la vinculación previa durante sus estudios, pasó a integrar la Cátedra de Anatomía Comparada y Descriptiva de la Facultad como ayudante honorario de trabajos prácticos. Así comenzó una prolongada relación de más de 30 años con esa casa de estudios, en la que ocupó sucesivamente distintos cargos jerárquicos: Jefe de Trabajos Prácticos (1944), Profesor Adjunto (1946), Profesor Titular (1948) y luego director del Instituto hasta su jubilación en 1963.

En 1957 creó la Clínica Ambulatoria para los alumnos de 5to año de la Escuela de Veterinaria. Intervino allí personalmente en su organización y en su funcionamiento, primero como subcoordinador entre 1959 y 1962 y luego como profesor titular.

En aquellos años tuve la oportunidad de integrar los grupos que lo acompañaban en las visitas profesionales a su calificada clientela de la zona de Pilar, principalmente haras de sangre pura de carrera y de polo. Recuerdo de aquellas salidas, además de la valiosa introducción a la práctica rural que significaban y la participación activa que nos reclamaba, el valor agregado que su condición docente les imprimía, en la búsqueda de la excelencia en la transmisión de su conocimiento y experiencia.

Cargos Académicos y Ejecutivos

1938-1945: Jefe de Inspección de Veterinaria de la Municipalidad de Pilar.

1971-1973: Director Asesor del Hospital de Animales Grandes de la Facultad de Agronomía y Veterinaria y Profesor Honorario de la Cátedra de Clínica de Equinos, Rumiantes y Cerdos.

1972: Organizador y Director del Centro Veterinario del Jockey Club del Hipódromo de San Isidro.

1981: Asesor Técnico del Comando de Remonta y Veterinaria en sus haras de General Lavalle, Coronel Pringles, Pulmarí (Entre Ríos) y Las Heras.

1986-1994: Jurado de Admisión Veterinaria de las razas equinas en la

exposición de Palermo de la Sociedad Rural Argentina, en cuanto a la garantía sanitaria y zootécnica de los animales expuestos.

Viajes de estudio y perfeccionamientos

1948: Estadía de 6 meses en Inglaterra becado por Well Come Physiological Research.

1961: Participó de una gira de estudios sobre reproducción equina en la Universidad de Cornell (EE.UU.)

1964: Representó a la Comisión Nacional de Hipódromos en una visita a Inglaterra y Francia a fin de interiorizarse en la organización y estructura sanitaria de sus respectivos hipódromos y en el control anti doping.

1966: Visitó varios países europeos (Inglaterra, Portugal, Alemania, España y otros) para profundizar en el conocimiento de sus principales Escuelas de Medicina Veterinarias y su organización.

1972: Viajó a México y a Estados Unidos. Allí retornó a Cornell interesado en los avances en piroplasmosis y anemia infecciosa equina. Allí tomó contacto con el reconocido especialista Dr. Leroy Coggins en búsqueda de información actualizada sobre la novedosa técnica de la inmuno difusión en Agar Gel para el diagnóstico de la anemia infecciosa (prueba de Coggins), hoy difundida internacionalmente.

Distinciones Honorificas

Miembro de Honor del Primer Congreso de Cirugía de Bovinos en la Universidad de La Plata. Diploma de Honor del Instituto de Actividad Hípica.

1984: Académico de Número de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, sitial 25 que perteneciera a su colega de muchos años en la Facultad, Dr. Oscar Newton. El tema de referencia que expuso en su incorporación fue "Evolución de la raza equina Sangre Pura de Carrera desde 1950 a 1986".

1985: Profesor Emérito de la Facultad de Ciencias Veterinarias de La

Universidad de Buenos Aires.

2010: Premio Sociedad de Medicina Veterinaria.

Su más reconocido legado es, sin duda, el libro "Manejo de Haras, Problemas y Soluciones", publicado en su primera edición en 1977 con varias ediciones posteriores. En el prólogo expresa la necesidad de llenar el vacío existente en lo referente al tema y su pretensión de volcar en él la experiencia y el conocimiento de muchos años para utilidad de los alumnos de veterinaria, de los jóvenes profesionales y de todos aquellos vinculados a la cría y producción equina. Queda constancia en su dedicatoria, de los valores que regían su vida, expresados en el respeto y agradecimiento hacia sus mentores y profesores y en el reconocimiento especial a sus afectos con la mención a Emma, su compañera de toda la vida, hijos y nietos.

Termino esta reseña acudiendo una vez más a las palabras del Dr. Pires, quien en referencia a Buide en su presentación ante la Academia dijo: "La vida del Dr. Buide es una prueba edificante y convincente de amor... amor a la profesión que abrazó, amor a la Facultad que constituyó su segundo hogar, amor a la docencia, amor a su oficio, amor al deber para enaltecerlo y al prójimo para servirlo."

Homenaje al Centenario del Natalicio de los Académicos

Ing. Agr. Manuel V. Fernández Valiela

Dr. Sergio Lenardón

Recordar a este insigne colega es, sin duda, un cometido de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria (ANAV), ya que se trató de un pionero de la Fitopatología que desarrollo su actividad profesional en la región del Delta del Paraná, a mediados del Siglo XX, en una zona totalmente inhóspita y con enormes desafíos agronómicos en los cultivos que allí se practicaban. En este contexto, con perseverancia y actitud, supo proveer soluciones acordes para el manejo de los distintos patosistemas que se presentaban como limitantes fitosanitarias.

Manuel V. Fernández Valiela nació en Asturias (España) el 17 de abril de 1910. En el año 1929, llegó a la Argentina y se radicó en la Ciudad de Buenos Aires. Estudió la carrera de Agronomía en la Universidad de Buenos Aires y, en el año 1940, obtuvo el título de Ingeniero Agrónomo. De inmediato ingresó como ayudante alumno en la Cátedra de Fitopatología, teniendo como mentor y ejemplo al ilustre Profesor Ing. Agr. Juan Bustista Marchionatto. En sus años de estudiante, Fernández Valiela publicó apuntes de las clases de Fitopatología, que posteriormente completó y editó como libro de texto, en el año 1942.

El reconocimiento de su primer libro, fue tan relevante, que le valió recibir el ofrecimiento de una beca del Consejo Británico para capacitarse en la Universidad de Cambridge, Gran Bretaña, desde el año 1943 al 1945. En esa prestigiosa universidad afianzó su carrera de investigador científico en la disciplina de la patología vegetal.

Por esos años, J. B. Marchionatto, pionero y referente de la Fitopatología a nivel nacional, a la sazón, Director de Sanidad Vegetal del Ministerio de Agricultura y Ganadería, creó en el interior del país la primera red de laboratorios de Patología Vegetal, que se instalaron en Estaciones Experimentales nacionales, cuya finalidad era estudiar in situ las principales enfermedades y plagas que afectaban los cultivos más importantes de cada región. Así, surgieron laboratorios de fitopatología destinados a estudiar las enfermedades y plagas de la vid en Cuyo, del maní en Córdoba, de los cítricos en Corrientes y de los frutales de carozo, pepita y de álamos criollos, en Buenos Aires. En este último laboratorio, situado en la Estación Experimental Agrícola Delta del Paraná, el Ing. Agr. Fernández Valiela -a su regreso de la beca efectuada en Gran Bretaña- comenzó a desarrollar sus actividades de investigador y por una resolución de la Dirección de Sanidad Vegetal del Ministerio de Agricultura de la Nación, se lo designó como Jefe del Laboratorio de Patología Vegetal del Delta-Campana. Una de las primeras patologías que se le encomendaron estudiar fue esclarecer el patógeno y proponer alternativas de manejo de la llamada "podredumbre de las raicillas de los cítricos", una enfermedad de gran importancia que había ocasionado la muerte de más de dieciocho millones de plantas en las provincias mesopotámicas e inestimables daños a las producciones de plantas de naranjo, pomelo y mandarina injertadas sobre plantines (pie) de naranjo agrio. Las investigaciones con esta enfermedad le valieron la distinción

del Premio Nacional en Ciencias Naturales y Biológicas (Comisión Nacional de Cultura) correspondientes al trienio 1951-1953 por el trabajo "Tristeza y podredumbre de las raicillas de los cítricos en la República Argentina".

Además de las tareas propias de científico, Fernández Valiela se desempeñó como Jefe de ese laboratorio, actividad que ejerció durante muchos años. Allí ocurrió un hecho que se originó a mediados del año 1948 y resultó en una anécdota muy recordada. Una disposición del Ministerio de Agricultura de la Nación establecía transferir al Gobierno de la Provincia de Buenos Aires todas las instalaciones del laboratorio, incluidos el terreno y la infraestructura edilicia, para la radicación de un vivero provincial que proveería especies arbóreas para la forestación de las islas del Delta. Frente a esta inconsulta decisión, sorprendió en gran medida la férrea resistencia del Director del laboratorio, que tras intensas gestiones consiguió revertir el acto administrativo, hecho muy valorado y trascendente, apreciado por la comunidad allegada y por los empleados del laboratorio. Esta intransigente y perdurable acción personal significó un hito crucial para la región y para los agricultores de la misma, ya que garantizó la permanencia de ese importante laboratorio de diagnóstico y manejo fitosanitario.

Con la creación del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), a fines de 1956, las instalaciones del Laboratorio de Patología Vegetal se transformaron en el germen de la Estación Experimental Agrícola (EEA) Delta del Paraná (INTA). Desde allí se asesoraba a los productores isleños en lo relativo a métodos de extinción de plagas, introducción y obtención de nuevas variedades y/o especies de frutales de carozo, nogal pecan y forestales factibles de explotar en el área de influencia, cría de carpincho en cautiverio, de faisanes, desarrollo incipiente de la lombricultura, huerta orgánica y apicultura. El Ing. Valiela desempeñó las funciones de Director de esta Estación Experimental desde el año 1958 hasta su jubilación en 1977 y el Consejo Directivo del Centro Regional Entre Ríos - INTA, a través de la resolución 17/97, le dio su nombre al edificio principal de dicha Experimental, por los valiosos servicios prestados al sector agropecuario y a la institución..

Otra arista importante de su legado fue su minuciosa y detallada recopilación de enfermedades de diversos cultivos que se tradujeron en libros publicados bajo el título "Introducción a la Fitopatología" (primera

edición en 1942, segunda edición 1952 y tercera edición con cuatro volúmenes: I – Virus, 1969; II - Bacterias y Enfermedades Fisiogénicas, 1975; III – Hongos, 1978 y Hongos IV, 1979) editados por INTA. Posteriormente publicó un importante compendio titulado "Virus patógenos de las plantas y su control" tomos I y II, en el año 1995, en la serie 14 de la ANAV. Desde la primera hasta la última edición, estos libros fueron bibliografía de referencia en la mayoría de las Cátedras de Fitopatología del país y del exterior debido a la escasez de bibliografía en español sobre esta disciplina. Esta cíclica labor amerita el reconocimiento y gratitud permanente de todos los profesionales de la agronomía, por tamaña contribución.

El Ing. Valiela fue incorporado a la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria como Académico de Número el día 11 de octubre de 1985, por su fecunda trayectoria en fitopatología y por sus logros científicos. Posteriormente un plenario lo nombró Académico Emérito, por su destacada y meritoria actuación dentro y fuera de la Academia, el día 12 de mayo de 2011. Asimismo, durante su vida profesional recibió otras distinciones como la "Award of Merit" de la división del Caribe de la American Phytopathological Society (APS) en el año 1974 y Miembro Honorario de la Asociación Latinoamericana de Fitopatología (ALF) en el año 1994. También, las autoridades del Consejo Deliberante de la Ciudad de Mar del Plata lo reconocieron como Visitante ilustre de la Ciudad, por su aporte a la investigación y desarrollo de los estudios de Fitopatología.

Finalmente, deseo especialmente resaltar su figura, no sólo por su contribución en el campo científico, sino también por las consecuencias sociales de su intensa labor, expresada en la formación de los jóvenes que abrazaron nuestra carrera y en las soluciones brindadas, que mitigaron las angustias de diversos sectores productivos.

Informe IV Reunión Inter-Academias Rioplatenses

El 13 de noviembre de 2015 tuvo lugar en la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria la IV Reunión Inter-academias, en la que participaron, además de nuestra corporación, la Academia Nacional de Medicina y las Academias Nacionales de Medicina Veterinaria y de Medicina de la República Oriental del Uruguay. El programa de la Reunión tuvo como objetivo analizar "La Seguridad Sanitaria de los alimentos y la Salud Pública". Para ello se desarrolló el siguiente programa:

- 10.00 hs. Palabras de apertura: Sres. Presidentes de las Academias de Agronomía y Veterinaria de Argentina y de la Academia de Veterinaria de la República Oriental del Uruguay.
- 10.30 hs. Introducción a cargo de los coordinadores de la reunión, Dr. Emilio Juan Gimeno y Dr. Olindo Martino. Los temas abordados fueron: cuadro general de prevención y seguridad de alimentos (ANAV), la atención médica frente a los problemas sanitarios derivados de los alimentos (ANMA), los impactos sanitarios en el comercio internacional de alimentos (Veterinaria Uruguay) y vigilancia en las toxi-infecciones alimentarias (Medicina Uruguay).
- 11.00 hs. Notas sobre la evolución de la agricultura y de la ganadería en el Mercosur en el pasado reciente (Ing. Arg. Lucio Reca, ANAV). Producción, sanidad y economía de la industria pecuaria de Uruguay (Dr. Federico Fernández, Director de la División Sanidad Animal/DGSG/MGAP, Uruguay).
- 11.40 hs. La Sanidad y la Salud Pública en la industrialización de alimentos de origen pecuario en Argentina. Ejemplos de toxi-infecciones alimentarias, derivadas del procesamiento (Dr. Ramon Nosedá, ANAV).
- 14.00 hs. La red interinstitucional de seguridad alimentaria (CONICET). El sistema de prevención y control en la ROU (Dr. Carlos van Gelderen, Fundación PROSAIA).

- 14.40 hs -Mitigación de riesgos: herramientas y gestión integral del riesgo en la cadena global de alimentos (Dr. Thierry Woller, TransWorld Quality Systems). Los puntos críticos de control de alimentos y las normas nacionales e internacionales. Inocuidad química de los alimentos y las normas nacionales e internacionales (Dra. Teresita Heinzen, Asesor Técnico de la División Industria Animal/DGSG/ MGAP, Miembro del Código Alimentarius, Uruguay).
- 16.00 hs. Escherichia coli productor de toxina Shiga. Un ejemplo y desafío (Dr. Gerardo Leotta, CONICET). Síndrome Urémico Hemolítico en el ser humano (Dr. Olindo Martino, ANMA). Síndrome Urémico Hemolítico (Dr. José Grunberg, Academia Nacional de Medicina - Uruguay y Dr. Felipe Schelotto, Instituto de Higiene, Facultad de Medicina - Uruguay).
- 16.40 hs. Intoxicaciones de origen medicamentoso y agroquímicos (Dr. Jorge Errecalde, ANAV, FCV UNLP).
- 17.30 hs. Las zoonosis alimentarias y la Salud Pública (Dr. Felipe Schelotto, Instituto de Higiene, Facultad de Medicina, Universidad de la República, Uruguay). Tendencias en la gestión de la inocuidad (Dr. Ricardo Maggi, DNICA-SENASA, Argentina)
- 17:45 Tercera Auditoría de Calidad de Carne Vacuna del Uruguay (Dr. Augusto Borca, DMTV-DCDC, Instituto Nacional de Carnes, Uruguay).
- 18.00 hs Discusión y conclusiones. Se convino editar un CD con las presentaciones de cada Sesión Pública y las principales conclusiones para distribuir entre los organismos públicos y privados relacionados con la temática. Al final de la Reunión de redactaron las siguientes conclusiones:

El 13 de noviembre de 2015 se realizó la IV reunión inter-academias, en la que participaron dos Academias Nacionales de Argentina (la de Agronomía y Veterinaria y la de Medicina) y dos de la República Oriental del Uruguay (la de Veterinaria y la de Medicina). La reunión se realizó bajo el lema "La seguridad alimentaria y la salud pública". En el desarrollo de su programa, se ratificó el serio problema que significa para la Salud Pública el desconocimiento, los errores y las omisiones en la fase primaria de la producción, así como en las tecnologías de la manufactura

el almacenamiento, comercialización y consumo de los alimentos de origen animal.

En las distintas etapas de producción existen peligros de diverso tipo, ya sea por los orígenes de las contaminaciones, por el mal uso de temperaturas o por los errores de procesamiento, que conllevan a producir estados mórbidos para la salud del consumidor, que finalmente derivan en intoxicaciones, parasitosis o fallas digestivas. El alimento, de esta manera, se transforma en algo nocivo al ser consumido. El concepto "del campo al plato" incluye una cadena de actividades que exige responsabilidades en todos sus estamentos, incluyendo además del ámbito privado, al ámbito municipal, provincial y nacional, que coordinadamente deben trabajar en la prevención y control, generando una complejidad normativa funcional de difícil abordaje.

Como mitigación a estos riesgos y peligros latentes existen varias acciones que dependen de la función preventiva y curativa de los profesionales de los organismos públicos y privados que tienen la responsabilidad social de velar por la salud de sus individuos. En esas funciones se deben utilizar tecnologías que permitan detectar, prever, descubrir y tratar las causantes de morbilidad, tanto a nivel individual como colectivo, generando el concepto de una sola salud como función de la asociación de distintas profesiones, tanto en la esfera médica humana como veterinaria.

Junto a la labor asistencial profesional se debe desarrollar la educación preventiva. En el criador y ganadero para producir animales sanos y sin rastros de sustancias contaminantes, en el industrial y el comerciante para prevenir riesgos de deterioro y asegurar su inocuidad; sin descuidar el conocimiento del propio consumidor, para mantener los alimentos bajo sus condiciones sanitarias, nutritivas y organolépticas. Al mismo tiempo se deben desarrollar conocimientos y tecnologías como Buenas Prácticas Agrícolas y de Manufacturas, Trazabilidad y herramientas de mitigación por control de peligros (HACCP) y Análisis de Riesgos. Además, será fundamental la detección temprana de la contaminación microbiológica, la atención primaria de la salud en forma y tiempo adecuados y sobre todo la educación de todos los actores de la cadena.

Ratificamos que todo este cuadro se basa en la coordinación operativa, oficial y privada, tanto sanitaria como preventiva, con la activa

participación de los responsables del sector privado y de los Entes públicos. La solución del problema debe abarcar a los encargados de la producción animal generadora de alimentos, a los responsables de la industrialización y comercialización en todos sus niveles, así como a los encargados del control y de la atención de la salud. Se debería disponer de un sistema informático interconectado de vigilancia de estas zoonosis, para prevenir riesgos en la salud humana y animal, basado en el concepto ya mencionado de una sola salud. Se deben integrar saberes, conceptos interdisciplinarios y criterios de legislación común con este objetivo. En conclusión, se debe lograr el desarrollo de conocimientos que deben impartirse desde las escuelas junto con la promoción de la comunicación a la sociedad. Dada la alta asimetría encontrada en la relación información científica/conocimiento público, es aconsejable promover un medio público (por ejemplo, una página web) con la información resguardada y actualizada y el respaldo de un organismo oficial de alta confiabilidad, con clara identificación de las evidencias científicas y sus relatores.

En este último sentido, es oportuno señalar la repercusión del Informe Técnico del Centro Internacional de Investigaciones sobre Cáncer (CIIC) de la OMS, acerca del impacto del consumo de carnes rojas sobre la salud humana. Dicha publicación tuvo amplísima repercusión en los medios masivos de difusión en el mundo, a pesar de no aportar conclusiones científicas rigurosas y mostrar una ligereza y parcialidad inconsistente con los hechos científicos conocidos hasta hoy. Las Academias de Argentina y Uruguay reunidas en esta oportunidad consideran peligrosa y contraproducente la difusión de informaciones erróneas y hacen una exhortación a las autoridades nacionales y privadas, así como a las organizaciones internacionales involucradas, para que promuevan investigaciones basadas en evidencias científicas contundentes que adecuen la metodología de la información al riesgo real y adviertan sobre el peligro de comunicaciones mal orientadas, que desinformen sobre la salud de la población.

Presentación del Dr. Daniel Ploper

Dr. Sergio Lenardón

Sesión Pública Extraordinaria, Junio de 2015, Tucumán

Sra. Rectora de la Universidad Nacional de Tucumán Dra. Alicia Bardón, Sr. Presidente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria Dr. Carlos O. Scoppa, Autoridades Nacionales y Provinciales, Miembros de la Academia, Señores y Señoras.

Hoy se me ha conferido la distinción "muy especial" de dar la bienvenida e introducir a la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria como nuevo cófrade al Dr. Daniel Ploper. Este hecho significa para mi, no solo resaltar la figura de un destacado profesional, sino evocar una larga amistad desarrollada por más de cuatro décadas.

Daniel Ploper se graduó de Ingeniero Agrónomo en la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT) en el año 1974. Posteriormente se radicó en Estados Unidos y realizó sus estudios en el Departamento de Botánica y Patología Vegetal de la Universidad de Purdue, Indiana, graduándose como Master of Science en el año 1984 y como Doctor of Philosophy en el año 1987. Ambas titulaciones fueron obtenidas con temas de tesis relacionados a patógenos de la soja, cultivo sobre el cual trabajaría durante prolongados períodos de su carrera, constituyéndose como un referente científico y gestor del conocimiento de esta oleaginosa a nivel nacional, latinoamericano y mundial. Años mas tarde, realizó su postdoctorado en el Departamento de Patología Vegetal de la Universidad de Auburn, Alabama, desde 1990 a 1992.

Su formación académica se desarrolló en simultaneo con su carrera como Investigador Científico de la EEA Obispo Colombres y como Docente de la Cátedra de Fitopatología de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la UNT alcanzando desde hace varios años los cargos de Investigador Principal y Director Técnico en la EEA y Profesor Asociado en la Universidad, respectivamente. Actualmente, también se desempeña como

Investigador Independiente del Conicet.

En su tarea como investigador, a través de su dilatada trayectoria, el Dr. Ploper se ha constituido en un "rara avis" ya que se ha ocupado especialmente de los principales problemas fitosanitarios que limitan la producción de cultivos extensivos del NOA, algunos de carácter nacional y otros estrictamente regionales.

Comenzó su producción científica ocupándose de técnicas de mejoramiento en caña de azúcar para algunos factores bióticos incidentes, para continuar posteriormente con líneas de investigación referidas a esclarecer virosis emergentes para este cultivo.

Luego, se ocupó de las principales enfermedades en poroto, donde se inclinó hacia la etiología y epidemiología de las principales enfermedades como la mustia hilachosa, el tizón bacteriano común, virosis del complejo Geminivirus, la mancha angular de la hoja, etc. Además, con su grupo, trabajó durante años en la búsqueda de resistencia a distintas enfermedades, logrando inscribir numerosos cultivares resistentes o tolerantes a patógenos varios.

Las enfermedades de la soja en el NOA fueron el centro de sus investigaciones por muchos años, donde el Dr. Ploper y colaboradores profundizaron estudios de etiología, epidemiología y manejo de los principales patosistemas, dentro de los cuales merecieron especial atención: a) el cancro del tallo, b) mancha ojo de rana, c) enfermedades de fin de ciclo, d) roya, e) fusariosis, f) virosis varias y g) nemátodos. Sin dudas, los aportes más significativos estuvieron orientados al manejo de estos patógenos y como estrategias de intervención sustentables y ecológicamente aceptables desarrollaron distintos cultivares de soja resistentes a los mismos con implicancias económicas y tecnológicas que trajeron notables beneficios para el sector productivo.

En cuanto al limón, cultivo estratégico del NOA, realizó continuos e importantes aportes a la evaluación de productos químicos tendientes a reducir significativamente los efectos de enfermedades desfigurantes, como las causadas por *Guignardia citricarpa*, *Colletotrichum*, *Xanthomonas axonopodis*, *Diaporthe citri* y *Penicillium*, las cuales impactan directamente sobre la producción y la calidad de esta especie cítrica.

Los resultados de sus numerosas investigaciones se dieron a conocer en reuniones científicas, congresos y jornadas, tanto nacionales como internacionales donde desempeñó funciones como presidente, disertante, conferencista y expositor, entre otras. Como autor y coautor, ha participado de la edición de libros y manuales técnicos referidos a distintos problemas fitosanitarios de los cultivos y de casi un centenar de trabajos científicos en revistas de la especialidad nacionales e internacionales.

Un párrafo aparte lo constituyen sin duda sus publicaciones de divulgación técnica relacionadas con diferentes aspectos de su especialidad, punto de referencia obligado para quienes trabajan en el tema en los sistemas productivos. Asimismo, en el ámbito docente, ha colaborado en la edición de manuales destinados a cimentar la formación de estudiantes de Agronomía.

En gestión de eventos científicos, el Dr. Ploper ha participado durante años como representante ante el Comité Científico de la Conferencia Mundial de Investigaciones en Soja e integró el comité científico de este evento durante algunos períodos. Asimismo, se ha desempeñado como presidente, vicepresidente y coordinador, de congresos organizados por la Asociación Argentina de Fitopatólogos (AAF), institución que reúne a estos especialistas en sanidad vegetal en el país.

En la administración de ciencia y tecnología su tarea ha sido ímproba. Deseo destacar la que para mi modo de ver es la más trascendente para Tucumán y el NOA, la de Director Técnico de la EEAOC, en la que se refleja, luego de varios años de gestión, la huella de un innovador nato que transformó y puso al día esta Experimental provincial. La convirtió en un modelo a imitar dentro de las experimentales de esas características en el país, por la envergadura de las temáticas que se abordan, los cambios tecnológicos introducidos, la dotación de personal capacitado, los equipamientos de última generación adquiridos y las normas de calidad certificadas para varios de los laboratorios de la misma. La EEAOC ha alcanzado una dimensión Nacional e Internacional impensable hace unos años y sin dudas tiene la impronta del Dr. Ploper y del Consejo que lo acompaña en sus trascendentes decisiones.

No menor ha sido su accionar en docencia universitaria en la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la, UNT. Desarrolló sus actividades de grado en la Cátedra de Fitopatología, donde ingresó como Ayudante de laboratorio hasta alcanzar el nivel de Profesor de la Asignatura. Además, es Profesor de posgrado, responsable de "Fitopatología" y "Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades" de la Maestría en Ciencias Agrarias de la citada Facultad. Sus méritos lo han hecho acreedor en el Programa de Incentivos para Docentes de la máxima calificación que otorga el Consejo Interuniversitario Nacional.

Por otra parte, se ha desempeñado como Director y Director Asociado de Tesis Doctorales y de Maestría. Dirigió Profesionales de Apoyo a la Investigación y Desarrollo, Becas de Iniciación de CONICET y de la EEA Obispo Colombres y pasantías relacionadas con su tema de investigación. Asimismo, ha colaborado con comisiones destinadas a supervisar trabajos de investigación en instituciones universitarias del país y del extranjero y a evaluar la calidad de los miembros de Jurado de Posgrado.

Otra faceta de su gestión fue la búsqueda constante de financiamiento para el desarrollo de proyectos de investigación relacionados con Etiología y epidemiología de enfermedades en cultivos de importancia socio-económica del NOA. Presentó numerosas propuestas ante organismos nacionales (CONICET, INTA, Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Tucumán (CIUNT), Asociación Fitosanitaria del Noroeste Argentino (AFINOA), Estación Experimental Agro-Industrial Obispo Colombres, Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica - FONCyT) y extranjeros (Comisión Europea y PROCISUR - IICA).

Su trayectoria ha estado jalonada por numerosas distinciones y premios otorgados por diversas Instituciones nacionales e internacionales, sin embargo quisiera rescatar dos que por el momento en que se otorgaron nos señalan las características innatas de este colega: a) Premio Anual al Mejor Egresado (Medalla de Oro) por su carrera de Ingeniero Agrónomo, de la Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de Tucumán su Universidad ALMA MÁTER de grado y b) el de Distinguished Alumni, otorgado por la Universidad de Purdue, Indiana, EEUU, su Universidad ALMA MÁTER de posgrado. En la primera, el reconocimiento fue por su desempeño académico, mientras que en la segunda fue por su labor científica en la disciplina y sobresaliente trayectoria como

profesional formado.

Como mencione anteriormente, conozco a Daniel Ploper desde hace más de 35 años, seguramente con algunos años menos de los que actualmente posee. En este lapso de tiempo he sido testigo de su entusiasmo, compromiso y dedicación para con la fitopatología que lo ha posicionado como un referente científico nacional e internacional en varios patosistemas. La ardua tarea desarrollada por este eximio colega en investigación y transferencia trae a mi memoria una reflexión del célebre Dr. Norman Borlaug, Premio Nobel de la Paz y Padre de la Revolución Verde, quien sentenció que "la investigación científica debe ser buena, pero buena para algo" (Research needs to be good, Good for something). No tengo la menor duda de que la magnitud de la contribución realizada por el Dr. Ploper a las ciencias agropecuarias en su accionar permanente, ha estado consustanciada con esta máxima premisa.

Muchas Gracias.

Incorporación del Académico Correspondiente Dr. Daniel Ploper

Palabras del Académico Correspondiente

Dr. Daniel Ploper

Buenas noches,

Muchas gracias a la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria por tan importante distinción; y a su presidente, Dr. Carlos Scoppa, por su presencia y sus palabras. Mi gratitud también a la rectora de la Universidad Nacional de Tucumán por los conceptos expresados y al Dr. Sergio Lenardón por la presentación de mi carrera profesional.

Mi lista de agradecimientos no termina acá. En lo que voy a contarles han intervenido muchas personas, sin quienes nada de ello hubiera ocurrido. Parece una obviedad, pero quizá de eso se trate todo. Lo haré en su momento. Antes de comenzar, de todos modos, quiero sí agradecer la

compañía de todos ustedes en esta circunstancia tan especial para mí.

Incorporación del Académico Correspondiente Dr. Daniel Ploper

Conferencia

Fitopatología y productividad. Los desafíos del conocimiento aplicable

Dr. Daniel Ploper

INTRODUCCIÓN

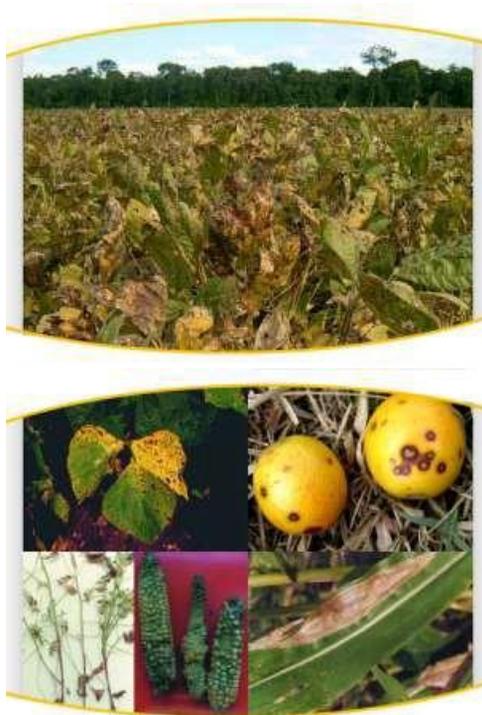
Como bien lo dice el título de esta disertación, voy a hablarles de la fitopatología en su relación con la productividad; de cómo se aplican los conocimientos generados por la investigación y el desarrollo tecnológico para superar esos factores limitantes de la producción que son las enfermedades vegetales.

“La fitopatología desde las trincheras” podría ser también el título de esta disertación. Y como el punto de vista es el de la fitopatología en acción, lo haré del modo más consecuente: es decir, narrándoles hechos, experiencias concretas de las que, de uno u otro modo, me ha tocado participar a lo largo de mi carrera. Repasemos, antes de seguir, algunas definiciones que contribuyan a aclarar el punto de vista desde el que voy a hablarles.

En primer lugar, ¿Qué es la fitopatología?

Una definición posible y normalmente aceptada es: “la fitopatología es la disciplina de las ciencias agrarias que estudia las enfermedades de las plantas en todos sus aspectos: etiológicos (qué la produce), fisiopatológicos (qué ocurre en ese organismo alterado), sintomatológicos (cómo se manifiesta la enfermedad), diagnósticos (cómo se la identifica) y, finalmente, dos aspectos clave en relación con nuestro enfoque: el epidemiológico (cómo se contagia y/o se expande) y el de su control (es decir, su manejo y/o su eventual erradicación).

La otra pregunta que cabe sería ¿qué se entiende por enfermedad? Con el término enfermedad nos referimos a la "disfunción de un proceso, causada por una acción continuada, con efectos deletéreos para el sistema viviente que lo padece y resultante en la manifestación de síntomas".



Si bien cumplen con su función, estas definiciones sólo aportan la base de lo que quisiera dar a entender aquí.

La fitopatología es fácilmente comparable con la medicina o con la veterinaria. En un extremo la fitopatología conecta con la ciencia en estado puro, por así decirlo, con el descubrimiento de los fenómenos biológicos que ocurren en la vida y con la enfermedad de los vegetales. Pero por otro, conecta con la realidad inmediata: con el paciente y con sus circunstancias. Estas tres disciplinas son comparables en ese sentido y en su esencial particularidad: las tres se han desarrollado con el objetivo de curar.

Sin embargo, existe una diferencia sustancial. Vista como un fenómeno

biológico, la enfermedad -especialmente la enfermedad en los vegetales-, tiene una connotación amplia, dado que engloba las alteraciones fisiológicas ocasionadas por agentes infecciosos, bióticos, es decir, vivos (hongos bacterias, virus, mollicutes, entre otros microorganismos) y las ocasionadas por condiciones desfavorables del ambiente, agentes abióticos (humedad, temperatura, condiciones de suelo, deficiencia de nutrientes, etc.).



En el caso de las plantas, la situación y no sólo la circunstancia, el contexto concreto en el que se desarrollan, es determinante. Quiero decir, las plantas, al contrario de lo que ocurre con los humanos y aún, en parte, con los animales, están condenadas a las condiciones ambientales en las que les ha tocado desarrollarse.



La fitopatología es, entonces, una disciplina que tiene que prestar mucha

atención al contexto ecológico en el que habita el paciente con su eventual enfermedad. Esa es una parte de la gran diferencia entre fitopatología y medicina. La otra es que los vegetales y los agentes bióticos que pueden afectarlos, poseen aptitudes adaptativas mucho más veloces que los mamíferos. Esto nos advierte acerca de lo provisoria que pueden resultar las soluciones rápidas para las enfermedades que enfrentamos. Pero al mismo tiempo, nos está diciendo también, que si logramos comprender bien la relación entre el patógeno y la especie vegetal afectada en un contexto determinado, esa misma aptitud adaptativa de la especie puede utilizarse a favor para encontrar la variante genética que mejor antagonice los efectos patogénicos que la maltratan y de la manera más natural posible.

La razón permanente de esta actividad, por lo tanto, la de la fitopatología de las trincheras, es la sistematización de todo el conocimiento disponible para su aplicación a través de técnicas adecuadas a la dinámica sanitaria de los organismos vegetales en su contexto y en su circunstancia. Especialmente, como en mi caso, cuando esa actividad está dirigida a los cultivos que utilizamos para alimentarnos y que se practican mayormente en grandes extensiones. El combate contra la enfermedad adquiere en el territorio vegetal particularidades únicas y a veces irrepetibles, pero nunca individuales. Si encontramos en un cultivo una planta enferma, tendremos que pensar en todas las demás. Por eso es que, en general, la presencia de una enfermedad en un determinado cultivo, es para nosotros una epifitía.

Las enfermedades constituyen uno de los factores capaces de reducir significativamente la calidad y la cantidad –incluso la extinción– de las producciones vegetales; y existen numerosos antecedentes a nivel mundial sobre el impacto negativo en los rendimientos, en muchos casos con consecuencias sociales desoladoras (cambios culturales, emigración, hambre, e incluso mortandad).

Esa es la ubicación y el desafío de la fitopatología a la que me he dedicado. Lo que voy narrarles entonces, desde mi propia experiencia, como actor, como testigo o como interlocutor entre partes, es lo que se ha hecho en nuestra región en estas últimas cuatro décadas. Especialmente respecto de las soluciones encontradas para cuatro cultivos de gran importancia regional: poroto, caña de azúcar, limonero y soja; en cuya historia sanitaria me he visto involucrado, directa o

indirectamente.



Desde mi experiencia quiero decir también que, sin desconocer los aportes de investigadores y técnicos de otras instituciones, la mayor parte de mis comentarios estarán referidos a lo realizado en y por la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC), institución en la que desarrollé mis actividades desde el comienzo e ininterrumpidamente -salvo en los períodos que dediqué a mis estudios de posgrado-. Esto es algo que puedo decir con orgullo, ya que se trata de una institución que, en materia de investigación y desarrollo tecnológico agroindustrial, ha hecho fundamentales aportes a la región.



Comenzaremos entonces por el Poroto, un cultivo regional muy afectado

por las enfermedades. Podríamos decir que esta fue mi experiencia "bautismal".



El cultivo de poroto ha sido una actividad tradicional en el noroeste argentino desde comienzos del siglo XX. A partir de la década de 1970 se convirtió en un cultivo extensivo de gran importancia económica regional, cuyo destino final fue la exportación. Actualmente, Argentina es el principal exportador de poroto tipo Alubia y quinto exportador de porotos en general (negro, rojo y no tradicional) a nivel mundial. El 95% de la producción porotera argentina proviene de las provincias del NOA, en especial de Salta, del este de Tucumán, del oeste de Santiago del Estero, del sudeste de Jujuy y de Catamarca. Anualmente se siembran entre 280.000 y 440.000 hectáreas de poroto en el NOA.



Con el incremento del área sembrada en esta región, se volvieron

evidentes ciertos problemas de producción, en especial los relacionados a cuestiones fitosanitarias.

La primera epifitía severa se presentó a mediados de la década de 1970 con el "achaparramiento", y fue mi primer contacto con un problema fitosanitario, a poco de mi ingreso a la EEAOC. Esta afección, que detiene el crecimiento y deforma totalmente la planta hasta volverla improductiva, perjudicó severamente a la variedad de poroto Alubia Selección Cerrillos, quizá la variedad más conocida. Las pérdidas totales, que se repitieron en años subsiguientes, se sintieron con mayor intensidad en las "nuevas áreas", o áreas de expansión, caracterizadas por ser más calientes y secas.



La causa del "achaparramiento del poroto" fue revelada, finalmente, en 1981, cuando se constató que se trataba de una enfermedad ocasionada por un geminivirus transmitido por la mosca blanca. Debido a los síntomas de enanismo en la variedad Alubia, y al moteado en los porotos de grano negro, se concluyó que se trataba del "Virus del moteado clorótico del poroto", actualmente reconocido como el "Virus del enanismo del poroto", una especie del género Begomovirus, familia Geminiviridae.

La emergencia de este virus estuvo estrechamente relacionada a las mayores poblaciones de la mosca blanca que se desarrollaron por su preferencia por la soja (que también avanzaba en el NOA) y por las condiciones de sequía que se presentaron en esa época, particularmente en la provincia de Santiago del Estero. Esta relación entre vector y patógeno, ámbito de la epidemiología de una enfermedad, es lo que hace

tan importante la interrelación entre la fitopatología y la entomología, también encarada desde la acción.

En 1985 se manifestó otro geminivirus, el "Virus del mosaico dorado del poroto" (BGMV), también transmitido por la mosca blanca, que atacó incluso a variedades que habían mostrado resistencia al mencionado "Virus del enanismo del poroto".



Estas epifitias provocaron la extinción del cultivo del poroto blanco Alubia en las zonas tradicionales y su concentración, a partir de 1980, en el departamento San Martín, provincia de Salta, donde las condiciones productivas le resultan favorables hasta la actualidad. A principios de ese año, ante la extrema situación fitosanitaria que afectaba a este cultivo, la EEAOC inició un plan vinculado al Programa de Poroto del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) localizado en Cali, Colombia. De este Centro se recibieron los primeros materiales de grano negro resistentes al "achaparramiento" para su evaluación.

Como resultados de los estudios en campo, se pudieron identificar variedades de poroto negro como el DOR 41, DOR 157 y BAT 304, que mostraban resistencia al virus y que, luego de ser inscriptas por la EEAOC entre 1982 y 1986, fueron liberadas para su cultivo. Estos materiales fueron rápidamente adoptados por los productores de la región, ya que además de su resistencia al virus, mostraban resistencia al desgrane que permitió avanzar en la mecanización del sistema de cosecha, y en el caso de BAT 304 también mostraban mayor precocidad.

En la emergencia, no se pueden esperar resultados con los brazos caídos.

Es así que hasta poder contar con variedades resistentes, el control químico de la mosca blanca fue la única estrategia disponible para disminuir el impacto de estas virosis. Incluso con la disponibilidad de variedades de mejor comportamiento fue necesario continuar con la aplicación de insecticidas, aunque con menor frecuencia y sin tener que recurrir a pulverizaciones de los bordes del campo y montes vecinos, con el consecuente impacto ambiental que ello acarrea.



Luego de estas primeras acciones, la EEAOC consolidó un proyecto propio de mejoramiento genético que continuaría en las siguientes décadas con la búsqueda de materiales superiores (con altos rendimientos, resistentes a las principales enfermedades de la región, de buenas características agronómicas, con calidad comercial y aptos para la trilla directa), promoviendo al mismo tiempo la diversificación de la producción de poroto. De esta forma, desde 1988 y hasta la actualidad se inscribieron 11 variedades de porotos blancos, rojos grandes y chicos, Cranberry y negros, muchas de las cuales fueron ampliamente cultivadas en el NOA.



A pesar de todo el esfuerzo realizado y del gran progreso obtenido con las nuevas variedades tolerantes a virosis, otras patologías que se presentan en forma endémica (y con marcada virulencia en algunos años y zonas), impiden todavía obtener los rendimientos potenciales que poseen las variedades liberadas. Entre estas enfermedades se destacan la bacteriosis común, otra denominada mancha angular y otra conocida como moho blanco.

La bacteriosis común, causada por *Xanthomonas axonopodis* pv *phaseoli*, afecta hojas, vainas y también semillas, disminuyendo, además de los rendimientos por los daños generales, su calidad comercial. En los últimos años la EEAOC intensificó sus acciones procurando incorporar genes de resistencia a genotipos adaptados a la región y con buenas características agronómicas, contándose ya con líneas avanzadas que poseen altos niveles de resistencia genética a esta enfermedad.



Bacteriosis común



Mancha angular

Del mismo modo se trabajó para contrarrestar a la mancha angular,

causada por el hongo *Pseudocercospora griseola*. En 2010 se liberó la variedad TUC 550 con altos niveles de resistencia a esta enfermedad.

Puede notarse que, en general, las soluciones que buscamos para contrarrestar el ataque de enfermedades perjudiciales para nuestros cultivos consisten en encontrar variedades genéticamente resistentes, lo que implica años de cruzamientos y ensayos durante los que se exploran alternativas naturales. Pero mientras esas búsquedas proceden, muchas veces hay que recurrir a la aplicación de soluciones efectivas, pero menos duraderas como es el caso del uso de fungicidas. Es lo que se hizo para la mancha angular, para la cual se ha trabajado durante varios años evaluando productos que puedan contrarrestarla, junto a otra fungosis conocida como mustia hilachosa, causada por *Thanatephorus cucumeris*.

Ese ha sido también el caso del mencionado moho blanco, causado por el hongo polífago *Sclerotinia sclerotiorum*, que se presenta con mayor intensidad en el sur y el norte de la provincia de Salta y que se procura manejar con la aplicación de fungicidas. Para este caso hubo que recurrir a ensayos de gran escala para terminar demostrando que se podía manejar mediante fungicidas sólo si estos eran aplicados oportunamente. En la actualidad se está investigando sobre el uso de hongos antagonistas nativos para el control biológico de esta enfermedad, procurando de ese modo encontrar alternativas más sostenibles al uso de compuestos químicos de síntesis.

Como hemos visto, enfocados en el problema sanitario que pueda afectar un cultivo de importancia alimentaria, la fitopatología ocupa, provisoriamente, el centro de la escena. Sin embargo, interactúa con otras disciplinas o áreas de las ciencias aplicadas a la agronomía como la genética y a prácticas conjuntas de mejoramiento genético, agronómico y biológico, que conduzcan a soluciones efectivas, pero más sustentables. Se entenderá también entonces que en esta interrelación necesaria participan numerosos investigadores y técnicos.



Mustia hilachosa



Moho blanco

Respecto de estos temas que acabo de mencionar, me ha tocado compartir actividades con profesionales y becarios de la EEAOC y de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de Tucumán (FAZ-UNT), a quienes quiero expresar mi especial reconocimiento, como así también a otras personas, algunas de ellas productores y técnicos de la actividad privada, que generosamente colaboraron de una u otra manera con el desarrollo de estos estudios:

Raul Ricci, Oscar Vizgarra, Nicolás Dantur, Cecilia Guio, Clara Espeche, Silvana Mamaní, Diego Méndez, Victoria González, Cecilia Díaz, Catalina Aguaysol, Marta Yasem, y Enzo Allori. Francisco Morales, Julio Luna, Carlos Francini, Arsenio Jaime, Alberto Ortega, Pablo Stagnetto, Avelino Rengel, José Jaluf, Arnaldo Liácono, Julio Torrego, Ernesto Terán Vega, Ramón Puchulu y Esteban Espejo.

Es de esa interrelación de colaboración y de correspondencia de la que emergen las soluciones valederas, incluyendo en esta mirada conjunta el no menos grave y por eso muy atendible problema ambiental y social.

Pasemos ahora a otro cultivo de gran importancia regional: la caña de azúcar.

Caña de azúcar



Caña de azúcar



- almendra carbonizada
- alcohol como bioenergía
- cogeneración de energía eléctrica
- bagazo de vinaza
- proteínas ureaformales a partir de la vinaza
- producción de fertilizantes orgánicos de efuentes líquidos y sólidos

La caña de azúcar fue traída a la región a principios del siglo XIX. Si bien al principio la fabricación de azúcar fue una actividad artesanal, con la llegada del ferrocarril a Tucumán en el año 1876, tomó un fuerte impulso debido a la incorporación de modernas maquinarias que permitieron expandir de manera notable el parque industrial y transformar a esta verdadera agroindustria en una de las más sólidas de la Argentina. En la actualidad, el NOA produce el 99% del azúcar del país (Tucumán 62,6%, Salta y Jujuy 36,9%), en 340.000 ha (Tucumán 75%). Existen 20 ingenios (quince se encuentran en Tucumán, tres en Jujuy y dos en Salta) y alrededor de 5.000 cañeros (el 99% en Tucumán). En el año 2014 se produjeron 1.495.694 toneladas de azúcar en Tucumán y 2.028.393 de toneladas en el país.

La agroindustria de la caña de azúcar ha sido uno de los pilares del desarrollo económico y social de Tucumán. Además de azúcar, esta agroindustria produce hoy en Argentina alcohol, un co-producto resultante de la elaboración de azúcar y la fibra remanente de la caña, que se destina a la producción de papel en plantas localizadas en Jujuy y en Tucumán. Los primeros ensayos para la obtención de alcohol a partir de la caña datan de 1915. Parte de ese alcohol se deshidrata y es utilizado como biocombustible. También algunos ingenios han concretado proyectos de inversión para la co-generación de energía a partir de la quema del bagazo y están en marcha proyectos para obtención de biogás y fertilizantes a partir de la vinaza. La tantas veces vapuleada caña de azúcar ha demostrado ser uno de los cultivos más pródigos en alternativas productivas, con un gran futuro, que no deberíamos dejar de impulsar, tal como lo habrían concebido hace ya más de un siglo atrás los

creadores de la Estación Experimental Agrícola de Tucumán. Antes de referirme a lo realizado en el período que estamos examinando, quisiera mencionar que los principales problemas fitosanitarios de este cultivo en la región ocurrieron en la primera mitad del siglo pasado y su resolución fue posible gracias a los trabajos de la EEAOC. Por ello, no quisiera dejar de mencionarlos en esta oportunidad.



La primera epifitía importante fue causada en la caña Criolla por el virus del mosaico de la caña de azúcar (SCMV) entre 1914 y 1916, con pérdidas en Tucumán del orden del 80% de la producción azucarera. La segunda, fue causada por el carbón (*Sporisorium scitamineum*) en los primeros años de la década de 1940, después de campañas con heladas y sequías pronunciadas. El carbón causó severas pérdidas y afectó a la principal variedad cultivada en ese entonces, la POJ 36. El trabajo de investigación y desarrollo llevado a cabo por la EEAOC sirvió para aportar cultivares propios y extranjeros para hacer frente a ambas emergencias sanitarias, lo que se complementó con una eficaz y rápida labor de transferencia al productor. Entre dichas actividades se destacó la abundante publicación de recomendaciones, la provisión de caña semilla de variedades resistentes y la renovación de cañaverales en Tucumán. Estos logros eran algunos de los galardones que ostentaba la Institución a la que tempranamente me integraba, logros que daban razón a su existencia y que elevaban el espíritu de trabajo que desde siempre la ha caracterizado.



En los últimos cuarenta años la eficiente tarea del Programa de Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar (PMGCA) de la EEAOC permitió difundir variedades, ya sean propias o introducidas desde otras fuentes y evaluadas apropiadamente aquí, con lo que se evitaron nuevas crisis sanitarias y se elevaron progresivamente los niveles de producción y de calidad de la materia prima, manteniendo así a la agroindustria en excelentes condiciones de competitividad. Esto fue complementado con el estudio y recomendación por parte de la EEAOC de otras prácticas de cultivo que mejoraron la sanidad y la productividad de los cañaverales.

La atenta mirada de la fitopatología es de importancia central en el Programa de Mejoramiento Genético. A la par de las características productivas de los cultivares que se desarrollan (porte, volumen, acumulación de sacarosa, brotación rápida, o maduración temprana, por ejemplo) se evalúan los materiales en sus diferentes etapas por su comportamiento frente a las principales enfermedades, tales como mosaico, carbón, roya marrón (*Puccinia melanocephala*) y otras patologías foliares. Esto nos ha llevado a crear, sostener y perfeccionar el Proyecto Vitroplantas, iniciado en el año 2000 y que consiste en la producción de caña semilla saneada (es decir, libre o con mínima incidencia de enfermedades sistémicas), vigorosa y de identidad genética garantizada. Semilla de alta calidad que la EEAOC pone a disposición de los productores desde el primer momento.



Las vitroplantas se producen en laboratorio mediante el empleo de técnicas de termoterapia, cultivo de meristemas y micropropagación. Luego, los plantines micropropagados que se desarrollan en el laboratorio, bajo condiciones controladas, son aclimatados o rusticados en invernaderos antes de ser transplantados al campo, iniciando una secuencia que incluye la plantación de un semillero básico, controlado por la EEAOC y del que se extrae la caña semilla. Ésta, se multiplica en semilleros que se plantan en lotes de ingenios, de cooperativas y de productores independientes para abastecer luego a las plantaciones comerciales.

El principal aporte en este proyecto fue adaptar y desarrollar metodologías moleculares para optimizar el diagnóstico mediante PCR de cuatro enfermedades sistémicas que afectan a la caña de azúcar: el raquitismo de la caña soca o RSD (*Leifsonia xyli* subsp. *xyli*), la escaldadura de la hoja (*Xanthomonas albilineans*), el mosaico de la caña de azúcar y el amarillamiento de la hoja (SCYLV). Estas técnicas moleculares permiten detectar los patógenos causales, medir la cantidad de los mismos y asegurar fehacientemente la sanidad del material producido en la etapa de micropropagación. Ese control se complementa con inspecciones rutinarias en un semillero básico para verificar la ausencia de esas patologías en el resto del proceso de producción de "caña semilla" saneada.

Este Proyecto ha favorecido la rápida multiplicación y difusión de las nuevas variedades, creadas o introducidas por la EEAOC, en un proceso continuo que hemos venido reforzando. La EEAOC ha producido seis

nuevas excelentes variedades en los últimos seis años.



Nuestros estudios complementarios, no obstante, continúan. Hemos avanzado así en dos aspectos clave como son la determinación y caracterización del virus causante del amarillamiento de la hoja de la caña de azúcar y en el desarrollo de metodologías de diagnóstico molecular para la detección de la bacteria causal de la estría roja (*Acidovorax avenae*).

Además, hay otras amenazas a las que todavía hay que prestarles especial atención. El de la roya marrón es uno de esos casos. Si bien el método más eficiente para su control es la utilización de cultivares resistentes seleccionados en programas de mejoramiento genético, se conoce y se pudo comprobar que esta resistencia no es duradera por la aparición de variantes (razas) del patógeno capaces de superar esa resistencia. Es lo que sucedió recientemente con LCP 85-384, la variedad más difundida en Tucumán (ocupa todavía y peligrosamente el 83% del área plantada), una variedad originalmente resistente pero que desde 2005 se comporta como susceptible. Los estudios de control químico han comprobado la eficiencia del fungicida en la reducción de la severidad de esta enfermedad, con lo que eventualmente se podría recurrir a su utilización para disminuir el riesgo de la ocurrencia de epifitias severas por condiciones ambientales a veces muy favorables. De todos modos, nuestra recomendación principal es la de la diversificación varietal. La presencia de una variedad susceptible incrementa las condiciones de supervivencia y reproducción del patógeno responsable y el peligro de su expansión.



Otro caso es el de la roya naranja, una enfermedad que en otros países ha causado significativas pérdidas. Es causada por el hongo *Puccinia kuehnii* y recientemente fue detectada en la provincia de Misiones. Las tareas de prospecciones en el NOA y NEA desde el año 2011, en conjunto con técnicos del INTA, posibilitaron una detección temprana de esta enfermedad, que permitirá formular programas para su manejo para cuando ingrese en el NOA.

Otra vez, valga decirlo, estos estudios y los desarrollos consecuentes son posibles por la combinación de recursos científicos y tecnológicos que permiten ir integrando la biotecnología a las prácticas de mejoramiento genético, diagnóstico y tratamiento convencionales, lo que supone el aporte de distintos equipos de trabajo interconectados, que debo aquí reconocer y agradecer:

Franco Fogliata, Jorge Mariotti, Jorge Scandaliaris, María Inés Cuenya, Ernesto Chavanne, Miguel Ahmed, Eduardo Romero, Patricia Dignonzelli, Nilda V. de Ramallo, Jacqueline Ramallo, Victoria González, Claudia Funes, Romina Bertani, Diego Henriquez, Constanza Joya, Bjorn Welin, Atilio Castagnaro, Francisca Perera, Aldo Noguera, Josefina Racedo, Alejandro Rago y Sergio Pérez.

A mis colegas y asistentes y también a las cooperativas de productores independientes, empresas del medio y organizaciones gremiales azucareras, comprometidos todos en el intento de sostener e incrementar la productividad y la sustentabilidad de nuestros cañaverales.

Limonero, de Tucumán para el mundo

Veamos ahora lo que se ha hecho a favor de otro de nuestros cultivos estrella: el limonero. Tucumán, con sus 38.000 hectáreas y alrededor de 1,2 millones de toneladas producidas anualmente, es en la actualidad, a nivel mundial, el principal productor de limón, así como el principal industrializador y exportador de sus derivados (jugo concentrado, cáscara deshidratada y aceite esencial).



También en el caso de los cítricos, corresponde mencionar una importante epifitía que ocurrió en el siglo pasado y que cambió el perfil productivo de estos frutales. La enfermedad conocida como “tristeza” diezmó a mediados de la década de 1950 las plantaciones de naranjo injertados sobre naranjo agrio, pero no a los limoneros implantados en el mismo pie, en el mismo porta-injerto. Este hecho, sumado a los buenos pecios que se obtenían con los limones de verano en Buenos Aires, provocó que se incrementaran las plantaciones de limonero y la instalación de fábricas para el procesamiento de la fruta que se producía en el invierno, dando así origen en las siguientes décadas a una de las zonas limoneras más importantes de mundo y al mayor centro de industrialización de limón.



Una vez más, una de las claves del éxito de las plantaciones ha sido el uso de material de propagación libre de enfermedades. Desde hace más de cuarenta años la EEAOC difunde material libre de virus, primero nucelares y actualmente saneados por micro-injerto de ápices caulinares (porciones incontaminables del tejido). Este material fue originado en su Centro de Saneamiento Cítrico, habilitado por el Instituto Nacional de Semillas (INASE) desde el 2004 para la ejecución de tareas de limpieza y diagnóstico de patógenos en cítricos. Este es uno de los dos centros de saneamiento cítrico que existen en el país, cuyo objetivo es proveer de semillas y yemas registradas para la producción de plantas sanas debidamente certificadas.

Además de lo realizado con el material de propagación, en estas últimas cuatro décadas se continuó trabajando activamente para asegurar la sanidad y la calidad de las producciones cítricas y, especialmente, en el desarrollo de protocolos e investigaciones orientadas a mantener abiertos los mercados internacionales o bien alcanzar nuevos destinos.

En la década de 1990, distintos estudios realizados en la EEAOC fueron claves para lograr la apertura del mercado de EE.UU. para fruta fresca cítrica proveniente del NOA. En aquellos años la región NOA era libre de cancrisis de los cítricos (*Xanthomonas citri* subsp. *citri*), siendo la mancha negra (*Guignardia citricarpa*) y la sarna del naranjo dulce (*Elsinoë australis*), las principales enfermedades cuarentenarias a considerar para ese destino. Dentro del sistema integrado de mitigación de riesgo desarrollado por el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA), con el que se logró exportar exitosamente a dicho país en los años 2000 y 2001, la institución jugó un papel clave en la etapa de las evaluaciones de la fruta pre-cosecha para confirmar la

ausencia de estas patologías.



A partir de la aparición de la cancrrosis en la región a comienzos del siglo actual, se realizaron investigaciones para conocer aspectos claves de esta nueva enfermedad, incluyendo estudios epidemiológicos y de su manejo. Las tareas desarrolladas y los avances logrados posibilitaron que se haya podido seguir exportando a mercados tradicionales como la Unión Europea, donde esa y otras enfermedades continúan siendo cuarentenarias. Entre las actividades se incluye un servicio esencial al SENASA, como la capacitación anual de inspectores de campo y de empaque en el reconocimiento de las distintas enfermedades que afectan a los frutos cítricos.

Otro significativo aporte realizado para este sector fue el esclarecimiento de la etiología de una serie de lesiones que afectaban a los frutos de limón y que a nivel internacional se atribuían a la mancha negra, una enfermedad cuarentenaria para muchos destinos. Esto traía aparejado el rechazo de numerosas partidas de frutas, con el consiguiente perjuicio económico para las empresas involucradas y con riesgos ciertos de cierre de mercados.



Dichas sintomatologías, conocidas como "moteado" y "mancha rojiza", son similares en aspecto a algunos de los síntomas de mancha negra. Con los conocimientos y desarrollos tecnológicos disponibles a partir de 2002 (incluidas técnicas moleculares) se logró discernir que ambas sintomatologías eran causadas por otra especie de *Guignardia* (*G. mangiferae*) que no sufría restricciones cuarentenarias debido a su distribución cosmopolita, lo que finalmente destrabaría su exportación a la Unión Europea. Estos estudios, presentados y aceptados ante las autoridades fitosanitarias de la Unión Europea, permitieron excluir ambos síntomas de las restricciones cuarentenarias que se establecen en el marco del "Programa de Certificación de Fruta Fresca Cítrica para Exportación", llevado a cabo por el SENASA.

El intento de reingresar al mercado de los EE.UU. dio lugar a una serie de estudios para cumplir con los requerimientos planteados por el Servicio de Inspección de Sanidad Animal y Vegetal del Departamento de Agricultura de Estados Unidos de Norteamérica (APHIS). Una de esas exigencias fue probar que el NOA era libre de la clorosis variegada de los cítricos (CVC), causada por la bacteria *Xylella fastidiosa*. Esto obligó a ajustar las metodologías necesarias para su detección y desarrollar métodos de muestreo que fueran aceptados por el APHIS. Así fue que entre 2010 y 2011 se realizaron 6.405 muestras de todo el NOA, confirmando los correspondientes análisis la ausencia de la enfermedad en la región. Estos datos fueron presentados y aceptados por SENASA y APHIS.

Muy recientemente, durante los primeros días del mes de junio de 2016, nuevamente, la calidad de nuestras investigaciones cuarentenarias han obrado como garantía de sanidad ante una inspección del APHIS, lo que

constituye un paso más hacia la apertura de ese preciado mercado a nuestros limones.



En los últimos años, la mayor atención la recibió el Huanglongbing (HLB), causada por la bacteria *Candidatus Liberibacter* sp. y transmitida por insectos vectores, uno de los cuales se encuentra presente en nuestro país, *Diaphorina citri*. Es considerada a escala mundial como la enfermedad más destructiva de los cítricos conocida hasta el momento. Planta que se contagia, planta que muere. Y el nivel de contagio es muy alto debido a la perniciosa eficiencia del insecto vector.

La primera detección de la enfermedad en el continente americano se produjo en el año 2004 en San Pablo, Brasil. Desde esa fecha, la enfermedad ha sido citada en varios países de Centroamérica y Norteamérica. En 2014 se presentó un foco en Misiones, que fue erradicado. A partir de las primeras informaciones provenientes de Brasil y de los reportes de la magnitud de los daños ocasionados, la EEAOC elaboró en el año 2005 una propuesta para la implementación de un Programa de Prevención del HLB y su insecto vector para el NOA. Su puesta en marcha convirtió a la EEAOC en el primer organismo a nivel nacional tanto del ámbito público como privado en abordar dicha temática con resultados concretos. Las acciones se dividieron en cuatro componentes: vigilancia y monitoreo, investigación y desarrollo, capacitación y difusión; y formación de recursos humanos.

Cabe destacar aquí que, dadas las características de la enfermedad y de la incidencia capital del insecto vector de la bacteria causal de Huanglongbing, la tarea conjunta desarrollada con nuestros equipos de

Zoología Agrícola ha sido hasta ahora de gran significación en materia de identificación del insecto, monitoreo, prevención y capacitación. Baste con decir que el insecto vector fue detectado por primera vez en la Argentina por nuestros equipos de Zoología Agrícola durante el desarrollo del mencionado Plan de Prevención.

El Laboratorio de Fitopatología de la EEAOC, a su vez, integra hoy la Red de Laboratorios de SENASA reconocidos para diagnóstico de HLB, mancha negra y cancrrosis de los cítricos. Entre estas se incluyen el ajuste de 8 técnicas de diagnóstico molecular del HLB, el relevamiento de la enfermedad en el NOA, análisis de 12.002 muestras de material vegetal y del insecto vector de HLB en el NOA desde el año 2010 hasta el presente. Además, fue en este laboratorio que se confirmó la presencia de la bacteria causante de HLB de muestras de cítricos del NEA remitidas por el SENASA.

También por este cultivo tuve el privilegio de interactuar con valiosos profesionales, como el pionero José Luis Foguet y todos aquellos que fueron conformando los grupos y equipos intervinientes en estos largos e intensos procesos. A todos ellos mi agradecimiento:

José Luis Foguet, César Oste, Sergio Alvarez, José Luis González, Beatriz Stein, Amanda Blanco, Hernán Salas, Humberto Vinciguerra, Julia Figueroa, Nilda V. de Ramallo, Jacqueline Ramallo, Gabriela Fogliata, Norma Canton, Alejandro Rojas, Lorena Muñoz, Eugenia Acosta, Valeria Martínez, Atilio Castagnaro, Paula Filippone y Lorena Sendin.

También quisiera resaltar el firme y sostenido apoyo de instituciones y organizaciones, como el SENASA, el INASE, la Asociación Tucumana del Citrus (ATC) y la Asociación Fitosanitaria del Noroeste Argentino (AFINOA); y el de las empresas citrícolas del medio.

Es el turno ahora de la SOJA, cultivo que se expandió en el país a partir de Tucumán

Al hablar de soja, nos estamos refiriendo al principal cultivo de la Argentina en la actualidad. En el país se siembran alrededor de 20 millones de hectáreas y se producen casi 60 millones de toneladas. En el comercio global, Argentina es el tercer productor y el primer exportador

de harina y aceite de esta oleaginosa.



La EEAOC ha sido pionera en la experimentación y promoción del cultivo de la soja, cosa que quizá no muchos recuerdan; tanto a nivel regional como nacional. Ya se menciona a la soja en los informes anuales de la EEAOC de 1910, incluso con resultados de ensayos en 1912. Pero fue recién a partir de 1933 que se inició la experimentación agrícola mediante el ensayo de un grupo de variedades. Durante la década de 1960, en un emprendimiento llevado a cabo por la EEAOC junto a la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de Tucumán, se intensificaron las tareas de investigación y desarrollo tecnológico en el cultivo. Estos estudios resultaron fundamentales en su expansión, no sólo en Tucumán sino en toda la región del NOA. Así, en la campaña 1968/1969, Tucumán produjo más del 50% del total de soja del país.

En la campaña 2013/2014, se sembraron en el NOA 1.693.055 hectáreas con un rendimiento de 4.064.221 toneladas. Comparada con otras zonas del país, el NOA constituye un área marginal para la producción de granos ya que sus rendimientos potenciales son menores y tienen una gran variabilidad interanual. Además, la gran distancia a puertos e industrias procesadoras genera mayores costos. Sin embargo, la competitividad de la actividad sojera en esta región ha permitido consolidar sistemas productivos de bajo costo y altos niveles tecnológicos, dándole mayor viabilidad. Incluso, se han instalado ya algunas plantas industrializadoras, que posibilitan agregar valor a la producción primaria.

Soja



Soja



Síndrome de la muerte súbita

En estos últimos cuarenta años, coincidentes con el período de crecimiento del cultivo de la soja en la región, las enfermedades han tenido un protagonismo especial, con algunas epifitias que llegaron a provocar pérdidas totales en los lotes sembrados.

En orden de aparición, la primera enfermedad seria del cultivo se presentó en la campaña 1992/1993. Fue el síndrome de la muerte súbita, causada por varias especies del género *Fusarium*, principalmente *F. tucumaniae* en nuestra región. Llegó a causar pérdidas de rendimientos de hasta 90% en lotes implantados con UFV-8, una variedad brasilera altamente susceptible a la enfermedad. La rápida identificación de la reacción de este material y su inmediata eliminación del listado de cultivares recomendados para la región, evitó que esta patología alcance niveles de importancia.

Soja



Cancro del tallo

Soja



Evaluaciones en invernadero y campo

Pero fue recién en la campaña 1996/1997 que se tuvo plena conciencia del poder destructivo de las enfermedades de soja. En esta y en la siguiente campaña, condiciones ambientales favorables propiciaron la ocurrencia de severas epifitias de una enfermedad que hasta esa época solamente se había presentado en forma esporádica y aislada, el cancro del tallo (*Diaporthe phaseolorum* var. *meridionalis*). Se registraron cuantiosas mermas de rendimientos en cultivares altamente susceptibles en buena parte del norte y centro del país, e incluso en muchos lotes con pérdidas de hasta el 100%.

Nuevamente aquí, la rápida intervención de la EEAOC, desarrollando métodos de evaluación de la reacción de las variedades en invernadero, posibilitó que en pocos meses se tuviese la lista de aquellos materiales que mostraban resistencia al cancro del tallo. La recomendación del uso de estos materiales evitó que en años subsiguientes se volvieran a registrar pérdidas de consideración, generándose en corto tiempo un importante recambio varietal. En la actualidad, solamente se inscriben y liberan en el país cultivares con resistencia genética al cancro del tallo.

Al poco tiempo, otra enfermedad provocó pérdidas significativas en nuestra región durante la campaña 1999/2000. La epifitia de mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*), con pérdidas en variedades susceptibles de hasta 48%, motivó un tratamiento similar al del cancro del tallo. La rápida determinación de la reacción a la enfermedad del conjunto de variedades disponibles en ese momento en el NOA, mediante inoculaciones en invernadero, fue instrumental para poder contar con la información necesaria y así recomendar el empleo de cultivares resistentes como la principal estrategia de manejo. Estas recomendaciones fueron rápidamente adoptadas por los productores, con lo cual en las siguientes campañas la enfermedad volvió a ser un problema menor en la región. La mayoría de los cultivares que se usan actualmente en el NOA son resistentes o moderadamente resistentes a esta patología.

Hacia finales del siglo pasado y comienzos del actual, se pudo cuantificar el impacto de otras patologías endémicas que afectan el follaje de soja. Los estudios realizados por la EEAOC que incluyeron aplicaciones de fungicidas, mostraron que las denominadas "enfermedades de fin de ciclo" podían reducir los rendimientos hasta un 30% y también la calidad del grano obtenido. Estos resultados fueron difundidos a través de

publicaciones y presentaciones en jornadas de diferente índole, la mayoría por requerimiento de organizaciones nacionales de productores y técnicos. Esta tecnología alcanzó en algunas campañas hasta un 90% de adopción.



La aparición de la roya de la soja (causada por *Phakopsora pachyrhizi*) en Misiones en 2002 y en las principales zonas productoras de soja del resto de Argentina en 2004, generó gran preocupación entre productores y técnicos, ya que se sabía, por sus antecedentes, que podía provocar epidemias de carácter explosivo, con las consecuentes pérdidas de rendimiento. En conjunto con otras instituciones y jugando un rol central en el Programa Nacional de Roya de la Soja, la EEAOC trabajó durante muchos años en distintos aspectos, como la prospección y vigilancia fitosanitaria para permitir la detección temprana de la enfermedad, la investigación para conocer más sobre su epidemiología y su manejo, la capacitación del personal para la correcta identificación de la roya; y la difusión abierta a técnicos y productores del sector acerca de diferentes aspectos y estrategias para su control.

El seguimiento de la roya durante estas últimas diez campañas, complementado con estudios de su manejo mediante la aplicación de fungicidas, han posibilitado que el productor sojero de esta región del país pueda encarar sus procesos productivos con mayores certezas en lo que respecta a esta temible enfermedad.

Pero la tarea no tiene fin. Nuestra rutina incluye programas de vigilancia fitosanitaria permanente y el estudio de otras enfermedades problemáticas que emergen en el contexto. Por ejemplo, la podredumbre

carbonosa, en observación desde hace 15 años por sus ataques durante campañas secas y con altas temperaturas, condiciones que favorecen el desarrollo de su agente causal, un hongo llamado *Macrophomina phaseolina*. Aquí también, mientras prosperan nuestros estudios sobre la diversidad genética de este patógeno, se han ido definiendo estrategias para su manejo mediante la aplicación de tratamientos químicos y biológicos a la semilla.



Desde la década de 1970, el programa de mejoramiento genético de la soja de la EEAOC, trabaja en el desarrollo de cultivares adaptados a las condiciones agro-ecológicas de la región, con especial énfasis en el logro de variedades que, además de un alto potencial de rendimiento, posean resistencia a las principales enfermedades que afectan a la especie.

Como resultado de este programa se han inscripto y difundido un total de nueve cultivares de soja en Argentina, cinco en Bolivia, uno en Brasil y cinco en Sudáfrica. Todos estos materiales se caracterizan por tener una sanidad sobresaliente, fruto de un riguroso proceso de selección. La implementación de un convenio de cooperación con la empresa Lelasem permitió una rápida difusión y distribución de los nuevos materiales genéticos y garantizó la disposición de semillas de alta calidad genética y sanitaria a los productores.



En un mercado dominado por las variedades de soja desarrolladas por empresas privadas, la EEAOC es una excepción, ya que primero liberó variedades convencionales y a partir de 2001 variedades modificadas genéticamente con tolerancia al glifosato, un herbicida no selectivo. Entre éstas se destaca la variedad Munasqa RR, la primera soja resistente al glifosato liberada por una institución pública del país y ampliamente aceptada por los productores de las regiones del NOA y del NEA (Tucumán, Salta, Chaco, Santiago del Estero y norte de Santa Fe). La expansión de este cultivar fue muy importante precisamente debido a su elevado potencial de rendimiento, estabilidad, buena adaptación a condiciones de estrés hídrico y térmico y resistencia a las principales enfermedades. En los últimos años Munasqa RR viene ocupando una superficie cercana al 10% del total con soja del país y 60% del área con soja en Bolivia.

Otra vez aquí, las personas. Los numerosos colegas en Tucumán y otras provincias del país que han estado involucrados con los estudios y soluciones de las enfermedades en soja aquí descriptas y que han hecho posible lo que se ha logrado hasta aquí.

Oscar Ricci, Graciela Salas, Mario Devani, Fernando Ledesma, José Sánchez, Daniela Pérez, César Lamelas, Jorge Forciniti, Victoria González, Roberto Gálvez, Héctor Jaldo, Sebastián Ruiz, Sebastián Reznikov, Vicente de Lisi, Catalina Aguaysol, Lourdes Bernal, María Ester Romero, Paula Claps, Ada Rovati, Ignacio Olea, Cecilia Díaz, Mariano Pardo, Gabriel Vellicce, Carla Rocha, Gabriela García, Atilio Castagnaro, Rosanna Pioli, Alejandra Peruzzo, Mercedes Scandiani, Eligio Morandi, Amalia

Chiesa, Norma Formento, Esteban Espejo y Ramón Puchulu.

Y habría que incluir en este reconocimiento a numerosos productores, instituciones de la región y el país, como el SENASA, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, el INTA, la Asociación de Productores en Siembra Directa (Aapresid), Prosoja, Acsoja, AACREA, ASA y la Sociedad Rural de Tucumán; y también a las compañías proveedoras de insumos agrícolas que siempre han colaborado.



Conclusiones

En este resumido análisis de la situación sanitaria de cuatro cultivos extensivos importantes durante los últimos cuarenta años, he intentado mostrar algunos de los riesgos a los que usualmente están sometidos los agricultores en su tarea de producir alimentos, fibra y energía. Especialmente en este caso, a los riesgos que constituyen las enfermedades. Y también, por consiguiente, mostrar cuál ha sido y es el rol de la fitopatología en este concierto de miradas atentas a la sustentabilidad de nuestra producción alimentaria.

Hemos hecho un recorrido por los hechos y por las soluciones que se han ido dando a través del tiempo y frente a las diversas circunstancias concretas; y espero haber transmitido así la noción de que el objetivo es siempre lograr que las batallas libradas contra las enfermedades vegetales dejen un resultado, si no definitivo, al menos duradero y lo menos perjudicial posible para el ambiente y el entorno social.

La evolución del conocimiento en este período considerado ha sido enorme. Tanto en lo que hace a los aspectos básicos como a los aplicados. Tanto, es decir, en lo que aportan disciplinas como la biología molecular, la biotecnología o la genética, como lo que se ha avanzado en materia agronómica y en tecnología agroindustrial. Sin embargo, el desafío sigue siendo el mismo: lograr que el conocimiento tenga en los hechos efectos concretos.

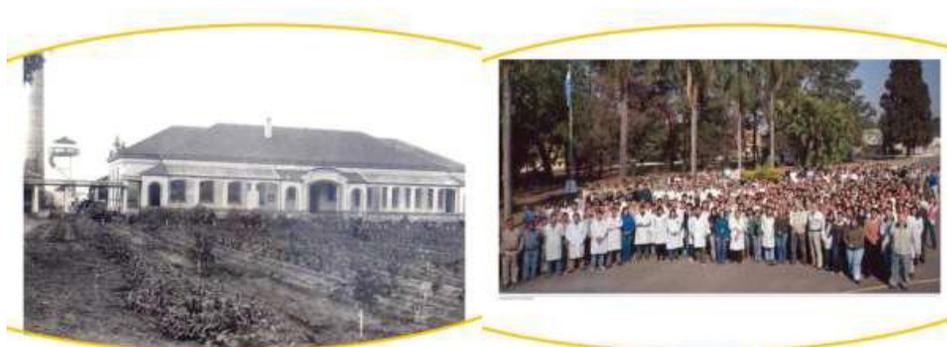
No podemos soslayar al respecto que las soluciones alcanzadas requirieron de numerosas acciones, como las de vigilancia y monitoreo, desarrollo de variedades resistentes, generación, adaptación y utilización de material de propagación saneado, ensayos alternativos de prácticas culturales, correcta identificación de patógenos en laboratorios, desarrollo de nuevas técnicas de diagnóstico, ensayos de dosificación y aplicación de pesticidas (insecticidas y fungicidas), capacitación, transferencia y difusión.

Todos estos estudios y soluciones surgieron de profesionales formados y de equipos de trabajo con una probada trayectoria, que incluyen no solamente a fitopatólogos, sino también a mejoradores, genetistas, fisiólogos, economistas, biotecnólogos, etc. Esto es algo que no se consigue ensamblar fácilmente; es el resultado de años de formación, de gestión y de un trabajo serio, constante y riguroso, en el que se combinan capacidad, experiencia y ética.

Nadie se imagina hoy que podamos prescindir de la ciencia pura, de las grandes intuiciones científicas como las de la relatividad o la curvatura de la luz, todo lo contrario, menos aún, en nuestro caso, de los hallazgos continuos en materia de inteligencia celular, de la dinámica molecular de las membranas y de los tejidos o de la estructura y las funciones del ADN. Pero tampoco es posible imaginar la vida sin la acción consecuente que haga posible un mundo mejor y que, en materia científica especialmente, mantenga conectados esos dos extremos, el de la acción

concreta y el laboratorio de investigación, con la clara conciencia de la interdependencia disciplinar y de la necesaria calidad profesional y ética de nuestros profesionales, equipos e instituciones.

Ya lo sabían nuestros comprovincianos de finales del siglo XIX que decidieron crear para esto nuestra Estación Experimental provincial: es vital para el medio productivo vincular el conocimiento científico y tecnológico con las prácticas agronómicas y contar para ello con equipos de trabajo capaces de enfrentar los continuos problemas que afectan a nuestros cultivos. Y que es necesario, yo diría, imprescindible, apoyar la existencia, la solvencia y la continuidad de estos equipos, que tanto cuesta formar y consolidar y que son los que hacen posible enfrentar problemas como los sanitarios y otros con mayores posibilidades de éxito.



AGRADECIMIENTOS FINALES

Quisiera ahora por último completar mis agradecimientos, reiterando primero mi gratitud a la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria por esta importante designación.

Un agradecimiento muy especial a la EEAOC, a los miembros de los distintos integrantes del Directorio y los sucesivos directores técnicos, por haberme posibilitado un desarrollo pleno en el aspecto profesional, incluida mi etapa de estudios de postgrado. También por su incondicional apoyo que posibilitó mi crecimiento profesional en ámbitos nacionales e internacionales y por las sucesivas responsabilidades que me fueron asignando.

Mi gratitud a la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de Tucumán, que me formó como ingeniero agrónomo y que me abrió las puertas para poder hacer mi aporte en la docencia, investigación y formación de recursos humanos.

También mi agradecimiento al CONICET y al CCT-Tucumán, que apoyó mis actividades de diversas maneras y que en la actualidad ha dado un trascendente paso con la conformación del ITANOA, unidad ejecutora de doble dependencia con la EEAOC, para potenciar soluciones en temas varios, incluidos los fitosanitarios.

Mi reconocimiento especial al apoyo recibido en estos últimos años por parte del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, cuyas políticas integrales han sido clave para fortalecer nuestros equipos de trabajo y laboratorios y así poder ofrecer mejor tecnología para la resolución de problemas.

Ya mencioné en cada caso a las personas que estuvieron involucradas en los estudios y las soluciones de los problemas de enfermedades. A todos ellos mi reconocimiento una vez más.

Vaya también mi agradecimiento a mis maestros en la disciplina, Nilda Vázquez de Ramallo, Kirk Athow, Scott Abney y otros profesores del Departamento de Botánica y Fitopatología de la Universidad de Purdue (EE.UU.).

A lo largo de mi carrera integré cuerpos directivos de muchas instituciones, que ayudaron a mi formación y crecimiento. Por eso mi reconocimiento al Colegio de Ingenieros Agrónomos y Zootecnistas de Tucumán, Prosoja, Acsoja, Comité Permanente de las Conferencias Mundiales de Investigación en Soja, Asociación Argentina de Fitopatólogos, Unidad Sionista Tucumana y Sociedad Unión Israelita de Tucumán.

Una parte importante de mis afectos son mis ex compañeros del Gymnasium Universitario y del fútbol de Agrónomos A y mis actuales compañeros de tenis. A todos ellos mi agradecimiento por haberme ayudado a ser mejor persona.

No quisiera terminar esta exposición sin expresar mi profundo agradecimiento a mi familia, en especial a mis padres, a mis hermanas

Noemí y Viviana, a mi esposa Patricia, a mis hijos Diego y Paula, Lucía y Damián, Paula y Aldo, y nietos Dalía, Julián e Iván. Todos ellos han aceptado con resignación las largas jornadas dedicadas al estudio y al trabajo durante los últimos 40 años. Sin ese apoyo incondicional, no habría podido llegar hasta aquí.

Muchas gracias a todos por estar aquí.

Premio Biogénesis Bagó, versión 2015 a la Innovación en la Producción Bovina

Integración de tecnologías para mejorar los proceos de rodeos bovinos en pastizales naturales del sudoeste correntino

Alfredo C. Witt, Fernando G. Witt y Gustavo F. Witt.

Profesionales independientes

Saladillo

INTRODUCCIÓN

Antecedentes sobre el tema

El problema fundamental de la ganadería de cría bovina es el bajo número de terneros destetados en relación a cada cien vientres expuestos al servicio anual, índice conocido como porcentaje de destetes. Más allá del objetivo teórico deseado de un ternero por vaca y por año, la realidad de los rodeos argentinos, y en especial la del Noreste argentino (NEA), está muy distante. En países de alto desarrollo ganadero, los destetes son superiores al 75%, mientras que en países de bajo desarrollo ganadero los porcentajes de destete se encuentran entre 40% y 65%. En el NEA, los ganaderos que utilizan algunas tecnologías obtienen, en promedio, 65% de preñez (51%-79%) y 57% de destetes (43%-69%). En cambio, se estima que los otros ganaderos obtienen sólo un 45% de destetes. Los primeros presentan pérdidas preñez-destete (mermas) estimadas en un 12% (8%-17%). Asimismo, la ternera de reposición tiene afectada su recría invernal sobre campo natural por la baja calidad forrajera, lo que determina menores ganancias y/o pérdidas de peso y en consecuencia provoca un retraso para alcanzar la pubertad. Otro factor vinculado a las pérdidas se relaciona con la trichomonosis bovina. Las dimensiones de los potreros, el obsoleto estado de

alambrados o su falta por el relieve del terreno (malezal) y la no realización de diagnósticos periódicos han permitido a la trichomonosis permanecer endémica en el NEA.

Está aceptado por los ganaderos del mundo que el comportamiento reproductivo es el rasgo más importante en la eficiencia económica del ganado de cría. La relación Fertilidad:Producción:Producto fue establecida en 20:2:1. Las pérdidas de los potenciales terneros ocurren básicamente por dos motivos, la no preñez y las pérdidas o mermas. La no preñez está asociada a bajos índices de gestación debido a problemas nutricionales, de manejo y sanitarios (reproductivos, en especial enfermedades venéreas) que inciden en forma combinada. Las pérdidas pueden ocurrir durante la gestación (muertes embrionarias/abortos), al parto (distocia y natimortos), inmediatamente antes o después del parto (pérdidas perinatales) o durante la crianza. Para mejorar los índices de destete deben abordarse integralmente todos los factores mencionados y elaborar un protocolo estratégico. El desafío que enfrenta el ganadero es aplicar programas económicamente factibles utilizando el amplio paquete tecnológico disponible, con asesoramiento profesional y con el objetivo de optimizar la eficiencia reproductiva de sus rodeos.

Descripción del caso de estudio

El caso que se describirá surgió por consulta del CEO de una empresa agropecuaria (ganadería-forestación-citricultura) localizada en el NEA, preocupado por los continuos resultados negativos de la actividad cría, pese a las medidas aplicadas durante años para mejorarla. Requirió nuestro asesoramiento para enfrentar el desafío de mejorar los índices de procreo. Se trata de tres establecimientos propios: "LV", "L" y "CC", más otras hectáreas arrendadas lindantes con "L" o cercanas a "LV".

Localización geográfica

Los establecimientos se encuentran ubicados en el sudoeste de la provincia de Corrientes, partido de Esquina (ciudad cabecera "Santa Rita del Río Corrientes"), ubicado en los 30° de latitud sur y los 59° longitud oeste, con 32 metros sobre el nivel del mar (Figura 1). Los límites del

bosques en algunas lomadas. Se encuentra mayormente representado en "L". Los pastos nativos desarrollados en el ambiente (gramíneas C4) crecen en primavera y verano (megatérmicos). Se caracterizan por su alto contenido en fibra de baja digestibilidad (40%), que provoca un tiempo de pastoreo 3 a 4 horas mayor al que realiza el bovino en zonas templadas. El ciclo es de rápida maduración y detienen su crecimiento al bajar la temperatura. Declina el contenido proteico, lo que provoca restricción de la ingesta voluntaria invernal. También generan menor energía a nivel ruminal al producir más ácido acético que ácido propiónico.

El ambiente descrito modelado por múltiples variables ofrece suficientes fuentes de estrés que deben ser tenidas muy en cuenta para elegir el biotipo animal que se adapte con viabilidad económica.

Características de los establecimientos

Las estancias están separadas entre sí por una distancia de 60 km. Las actividades que allí se realizan son cría vacuna, forestación y citricultura. La Tabla 1 muestra la superficie dedicada a las distintas actividades.

Tabla 1. Superficie de las distintas actividades en los establecimientos "LV", "L" y "CC".

Establecimiento	Superficie ganadera propia (ha)	Superficie ganadera alquilada (ha)	Forestación (ha)	Superficie ganadera disponible para alquilar (ha)
"LV"	3.761	2.283	2.000	4.921
"L"	2.182	---	---	2.717
"CC"	2.400	1.300	---	---
Total	8.343	3.583	---	7.638

Lo detallado en la Tabla 2 corresponde a la superficie ganadera propia. Sólo dos molinos confirman que la fuente de agua para abrevar la

hacienda son las lagunas naturales en los potreros. En "CC" hay una reserva natural de Capibaras (Carpinchos) que viven en sus lagunas y zonas aledañas. La empresa protege este hábitat.

Tabla 2. Infraestructura en la superficie ganadera propia.

Establecimiento	Potreros	Piquetes	Corrales manga, bañadero y balanza	Corrales con manga y bañadero	Molinos
"LV"	22 (39-825 ha)	9 (4-28 ha)	1	1	1
"L"	12 (94-266 ha)	4 (5-29 ha)	0	1	1
"CC"	11 (56-671 ha)	5 (8-44 ha)	1	0	0

En los campos propios hay buena conservación de alambrados e instalaciones de trabajo. Allí, se comenzaron a dividir grandes potreros con alambrado eléctrico, mientras que en los potreros arrendados los alambrados son deficientes. Es destacable el diseño de corrales y manga que obliga a los animales a mirar siempre hacia adelante. Un solo hombre con una bandera desde el exterior estimula a la hacienda a avanzar sin agresión o estrés alguno, lo que provoca se comporten con mansedumbre.

Instalaciones para Destete Precoz

El establecimiento "CC" fue elegido para centralizar la crianza de terneros provenientes del Destete Precoz Total (DPT) que se había iniciado en "LV" en 1988/89. Se destinaron: 178 ha de campo (ex arrocera) aledañas a un puesto con casa y galpón, dos silos de 30 toneladas y dos tolvas de 15 toneladas para acopiar alimento balanceado y una chata playa con ruedas metálicas tracción a sangre por yunta de percherones para la distribución del alimento. En octubre de 1990 se terminaron las instalaciones de corrales de cría inicial en 4 ha con bebederos, comederos de madera y sombra. Para la recría I se destinaron cuatro piquetes con ensenadas de 15 x 15 metros con comederos de madera y bebederos. Para la recría II disponían de cuatro potreros naturales (216 ha) más una pastura implantada (32 ha).

Existencias de hacienda y características

El stock inicial en enero de 1992 era de 4621 vientres. El biotipo de los rodeos generales era cruce Bos taurus -Bos indicus, llamadas "cruzas cebú", con base británica mayoría Angus seguida por Hereford. Hay predominio de genoma cebú 5/8 y 3/4 sangre, sobre tipos 3/8 y 1/4 sangre de buen tamaño y peso (430-460 kg).

Planteo de manejo

Época de servicios y duración: en la mayoría de los rodeos correntinos es habitual utilizar servicio estacionado combinando dos temporadas generadas por los bajos índices de preñez. Al diagnóstico de gestación evitan rechazar el vientre vacío por primera vez dándoles una segunda oportunidad en el servicio siguiente (complementario).

Esas combinaciones son: primavera-estival (PE) de mayor duración con parición invierno-primaveral (IP). Otra complementaria más corta otoño-invernal (OI) con parición verano-otoñal (VO), o bien invernal (I) con parición otoñal (O). En el caso de los establecimientos "LV" y "L" las temporadas de servicio utilizadas eran las descritas en la Tabla 3.

La fecha de parición probable está calculada en base a la duración de la gestación del Bos taurus (282 días). En estas poblaciones cruza deben agregarse de 5 a 8 días por herencia del largo de gestación del Bos indicus (>290 días). El mayordomo había implementado la marcación a fuego con el número 0 detrás de la paleta a las vacas vacías al tacto. Ese vientre recibía la segunda oportunidad de preñarse en el servicio siguiente. Cuando un vientre era marcado por segunda vez con el número 0 era rechazado.

Tabla 3. Duración de los servicios

Servicio	Fechas	Parición	Duración
PE	15/09-31/01	24/06-09/11	135 días
I	01/06-31/07	09/03-09/05	60 días

Índices de preñez

En base a la auditoría de Partes mensuales e informes veterinarios, en 180 días de duración se registraban antecedentes de preñez y manejo (Tabla 4).

Tabla 4. Antecedentes de preñez y manejo.

Servicio	Pñ	Preñadas/total	Manejo
1983/84	69,7%	1716/2462	"LV" con DTT convencional
1984-85	52,4%	1486/2836	"LV" con DTT convencional
1988-89	71,8%	2452/3414	"LV" con DPT
1989-90	N/D	N/D	N/D
1990/91	72,3%	2873/3975	"LV" y "L" con DPT
1991/92	71,2%	3290/4621	"LV" y "L" con DPT

Tipo de servicio

El establecimiento "LV" registra, desde el año 1973, un largo historial en la aplicación de la tecnología de Inseminación Artificial (IA) en vaquillonas de 1° servicio y en vacas vacías secas. La vaca con cría al pie recibía servicio natural con el 5 al 6,2% de toros. Utilizaban el descanso y rotación de los toros durante el servicio. En "LV" a partir de implementar DPT se utilizó IA en cada grupo destetado, seguido por repaso de toros.

La vaquillona a 1° servicio

Todos los informes de evaluación de la preñez en las vaquillonas de 2 a 2,5 años destacaban la baja manifestación de celos durante el período de servicios, bajos índices de preñez luego de la IA más el servicio de repaso con toros y también baja preñez por servicio natural directo. Avalan la situación descrita los siguientes datos rescatados en la auditoría de los informes veterinarios y partes mensuales del mayordomo:

- En "LV" servicio I 1985: 68,2% preñez
- En "L" servicio PE 1988: 48,9% preñez (gestaciones grandes 9,1%, medianas 27,7% y chicas 12,1%)
- En "LV" 1989: 43,3% de vaquillonas cíclicas al tacto previo
- En "LV" 1991: 1% celo diario conjunto en IA, en dos meses 59,2% inseminado

En opinión de los responsables técnicos, confirmado por los datos detallados, siempre el mayor problema había sido la falta de peso y pubertad tardía pre-servicio. En resumen, existió un mal manejo de la recría de la hembra de reposición.

Sanidad

Endoparasitosis: se realizaban dosificaciones estratégicas con diferentes drogas antiparasitarias en otoño a los destetes (3 tratamientos). A categorías en recría, dos tratamientos en otoño y dos en primavera. En 1991 hay indicaciones de desparasitar el destete cada 45 días.

Ectoparasitosis: la ventaja de contar con bovinos biotipo cebuino es que en ellos la infestación es menor y la resistencia a la tristeza es mayor. Se conoce que la hembra de *Boophilus* que cae del animal al pasto entre marzo y mediados de abril tiene mejor supervivencia invernal y da lugar a nuevas generaciones en primavera, que con condiciones climáticas favorables infestarían de nuevo a los bovinos. De ahí que por rutina se hacían baños con productos garrapaticidas, uno en otoño y dos a tres en primavera-verano.

El plan sanitario no estaba formalmente establecido. Las vacunaciones eran las habituales: mancha y gangrena a los terneros más brucelosis a las terneras, carbunco bacteridiano a todos los animales mayores a un año y medio y aftosa según el plan de SENASA. No se encontraron registros de vacunaciones contra leptospirosis y enfermedades virales de los bovinos. Cabe destacar que, en el año 1990, ante la presencia de terneros en recría enfermos, el veterinario informó "posible brote de IBR"

y envió material a un laboratorio especializado, el cual confirmó positividad a IBR.

Toros

En los registros del examen sanitario anual de toros figuran los exámenes de brucelosis y tuberculosis. Respecto al control de venéreas, los informes indican en el año 1984 "se va hacer lavaje prepucial a los toros", en 1985 "Raspaje a 90 de 147 toros". El resultado del laboratorio indicó positividad a vibriosis en 15 de 64 toros (23,4%). El profesional ordenó lavaje prepucial con Terramicina y vacunación contra vibriosis. En el servicio 1990/91 en el establecimiento "L" tuvieron un índice de preñez del 45% en las vaquillonas de 1º servicio. Por este resultado el informe del veterinario dice: "... sospecha de Trichomoniasis genital bovina". Resalta que el servicio fue compartido por toritos vírgenes con toros adultos provenientes de otros rodeos. No realiza raspajes prepuciales y aconseja tratar con Dimetridazole a todos los toros. No realizó controles pos-tratamiento.

Suplementación mineral

En la provincia de Corrientes las mayores carencias son de sodio y de fósforo. Infinidad de estudios demostraron la asociación de la carencia de fósforo con la sub-fertilidad. Gracias a años de trabajo de extensionistas y profesionales, los ganaderos tomaron conciencia de que esas carencias deben compensarse con suplementación mineral en bateas. La clásica mezcla de los ganaderos correntinos es sal con harina de huesos (50%-50%). En estas estancias se había utilizado la suplementación clásica. No hay controles del perfil mineral en los animales ni auditoría de la calidad de las mezclas.

Control del amamantamiento

La nefasta combinación "pobre nutrición-amamantamiento del propio ternero" determina la principal causa del anestro posparto y en consecuencia una larga temporada de servicios. En la provincia de

Corrientes en el plan de manejo del anestro se popularizó el "Destete Temporario con tablilla o lata" para impedir el mamado del ternero por períodos de 6 a 10 y hasta 13 días (interrupción de la lactancia). Logran incrementos en la preñez en múltiparas con condición corporal moderada al inicio. No tiene efecto en primíparas y en las de baja CC. Está técnica trae aparejadas pérdidas significativas de peso en los terneros al destete. En "LV" en los años 1983-86 utilizaron el destete temporario de 48 horas sin resultados por baja condición corporal y por haberlo realizado avanzada la lactancia, cuando debe realizarse a los 60/70 días posparto. También fue utilizado el "enlatado o tablilla" en los terneros.

Para el servicio PE de 1988-89 en "LV" iniciaron en base a los trabajos del INTA Concepción del Uruguay la implementación del Destete Precoz Total (DPT) en las vacas con cría. Los estudios fisiológicos indican que al suprimir la lactancia hay profundos cambios en la relación hormonal y una rápida recuperación de la condición corporal con restablecimiento de la ciclicidad ovárica. Se mejoran los índices de preñez, sobre todo en la vaquillona de primer parto (30-35%). Conjuntamente siguieron con el servicio de invierno por no lograr los índices de mejora esperados. El DPT continuó en las temporadas 1989-90, 90-91 y 91-92. En el organigrama de ventanas parición/servicio se cometía el error de iniciar el servicio entre 10 y 14 días posteriores al destete, desaprovechando la inducción natural a celos agrupados que se producen entre los 8 y 11 días. Al no haber ajustado el manejo reproductivo y sanitario no se alcanzaron las metas propuestas.

Pérdidas o mermas

No se encontraron análisis de causas de las diferencias entre los terneros a la preñez y los terneros destetados, aunque se admitía su existencia e incidencia en los resultados finales.

Genética

La empresa siempre tuvo el objetivo de la mejora genética de los rodeos iniciales realizando los servicios de IA con toros con avales genéticos y fenotípicos. Utilizaron al comienzo Nelore para acebuzar y luego toros

Angus, Hereford, Brangus y Braford.

En 1990 en "LV" realizaron una selección de vientres Brangus e identificaron a fuego con letras según proporción de Cebu/Angus en tipo Y (3/8), M (1/2), U (1/4) y T (3/4). Tenía por objetivo la asignación de semen de toros con distinta proporción de genoma índico con el objetivo de definir el rodeo hacia el Brangus variedad 3/8 y además, facilitaba la tarea del técnico inseminador. Los terneros nacidos en "LV", futuros toritos, eran enviados al destete al establecimiento "20VI" en provincia de Buenos Aires para recría a pasto más suplementación. Se los pre-inmunizaba contra la tristeza. El segundo invierno se racionaban en el feedlot y en primavera eran reenviados a los establecimientos de Esquina para ingresar al servicio de vaquillonas. Así se siguió hasta la generación 1992 que regresó a Esquina en 1994.

OBJETIVOS EMPRESARIOS

- Duplicar los vientres del rodeo hasta estabilizarlo en un planteo de 9000 a 10.000 vientres en servicio.
- Continuar y perfeccionar el manejo del DPT.
- Que los vientres sean de genética superior en productividad y tipo zootécnico; con preferencia por características raciales Brangus y Braford (variedad 3/8-5/8) y disposición a incorporar por compra vientres Braford de calidad (vacas y vaquillonas con garantía de preñez) para equilibrar las poblaciones de ambos biotipos.
- Que los toros que se incorporen para reposición sean de producción propia.
- Abastecer de terneros al "Feedlot" de la empresa en provincia de Buenos Aires con el objetivo de mejorar la rentabilidad del planteo así integrado.
- Seguir con la forestación (400-500 ha/año) en las tierras altas propias, compensando con alquiler de campos ganaderos aledaños para equilibrar una adecuada carga animal.
- Establecer, mejorar y potenciar la inter-relación con la actividad

forestal (silvopastoril) buscando el mejor resultado técnico-económico para ambas actividades.

ADOPCION DE TECNOLOGÍAS Y PRÁCTICAS DE MANEJO

La estrategia propuesta para abordar el cumplimiento de los objetivos requeridos se detalla a continuación:

- Acelerar el cambio hacia el genotipo-fenotipo 3/8-5/8.
- Corregir la época o temporada de servicios. Eliminar el servicio complementario de invierno.
- Acortar la duración de los servicios.
- Reducir un año la edad a 1º servicio de las vaquillonas de reposición.
- Mejorar la recría de terneras y vaquillonas.
- Eliminar el servicio de vaquillonas de 3 años.
- Control de distocias.
- Planificar las fechas de diagnóstico de preñez para formar grupos de parición.
- Intensificar la atención de partos.
- Reprogramar el DPT y ventanas de servicio.
- IA: planificar y sincronizar los celos.
- Toros: Realizar evaluaciones anuales, mejorar el manejo del sistema de entore y analizar el porcentaje de toros a servicio.
- Producir toritos de reposición recriados en su ambiente.
- Sales minerales: control y ajuste de formulaciones.
- Sanidad: control estratégico de enfermedades parasitarias. Enfermedades infectocontagiosas: prevalencia, análisis de riesgo, elección de vacunas. Establecer un calendario de aplicación.

- Resultados alcanzados: Análisis de las causas de mermas y evaluación anual del programa. Ratificar y/o rectificar el programa en ejecución.

Aprobadas las propuestas, se inició el asesoramiento el día 9 de enero de 1992, a 22 días de la finalización de los servicios de la temporada 1991/92. Ante la imposibilidad de poder influir en los resultados de preñez del ciclo, ya definidos por el sistema aplicado, serán considerados como valores de referencia "0", además de los índices de ciclos anteriores obtenidos en la Auditoría.

Acelerar el cambio hacia genotipo-fenotipo 3/8-5/8

La proporción de genoma *Bos indicus* en los rodeos que había determinado su adaptación ambiental era algo elevada en detrimento de su productividad, calidad carnicera y objetivos empresarios. El Programa Genético priorizó la homogeneización del biotipo (Brangus/Braford) a una proporción 3/8 de *Bos indicus*. Para ello los servicios de IA se concentraron en las vacas de "LV" desde 1992/93 en forma ininterrumpida y en las vaquillonas de 1º servicio de 2 años en "L" a partir de 1996/97. Se utilizó semen congelado de toros con evaluación genética, residentes en centros de IA habilitados por el SENASA, que garantizaron la calidad biológica y sanitaria y la trazabilidad.

Corrección de la temporada de servicios y eliminación del servicio complementario de invierno

Se adoptó la temporada PE donde el clima posibilita la sincronía del crecimiento vegetativo de los pastizales naturales con el período de mayor requerimiento de la vaca. Además de la calidad forrajera que determina mayores ganancias diarias de peso, la estacionalidad con días largos mejora la eficiencia reproductiva, en especial en vientres con genoma índico. Los registros pluviométricos respaldan la elección al mostrar un período de 5 meses "secos" (mayo-septiembre) y uno "húmedo" (octubre-abril) (Figura 3).

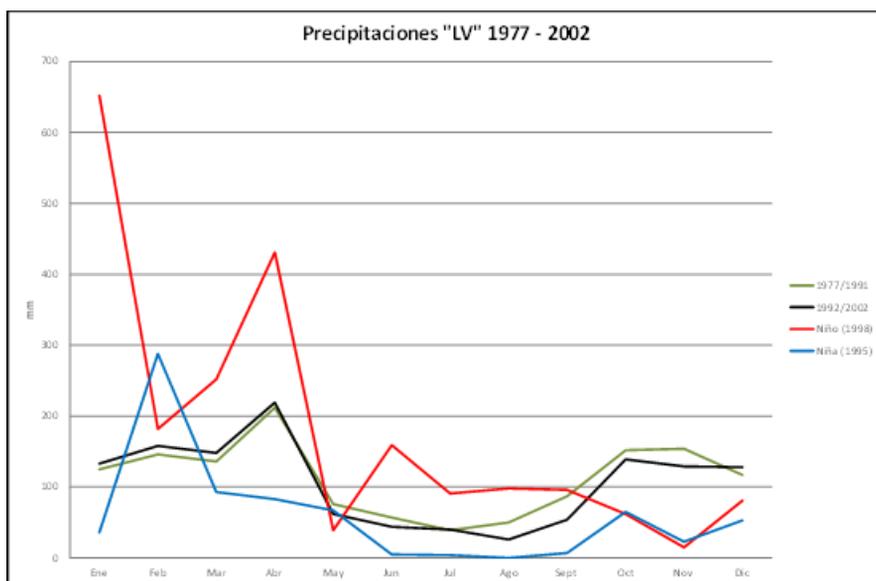


Figura 3. Precipitaciones "LV" 1977 – 2002

Se eliminó el servicio complementario de invierno en base a que los requerimientos nutricionales de la vaca difieren según su estado fisiológico. En términos prácticos se calcularon los requerimientos en la unidad Equivalente Vaca (EV). El final de la gestación y la lactancia se calcularon en 1,4 EV y el período seco en 0,6 EV. Por lo tanto, con el objetivo de sincronizar la oferta y la demanda forrajera, el período invernal es para vacas secas y no para crianza del ternero y/o servicios en pastizal natural. Además, al coexistir con categorías muy demandantes de nutrición, como las terneras y vaquillonas de recría que hay que privilegiar, el servicio invernal obliga a bajar la carga animal de los potreros.

Acortar la duración de los servicios

Se estacionó desde el 1 de octubre al 15 de febrero del año siguiente (135 días). El análisis de resultados previos demostraba menor preñez en los vientres de parición temprana (junio/julio) debido a que por el balance energético negativo se afectaba la condición corporal, que recién

era compensada muy avanzada la primavera.

Reducir un año la edad a 1° servicio de las vaquillonas de reposición

Esta medida de manejo otorga un beneficio económico ya establecido en el 17% y tiene fuerte impacto en la producción de terneros. De 2 años a 15 meses en zonas aptas y de 3 a 2 años en zonas marginales. Para que la hembra tenga la habilidad de procrear temprano (fertilidad) debe tener una recría adecuada que le permita alcanzar el 65% del peso de la vaca adulta del rodeo de donde proviene al momento de iniciar el servicio. En el caso de estos establecimientos con vacas entre 430/460 kg, cada vaquillona debería pesar entre 280/300 kg. Por lo tanto, es un problema de la eficiencia de la recría expresada en ganancia (kg/día) entre 6 y 8 meses y el peso objetivo. Para la región NEA ya fue determinado que el peso umbral lo debe alcanzar en el otoño previo al servicio primaveral (+/-18 meses cuando muda dientes de leche a 2 dientes). Idealmente deben mantener el peso durante el período invernal. La Tabla 5 muestra el primero control de pesos realizado a vaquillonas señal '90 en el establecimiento "L".

Tabla 5. Control de peso de vaquillonas señal '90 en el establecimiento "L".

	Lote cabeza		Lote cuerpo	
Pesada	n	kg	n	Kg
15/09/92	318	209	348	181
15/10/92		222		235

El 1/11/92 se inició el servicio natural de 421 vaquillonas pese a estar con 60/80 kg por debajo del umbral. Se difirió para servicio con 3 años a 135 vaquillonas y se rechazaron 110. Las terneras señal '91 al 5/10/1992 con 12/13 meses resultaron: 20% > 155 kg, 70% 135-155 kg, 10% < 130 kg. Estos datos ratifican que los nutrientes del pasto natural de la zona solo permiten una ganancia anual de 75/85 kg, por lo que las vaquillonas llegan al peso umbral de servicio a los 32-36 meses de edad.

Mejorar la recría de terneras y vaquillonas

Para revertir la situación de la recría deficiente, el nutricionista elaboró un plan para mejorar los pesos de crianza en el sistema del DPT suplementando con concentrados proteico-energéticos el primer invierno de las terneras y suministrando un concentrado proteico a las vaquillonas en el segundo invierno. Aquí la decisión de la empresa fue de total apoyo a invertir en el programa. En la práctica, sin tractor, dos personas con la chata baja tirada por una yunta de percherones, repartían la suplementación en base a un subproducto de algodón (40% PB) calculando un aporte de 250/350 gr/día/cabeza de proteína bruta para una ganancia > 0,300 kg/día en las vaquillonas.

La Figura 4 muestra el peso Inicial (6-8 meses) y el final (18/20 meses) de las terneras S'95. Los lotes "cabeza" y "cuerpo" tenían adecuados pesos iniciales. Una ganancia aceptable de 0,311 kg/día en 380 días y el alcance del peso objetivo 280/300 kg en el otoño previo al servicio. Aún el lote "cola" tuvo una buena recría (0,337 kg/día) sólo que inició con menor peso al destete (137 kg). Por lo tanto, con un peso mínimo de 160 kg en marzo (6-8 meses) y ganancia de > 0,300 kg/día en 380 días, el objetivo se pudo cumplir luego de 2 años de ajustes para optimizar la suplementación invernal. También se ratifica la importancia que significa para la preñez temprana alcanzar el peso umbral al principio del servicio por sobre las ganancias durante el mismo.

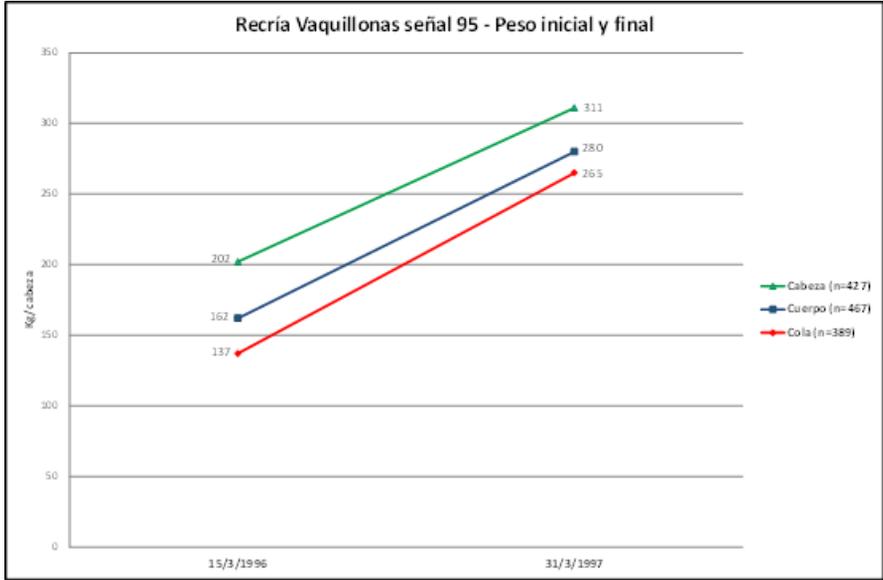


Figura 4. Recría de las vaquillonas señal 95 – Peso inicial y final

Eliminar el servicio de vaquillonas de 3 años

Durante los primeros cinco años se retuvieron las vaquillonas de 3 años y 2ª oportunidad (vacías de 2 a 2,5 años) por necesidad de aumentar el rodeo. Esta categoría desapareció a partir del servicio 1997/98.

Control de distocias

El control de las distocias en las vaquillonas de 1º servicio se fue mejorando utilizando toros con información de facilidad de partos. Se produjeron toritos ¼ Sangre (Británico) para servicio natural de repaso de los lotes inseminados. A estas acciones se sumó la capacitación del personal, lo cual resultó fundamental para el cumplimiento del objetivo.

Planificar las fechas de diagnóstico de preñez para formar grupos de parición

Para planificar el DPT y fechas de los servicios hay que tener organizada la secuencia de parición en base al agrupamiento de vientres de semejante desarrollo gestacional. Se organizaron las fechas para realizar los diagnósticos como se detalla a continuación:

- Primera quincena de enero: "Preñez Grande" (PG) de los servicios desde el 1 de octubre al 15 de noviembre.
- Primera quincena de febrero: "Preñez Media" (PM) de los servicios desde el 16 de noviembre al 31 de diciembre.
- Primera quincena de abril: "Preñez Chica" (PCh) de los servicios desde el 1 de enero al 15 de febrero.

Las fechas corresponden aproximadamente a gestaciones mayores a 45 días al día del examen por palpación rectal.

Intensificar la atención de partos

Facilitado por el diagnóstico de preñez en tres etapas, el personal pudo controlar mejor los lotes en parición. Iniciaban por los rodeos de PG y al

comenzar los partos de vientres de PM incorporaban a éste las no paridas del grupo anterior. De igual modo ocurría cuando comenzaban a parir del grupo final de PCh. Finalizada la parición en noviembre presentaban todo el grupo residual sin cría para examen genital a los efectos de evaluar las mermas.

Reprogramar el DPT y ventanas de servicio

Quince días antes del DPT abrupto y definitivo, los terneros eran sometidos al acondicionamiento sanitario (vacunaciones), castración, señalada e identificación con caravana de color por grupo de parición. La secuencia para realizar el DPT se describe en la Tabla 6. Las fechas se ajustaban para iniciar la tarea de DPT los días lunes y el servicio de cada lote se iniciaba al tercer día del DPT. La Marca consistía en marcar a fuego detrás de la paleta izquierda las vacas con el número respectivo al período de parición de acuerdo al sistema implementado por el mayordomo. Con el devenir de los años, cuando se examinaba una vaca, podía leerse su historia de pariciones (Ejemplo: secuencias F1, F2, F3, F3, F5, F1, F2) de una manera muy práctica, aunque el procedimiento ocasionaba un deterioro en el valor del cuero.

Tabla 6. Cronograma de fechas de parición y DPT.

Pariciones	Marca	DPT semana
< 31/07	F1	4º sep
01 al 15/08	F2	1º oct
16 al 31/08	F2	3º oct
01 al 15/09	F3	1º nov
16 al 30/09	F3	3º nov
01 al 15/10	F4	1º dic
16 al 31/10	F4	3º dic
01 al 15/11	F5	1º ene
>16/11	F5	2º ene

El grupo F1 es el único de mayor intervalo posparto al inicio de los servicios, el resto lo iniciaba a los 45-50 días. Se respetaba descanso postdestete por el manifiesto estrés de la vaca y a las 48/60 horas ingresaban a servicio. En los establecimientos "L" y "CC" los vientres recibían servicios por monta natural. En "LV" cada grupo de desternerado se

integraba a un programa de IA. Los vientres de baja condición corporal, al igual que las F5, iban directo a servicio natural.

Inseminación artificial: planificación y sincronización de celos

En "LV" el programa daba inicio entre las 48 y 60 horas pos-destete.

Sistema Clásico: el idóneo inseminador y ayudantes iniciaban la detección de celos AM-PM para IA a +12 horas. El brusco corte de la lactancia produce cambios hormonales que determinan el agrupamiento de celos entre los días 8 y 11-12 pos-destete, entre el 40 y 50% del rodeo. Se lograron primo inseminaciones del 80-90% en 21 días. Las vacas inseminadas se agrupaban en piquete de depósito y semanalmente se incorporaban a potrero para servicio natural de repaso.

La Figura 5 muestra una distribución típica de celos pos-destete en un año normal. En 21 días el 91,5% del lote tuvo primer servicio de IA con un pico del 46,8% entre los días 8 y 12. Por el corte abrupto de la lactancia y consecuentes cambios hormonales, un porcentaje de vacas tienen fase luteal corta, razón por la cual la preñez en primer servicio es un 6-10% menor a la normal.

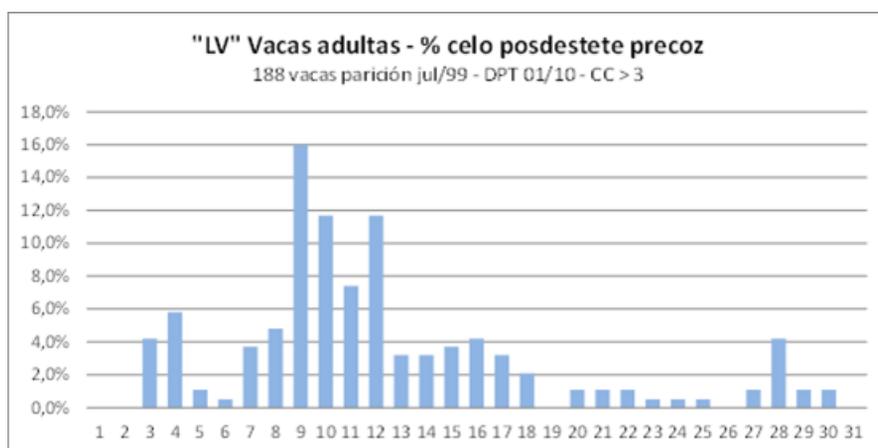


Figura 5. "LV" Vacas adultas - % de celo pos-destete precoz

Las vacas secas, 9,3% del total anual a servicio, iniciaban el 1/10 de cada año los servicios de IA en "LV", previo diagnóstico del estado genital para

descartar preñeces de robo. Si la tasa de celo diario conjunto oscilaba entre el 2,5 y 3,5% en los primeros 8 días habilitaba al técnico inseminador a aplicar al remanente no inseminado una dosis de Prostaglandina F_{2α} PM del 8º día (de manera que, el pico de celos de 60-72 horas se manifieste de día) (Figura 6). La luteólisis inducida determina el agrupamiento de celos en los 7 días siguientes con tasas promedio del 65%, por lo tanto, se acumulaba un 82-88% primo inseminado en 15 días. Se controlaba la repetición de celos y se inseminaba entre los días 18 y 40 pasando de inmediato a servicio natural. Al grupo "no celo" del primer ciclo de 15 días se lo incorporaba directo a servicio natural. En vaquillonas de 2 años recién se implementó la IA a partir de la temporada 1997-1998, una vez mejorada la re cría.

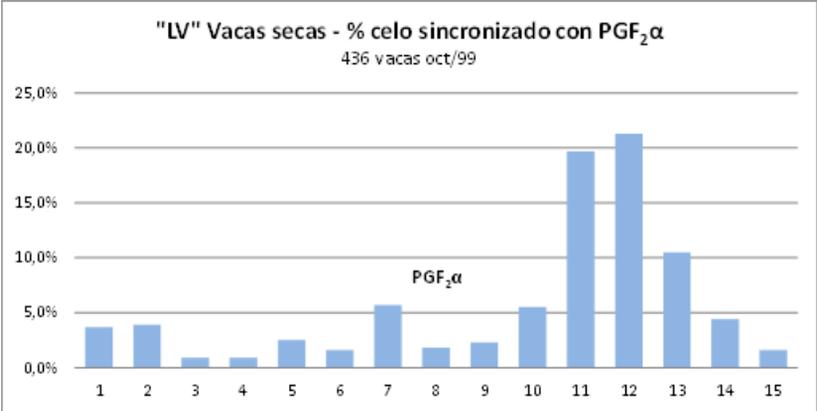


Figura 6. "LV" vacas secas - % de celo sincronizado con prostaglandina.

En un programa de IA de vaquillonas de lotes numerosos está contraindicado el método clásico de rodeos AM/PM por lapsos de 45-60 días continuos. Las razones son: climáticas, pastoreos que se deterioran por el pisoteo, necesidad de personal extra y labilidad de la categoría que pierde peso y disminuye el celo diario conjunto. Además, por lo ya expresado en el apartado de la re cría y por los registros de baja eficiencia no resultó aconsejable.

Por lo tanto, sólo era elegible un método que permitiera la IA sistemática o a tiempo fijo. Para éste objetivo en la década de 1990 se contaba a nivel comercial con un producto importado que consistía en un implante subcutáneo que combinaba un progestágeno sintético con un éster del

17-βEstradiol. Se debía implantar subcutáneo en la zona de la superficie convexa de la base de la oreja el día 1 y extraerse al día 10. Se realizaba la siembra de semen (IATF) al grupo tratado entre las 48 y 54 horas posteriores al retiro del implante. Los protocolos indicaban que podía aplicarse tanto a hembras cíclicas como no cíclicas. Dieciséis días después de la IATF el grupo inseminado era controlado por siete días (días 28 al 35) para detectar celos AM/PM e inseminarlas. Así, en un período de 35 días a partir de la colocación del implante se habían cubierto dos ciclos. Para la última temporada 2001/02 estuvo disponible en el mercado un producto más eficiente para regular el ciclo estral bovino: los dispositivos intravaginales siliconados impregnados en progesterona natural (P4) y el benzoato de estradiol inyectable. El protocolo consiste en colocar el dispositivo en la vagina y aplicar 2 mg de benzoato de estradiol intramuscular, responsable de la supresión de folículos dominantes e inicio de una nueva onda de desarrollo folicular cuatro días después, que permitirá ovular un ovocito joven y fértil. El dispositivo se deja por ocho días, se extrae y a las 24 horas se aplica una dosis de 1 mg de benzoato de estradiol (dosis estimulante de la LH para ovulación) y se insemina la totalidad del lote a tiempo fijo a las 52-56 horas. Este método demostró mayor eficiencia en la sincronización del tiempo de ovulación. El control de la repetición se hizo de igual forma (días 16 al 23 pos IATF). En períodos de 33 días a partir de la colocación del dispositivo se cubren dos ciclos.

Toros

Evaluación anual

Anualmente, entre 30 y 60 días de finalizados los servicios, los toros utilizados en la temporada finalizada eran sometidos a:

- Evaluación clínico-general y zootécnica
- Examen de genitales externos e internos
- Medición de circunferencia escrotal (CE) a los toros jóvenes que habían finalizado su primera temporada de servicios (reexamen de CE).
- Examen sanitario: brucelosis, tuberculosis, trichomonosis y campylobacteriosis
- Examen de venéreas: se repetía pre-servicio hasta 2 diagnósticos

negativos de cada toro.

La discriminación de las causas de rechazo está resumida en la Tabla 7. Para los rechazos por edad, el criterio fue descartar toros que, aunque aptos, cumplían los 7 años (salvo alguna excepción de individuos superiores), para permitir el ingreso de mayor número de toritos de 2 años. Primó la elección de la mejor genética de las nuevas generaciones. La involución de la CE eran toritos aceptados a los 18 y 24 meses que luego de su primera temporada de servicios habían disminuido el perímetro por debajo de 32 cm. Se recomienda adoptar este criterio de reexamen de la CE para identificar individuos que, por estrés de adaptación u otros procesos, experimentan procesos de atrofia testicular. La elección de hacer el primer control de trichomonosis en este momento está explicada en el punto que trata la enfermedad.

Tabla 7. Examen anual de toros y causas de rechazo en 10 temporadas.

Toros presentados	1647	%
Examen clínico, general y zootécnico		
Edad	109	
Patas pezuñas	11	
Actinobacilosis	9	
Baja condición corporal	6	
Tipo	24	
Líbido nula (informada)	6	165 10%
Examen de genitales externos, internos y CE		
Postitis	32	
Hematoma de pene	9	
Degeneración testicular	14	
Involución CE (toritos 30m)	42	
Epididimitis	3	
Seminovesiculitis	2	102 6,2%
Exámenes sanitarios		
Brucelosis	1	
Tuberculosis	41	
Trichomonosis	8	50 3,0%
Toros rechazados	317	19,2%
Toros aptos	1330	80,8%

Manejo del sistema de entore

El comportamiento sexual del toro se manifiesta en la libido y en la habilidad copulatoria. No tiene asociación con otros caracteres como la

CE. Si bien se puede evaluar por la Prueba de Capacidad de Servicio, no fue aplicada en los toros de estos establecimientos debido al programa de control de venéreas que se ejecutaba. Lo que influye significativamente en la tasa de preñez en entores múltiples, como los utilizados normalmente a campo, es el "Comportamiento Social de los Toros". Sus interacciones varían entre "amigables" y "combativas". La primera es propia de toros jóvenes sin jerarquía o dominancia social establecida. La segunda, habitual en los toros adultos, se exalta ante hembras en celo y de agresivos se tornan a combativos hasta que se establece el "orden social de dominancia", donde la "veteranía" es un factor muy influyente. Este concepto fue bien explicado y aplicado con rigurosidad. Los grupos de toros se ordenaban por franja etaria, correspondiendo con la edad aproximada de los vientres de los rodeos a donde se destinaban. Los toritos de 2 años eran asignados a vaquillonas de 1° servicio y a vacas de 1° parto a 2° servicio. En síntesis, se debía confeccionar planillas de "Asignación de Servicios" por rodeo (Ingreso-Egreso) con la identificación del RP de cada toro (número a fuego 4 dígitos donde el primero indica el año de nacimiento). Se estableció la prohibición absoluta de "rotar" toros entre rodeos y/o retirarlos a descanso y/o tener toros de "reserva". La identificación de toros por rodeo permite la detección temprana de problemas. Por ejemplo, en el servicio 2000-2001 el diagnóstico de preñez del mes de abril en tres lotes del establecimiento "L" dieron preñeces del 89,2%, 87%, 79,2% y uno del 71,4%. Sospechada una venérea sobre este último (debido al mal alambrado del campo alquilado) se investigó el grupo de toros que estuvieron en servicio en dicho rodeo. Resultaron positivos a trichomonosis 4 toros en el primer examen y 1 en el segundo. No se detectaron otros toros positivos en los exámenes siguientes.

Porcentaje de toros a servicio

Un tema discutido es el porcentaje de toros a utilizar en entores múltiples. En general, el ganadero del país no tiene conocimientos precisos sobre la capacidad de servicio de los toros. La mayoría de los establecimientos de la pampa húmeda utilizan en promedio el 4% y en zonas marginales el 6-7%, considerando la población total de toros en edad de servicio de cada ganadero. Posiblemente este exceso de toros se debe a que no realizan una exhaustiva evaluación de la capacidad

reproductiva y sanitaria de los toros y, en muchos casos, conviven con venéreas. Planificada la dotación de vientres a recibir en cada potrero, los toros asignados ingresaban con el primer grupo de vacas desterneradas. A medida que sucedían los destetes, se agregaban vacas a cada potrero hasta cumplir con la ocupación planeada. Este sistema permitía que los toros tuvieran el desafío de celos de los 8-11 días con intervalos de días igual a los destetes programados.

En la Tabla 8 se detalla el % de entore y preñez de los tres establecimientos en las 10 temporadas de servicio. Sobre 65.475 vientres se utilizaron 1844 toros totales, que representa el 2,8%, con edad promedio de 3,6 años (Tabla 8). En la Tabla 9 está detallado el desglose del porcentaje de entore en el grupo de vientres inseminados más repaso con toros y en los vientres a servicio natural directo.

Producción de toritos de reposición recriados en su ambiente

Los terneros seleccionados para futuros toritos nacidos en el establecimiento "LV" destetados precozmente y criados en "CC" eran enviados a recriar en provincia de Buenos Aires. Ellos fueron las señales 1990 (S'90), 1991 (S'91) y de 1992 (S'92). Con 2 años eran enviados a Esquina para el servicio de vaquillonas. La empresa aprobó nuestro consejo de recriar en Esquina "CC" los toritos a partir de la S'93 en adelante.

La clasificación por tipo (características raciales, conformación, aplomos, etc.) era realizada a los 18 meses (+/- 45 días) y los aprobados eran evaluados sanitaria y genítalmente. El examen consistía en la evaluación clínica de la conformación testicular, la elasticidad y su tono, desarrollo y normalidad de epidídimos y el peso/volumen testicular a través de la CE. La selección de toritos jóvenes y su utilización a la menor edad posible en servicio natural es un criterio acertado y deseable.

Para el cometido es esencial determinar la edad en la cual alcanzan la pubertad (P). La CE por su alta repetibilidad y heredabilidad se utiliza como herramienta de selección predictora de P y es independiente de la raza y peso. La CE de 28 cm está relacionada con el 1° eyaculado conteniendo $\geq 50 \times 10^6$ espermatozoides con $\geq 10\%$ de motilidad progresiva. La CE de 32 cm está relacionada con 1° eyaculado

conteniendo $\geq 500 \times 10^6$ espermatozoides con $\geq 50\%$ de motilidad progresiva. Esta calidad seminal tiene una fertilidad semejante a la de toros adultos. El criterio que se adoptó para el alta fue que a 18 meses superaran el mínimo de 28 cm y a los 24 meses los 32 cm. Con los datos se confeccionó la Tabla 10.

A los 18 meses el mayor porcentaje de rechazos fue por tipo y CE. La insuficiente CE fue la causa genital que determinó el mayor número de rechazos en ambos controles. El cuadro muestra datos de toritos recriados de los cuales 598 fueron aceptados a 18 meses y 530 de ellos iniciaron su vida reproductiva. Además, compara la baja del 25,1% de los toritos recriados en la provincia de Buenos Aires versus el 5,1% de los recriados en Esquina. Los toritos terminados en el feedlot no tuvieron una dieta de recría diferencial respecto de la ofrecida a los novillos del feedlot.

Las dietas secas de baja fibra efectiva fueron la causal de las lesiones metabólicas y su expresión como laminitis. Distintas ofertas de fibra efectiva deben ser consideradas para las recrias de reproductores machos y hembras con encierre.

Sales Minerales: control y ajuste de formulaciones

La suplementación mineral de calidad e inocuidad sanitaria de las mezclas (posibles portadoras de *Actinobacillus*, *C. botulinum*, etc.) se organizó con un proveedor confiable y de prestigio que garantizara el producto. La formulación debía adecuarse a los requerimientos de las haciendas, luego de haber evaluado el perfil mineral sérico de muestras de distintas categorías. Se consensuó una mezcla de "verano" y otra de "invierno" enriquecida con 8,5% de óxido de magnesio. El suministro se ofreció en bateas para consumo "ad-libitum". Además, en otras bateas se ofrecía solo cloruro de sodio (sal gruesa). El mayor consumo de la mezcla mineral se producía entre junio/julio 60 gr/vaca.día-1 y en agosto/septiembre 40 gr/vaca.día-1).

La Tabla 11 muestra el resultado de dos controles serológicos del perfil mineral correspondientes a muestras obtenidas de animales según cada una de las suplementaciones (verano e invierno). Se destaca el nivel de magnesio provocado por la sal de invierno.

Tabla 8. % de entore, % de preñez y edad de los toros en los establecimientos durante 10 temporadas.

Servicio	"LV"				"L"				"CC"				Totales en los						
	Toros		Entore	Tipo	PÑ	Toros		Entore	Tipo	PÑ	Toros		Entore	Tipo	Edad				
	nº	%	%	serv	%	nº	%	%	serv	%	nº	%	%	serv	Toros				
92/93	2849	41	1,4	IA + S/N	88,9	940	35	3,7	S/N	76,2	974	30	3,1	S/N	72,9	4763	106	2,2	3,1
93/94	2878	30	1,0	IA + S/N	89,8	1628	55	3,4	S/N	78,5	459	21	4,5	S/N	84,4	4975	106	2,1	3,1
94/95	2859	47	1,6	IA + S/N	80,8	2212	86	3,9	S/N	83,2	490	17	3,5	S/N	88,4	5561	150	2,7	3,1
95/96	2293	41	1,8	IA + S/N	87,5	2471	121	4,9	S/N	81,8	654	22	3,4	S/N	92,7	5418	184	3,4	3,6
96/97	2548	57	2,2	IA + S/N	85,8	3159	134	4,2	IA + S/N	78,7	557	16	2,9	S/N	94,6	6264	207	3,3	3,8
97/98	2717	50	1,8	IA + S/N	90,4	2905	110	3,8	IA + S/N	86,1	605	26	4,3	S/N	85,9	6227	186	3,0	3,6
98/99	2106	50	2,4	IA + S/N	83,3	4187	132	3,2	IA + S/N	83,5	623	20	3,2	S/N	78,0	6916	202	2,9	4,0
99/00	2011	41	2,0	IA + S/N	74,4	5388	152	2,8	IA + S/N	89,9	593	20	3,4	S/N	89,2	7992	213	2,7	3,7
00/01	2066	36	1,7	IA + S/N	92,7	5768	181	3,1	IA + S/N	89,8	551	21	3,8	S/N	82,8	8385	238	2,8	3,9
01/02	2173	35	1,6	IA + S/N	92,1	6283	195	3,1	IA + S/N	86,9	518	22	4,2	S/N	85,5	8974	252	2,8	3,9
Total	24500	428	1,7			34941	1201	3,4			6034	215	3,6			65475	1844	2,8	3,6

Tabla 9. % de entore según tipo de servicio en 10 temporadas.

IA + SN				SN			
Est.	Vientres	Toros	%	Est.	Vientres	Toros	%
"LV"	24.500	428	1,7	"CC"	6.034	215	3.6
"L"	6.475	136	2,1	"L"	28.466	1.065	3.7
Total	30.975	564	1,8	Total	34.500	1.280	3.7

Tabla 10. Resumen de toritos de 2 años incorporados a servicio en 10 temporadas.

Recría	Servicio	Señal	Aceptados 18m	A Servicio	Rechazos	Causas
"EO"	92/93	90	50	44		
"EO"	93/94	91	59	43		
"EO"	94/95	92	78	53		
Total Recría "EO"			187	140	47 (25,1%)	Laminitis 17 CE 17 Otras 13
"CC"	95/96	93	71	51		
"CC"	96/97	94	51	51		
"CC"	97/98	95	47	47		
"CC"	98/99	96	45	45		
"CC"	99/00	97	69	69		
"CC"	00/01	98	64	64		
"CC"	01/02	99	64	63		
Total Recría "CC"			411	390	21 (5,1%)	CE 8 Otras 13

Tabla 11. Bioperfil mineral

Est.	Fórmula mineral	Ca	P	Mg	Cu
"LV	Verano	9,12	4,46	1,61	0,52
"LV"	Invierno	9,24	6,54	2,43	8,86
"L"	Invierno	11,29	6,11	2,57	0,68
VN mg%		7,12/12,0	4,0/8,0	1,8/3,0	>0,5

Sanidad

Control estratégico de enfermedades parasitarias

Ectoparasitosis

Se inició la aplicación de Doramectina a los terneros nacidos en primavera para prevenir miasis en ombligos. Se mantuvo el esquema con productos garrapaticidas: uno en otoño y dos a tres en primavera-verano. Según circunstancias, de notarse mayor carga de garrapatas, se realizaban los baños adicionales necesarios. El tratamiento con Ivermectinas, por su acción ectocida, controlaba los artrópodos.

Endoparasitosis

No había reportes de animales con síntomas clínicos que hicieran sospechar parasitosis gastrointestinales y pulmonares. No obstante, se realizaron análisis coproparasitológicos a cargo de un colega especialista de Esquina, en abril y junio de 1992, quien informó moderada infestación al recuento (Mc Master) en vaquillonas de 18 meses y negatividad total en terneras de 1 año como resultado del plan que se ejecutaba. Se consideraron resultados buenos, teniendo en cuenta que los animales jóvenes liberan más huevos de parásitos en el período otoño-invernal. En primavera coincide la eliminación de menos huevos por los parásitos y la creciente inmunidad que adquiere el animal. A los efectos de facilitar el manejo se tomó la decisión de ajustar y seguir con el programa de Desparasitación Estratégica Racional, con rotación de drogas químicamente diferentes para evitar resistencias. Tratamientos antiparasitarios recomendados:

Terneras y toritos (6-8 meses): en marzo, abril y mayo se alternaban endectocidas inyectables (Ivermectinas) con intervalo de 45-60 días y los Benzimidazoles cada 21-30 días. En noviembre y diciembre se suministraban Benzimidazoles a doble dosis para acción sobre Ostertagia en hipobiosis alternando con Ivermectinas.

Vaquillonas y Toritos en recría: en otoño dos tratamientos y en primavera uno de los antihelmínticos mencionados. En las vaquillonas en servicio y preñadas no se utilizaban Benzimidazoles por posibles efectos teratógenos.

Vaquillonas de 1° parto: tratamiento con Benzimidazoles a doble dosis al desternearlas para iniciar 2° servicio.

Trichomonosis Bovina

Denominada "Trichomoniasis" en el medio rural, es una de las principales causas de disminución de los índices reproductivos en los rodeos bovinos. Provoca principalmente abortos tempranos, por lo cual, al no ser una abortiva clásica, pierde la espectacularidad de éstas y cursa solapadamente. Provoca un período de infertilidad temporaria, por lo cual aparecen importantes "colas de parición".

Por los antecedentes del establecimiento "LV", en nuestra segunda visita del 13/02/1992, a dos semanas de retirados los toros del servicio, se procedió a la extracción de muestras prepuciales, su siembra y cultivo en medio específico. Se utilizó el método de la pipeta (raspaje-succión) y PBS como medio de soporte hasta la siembra dentro de las cuatro horas. Por la distancia de los establecimientos y de transporte, que no aseguraban la pronta recepción por el laboratorio, se disponía de una estufa de cultivo portátil y microscopio para evaluar las muestras a partir de las 24 horas de la siembra y por los 7 días siguientes. Los resultados fueron: positivos a las 24-36 horas en 15 de 53 toros (28,3%), positivos a las 48-72 horas en 3 de 53 toros (5,7%) y negativos en los toros restantes hasta 7 días. El 34% de positivos estaba compuesto por 7 de los 14 toros rechazados por edad y 11 de los 39 aptos al examen clínico y genital. Los dos controles posteriores de los sanos dieron negativo, resultando 100% la sensibilidad del primer diagnóstico. En la experiencia de este equipo profesional no habíamos observado nunca antes la concentración y vigor de *Trichomonas foetus* en los cultivos observados a 24 horas de la siembra. Está comprobado que el parásito cumple ciclos en el prepucio que determinan diferentes poblaciones. Este hallazgo confirma que a pocos días de retirados los toros del servicio, en rodeos con enfermedad activa, el parásito está en ciclo de alta multiplicación. En el segundo muestreo realizado 2 meses después fueron todos negativos, así como en los dos posteriores realizados preservicio. Dada la alta sensibilidad hallada al primer examen decidimos incluir en el Cronograma de Examen de Toros la realización del primer control de esta venérea, dentro de los 60 días de retirados del servicio. El diagnóstico precoz y la

eliminación de enfermos ayudaron a evitar nuevos contagios en servicios de "robo" a causa de alambrados deficientes en campos arrendados ("L"). El historial de los sucesivos controles de trichomonosis de los toros aceptados como aptos al examen clínico general y zootécnico se completa con reaparición de casos positivos:

- 14/04/93: positivo 1 de 86 en el 1º muestreo y 1 de 85 en el segundo. Todos los toros resultaron negativos en los dos controles preservicio.
- 12/04/96: positivo 1 de 158 examinados ("CC": puestero avisó haberlo recuperado del potrero de un vecino con vacas de acopio).
- 17/04/01: positivos 4 de 179 en 1º muestreo y 1 de 175 en el 2º muestreo. Todos los toros salieron negativos en los dos controles preservicio. Esto ocurrió en el establecimiento "L" mencionado en Manejo del entore. El ingreso a servicio se autorizaba luego de dos muestreos consecutivos negativos a partir del último toro positivo.

Enfermedades infectocontagiosas, prevalencia y análisis de riesgo

Campylobacteriosis Genital Bovina

A partir de los muestreos prepuciales realizados, según lo detallado en trichomonosis, el PBS formolado era remitido a laboratorio para diagnóstico por Inmunofluorescencia Indirecta (IFI). En los períodos considerados nunca hubo un resultado positivo.

Brucelosis

El análisis serológico de vacas falladas a la parición, con algunos casos positivos (vacías y abortadas), determinó la decisión de realizar el relevamiento de la enfermedad a la totalidad de los rodeos y así dar cumplimiento a lo requerido por la Resolución 1269/93 de SENASA (Plan Nacional de Control y Erradicación de la Brucelosis). El laboratorio de red informó:

1999: 1° sangrado, positivos 335/7872 (4,3%)

2000: 2° sangrado, positivos 163/8553 (1,9%)

2001: 3° sangrado, positivos 52/99419 (0,6%)

La correcta vacunación anual de terneras con Cepa 19 (preestablecida como norma en la empresa), la eliminación sistemática de vacas vacías pos-parición, el control de negatividad de los vientres adquiridos a criadores confiables y manejar un rodeo prácticamente cerrado, deben considerarse como factores favorables para el logro del estatus de rodeo saneado.

Leptospirosis

Tanto los elementos del ecosistema como la humedad (lluvias y lagunas naturales), la abundancia de animales silvestres (roedores, capibaras, etc.), los serovares de *Leptospira interrogans* presentes (virulencia de las cepas) como las condiciones del ganado (susceptibilidad, inmunidad, etc.) sugerían que había que considerar la leptospira como un factor de riesgo presente. Sin embargo, las informaciones disponibles sobre prevalencia de la enfermedad según diagnóstico serológico (MAT) eran del 12,4% en el partido de Esquina, con prevalencia en bovinos del serovar *wolfii* sobre *pomona*. En Capibaras predominaban los serovares *pomona* e *icterohaemorrhagiae*. los serovares *wolffi* y *hardjo* se consideran como adaptados al bovino y la *pomona* como esporádica. En "LV" el primer muestreo de 1992 informó 10,3% de serología positiva (MAT) de los serovares *Wolffi* 7,7% y *Pomona* 2,6%.

Enfermedades virales de los bovinos

Al primer examen de los toros (13/02/1992), consideramos esta población como una muestra confiable (al haber convivido con vientres de todos los rodeos) sobre la circulación del Herpes virus bovino (IBR) y del virus de la Diarrea Viral Bovina (BVD). Suero de estos toros enviados al laboratorio para la detección de anticuerpos presentes por la técnica de Inmunofluorescencia Indirecta (IFI) arrojaron los resultados presentados en la Tabla 12.

Tabla 12. Resultados de la detección de anticuerpos por IFI para los virus IBR y BVD

Virus	1/5	1/10	1/20	1/40	Negativos
IBR	2,6%	5,1%	33,3%	59,0%	0,0%
BVD	10,3%	25,6%	2,6%	----	61,5%

Se contaba además con el informe del laboratorio del 17/02/1991 de positividad a IBR en las muestras de terneros investigadas.

Complejo de enfermedades respiratorias

Este complejo representa un serio problema en la ganadería. Más aún en establecimientos donde se realiza DPT. En el caso de "CC" se producían concentraciones importantes de terneros en un corto período de tiempo. Los machos castrados y hembras de rechazo se remitían al feedlot en la provincia de Buenos Aires, donde había varios miles de cabezas en engorde de distintas procedencias. Además de estrés hay factores ambientales que permiten a diversos virus, bacterias y hongos provocar lesiones a los tejidos pulmonares. En enero de 1993 en el criadero de "CC" apareció un súbito episodio de tos en los terneros. Muestras de sangre fueron enviadas al laboratorio. El diagnóstico por el método de Inhibición de Hemoaglutinación informó positividad a virus de Parainfluenza 3 (PI3) expresado en unidades (UIHA): el 60% 1280 UIHA, el 20% 640 UIHA (ambos títulos indicaban infección reciente), el 10% 320 UIHA (exposición reciente al virus) y el 10% negativo.

Análisis de riesgo

Los hallazgos anteriormente descriptos, sin considerar las clásicas enfermedades de los terneros (Mancha/Gangrena Gaseosa, etc.), nos informaron de la prevalencia de enfermedades de las cuales había que proteger inmunológicamente al ganado. Para el cometido se asesoró al personal jerárquico y se capacitó al personal de ganadería acerca del período neonatal y la situación inmunitaria del ternero recién nacido. Se

explicó el sistema de placentación bovino que impide la transferencia de inmunoglobulinas maternas que sí están presentes en el calostro y la consecuente importancia de que los terneros mamen dicho calostro en las primeras 24 horas. Se insistió en el concepto de que las defensas inmunitarias del calostro son las que produjo la madre, ya sea por superar infecciones adquiridas como por las varias vacunaciones a las que fue sometida durante su vida. Esta capacitación ayudó a la comprensión de la importancia de vacunación de la madre gestante al cumplir dos tercios de la preñez, medida que se incorporó al calendario de vacunaciones.

Elección de vacunas y calendario de aplicación

Explicada la situación sanitaria en base a los diagnósticos de laboratorio, el riesgo de infecciones naturales por los agentes identificados en el ambiente y considerando que la prevención es la mejor inversión, se propuso un Calendario Sanitario. Además de seleccionar vacunas de laboratorios que garantizaran la potencia de los inmunógenos y las combinaciones polivalentes adecuadas, se puso énfasis en el control de la cadena de frío y en la responsabilidad del personal en la homogeneización y prolija aplicación con mínimo estrés del ganado. El Plan de vacunaciones puede resumirse en:

Vacas Preñadas

Al cumplir dos tercios de la gestación cada grupo recibía:

- Vacuna con virus inactivados IBR BVD PI3 combinada con bacterina de *Pasteurellas haemolytica* y multocida.
- Vacuna virus Diarrea Neonatal (Rotavirus) combinada con bacterina de *Escherichia coli* y otros gram negativos.

Bacterina contra Leptospirosis (varios serovares).

- Carunco bacteridiano: se aplicaba a partir de los 18 meses junto con la Aftosa del plan SENASA.

Ternereros a DPT

Quince días antes del DPT se aplicaban vacunas de:

- Clostridiosis: 1ª dosis de vacuna (Mancha/Gangrena) más la de virus inactivados IBR BVD PI3 combinada con bacterina de Pasteurelas haemolytica y multocida.

Ternereros/as 6-8 meses (marzo abril)

- Clostridiosis: 2ª dosis más la primera dosis de vacuna combinada Víricas y Leptospirosis. Repetían la segunda dosis (refuerzo) a los 21-28 días. Las terneras recibían la vacuna contra la Brucelosis Cepa 19.

Terneras y Toritos de año (primavera)

- Recibían la 3ª dosis de la vacuna combinada Víricas y Leptospirosis.

En resumen, al año de edad las vaquillonas de reposición y toritos habían recibido tres dosis de vacunas de virales (IBR-BVD combinadas con bacterinas) y de Leptospirosis. En nuestra experiencia con Leptospirosis en campos endémicos, por estudios de títulos (MAT) en terneras pre destete (6-8 meses) y pos-destete (10-12 meses) encontramos títulos negativos en más del 90% del primer grupo y positividad elevada en el segundo grupo. De ahí que consideremos que vacunaciones iniciadas al año o más llegan tarde al intento de protección de la enfermedad.

Vaquillonas pre-servicio

Al examen genital pre-servicio se aplicaba una dosis de vacuna combinada de enfermedades víricas y reproductivas.

Toros

- Carunco bacteridiano: aplicada junto con la de Aftosa según el plan SENASA.
- Campylobacteriosis: los toritos jóvenes recibían bacterina de *Campylobacter fetus venereal* concentrada y, a doble dosis, a -60 y -30 días del inicio del servicio. Los toros adultos recibían una doble dosis anual a -30 días del servicio.
- Vacuna virus inactivados (IBR BVD) y Leptospirosis: se aplicaban en el mismo momento que la de Campylobacteriosis.

RESULTADOS ALCANZADOS

La fijación del genotipo y fenotipo variedad 3/8 5/8 en Brangus y Braford fue lograda a través de la técnica de IA con toros probados en vientres de "LV" y en vaquillonas de 2 años en "L", lo que unido a selección continua permitió formar plantales de superioridad genética sobre la base de los preexistentes. La inspección de la Asociación Argentina de Brangus aprobó 1009 vientres de los Registros RO, RP y RC el 25/06/2002. Se registró rodeo en la Asociación Argentina de Braford el 25/04/2003. Se incorporó la técnica de Transferencia de Embriones en vientres de elite el 19/05/2000 en Brangus y el 19/06/2001 en Braford. El bagaje genético y el biotipo logrado en toritos influenciaron la mejora del rodeo general. En síntesis, las nuevas generaciones de hembras cambiaron su valuación del kilogramo de carne comercial a valor de reposición para madre de rodeo. Además, se generó la opción de venta de toritos excedentes.

Los resultados reproductivos obtenidos a lo largo de diez temporadas de servicio en las distintas categorías se detallan a continuación:

Categoría: Vaquillonas 1° servicio a 3 años

Las mejoras en el periodo de cinco años fueron:

- El porcentaje de preñez aumentó un 18,7% respecto del año "0" (Tabla 13, Figura 7)

- La distribución de la PG aumentó un 68,3% respecto del año "0", a expensas de la PM (Tabla 13, Figura 7).

Se cumplió el objetivo de eliminar esta categoría luego de cinco años.

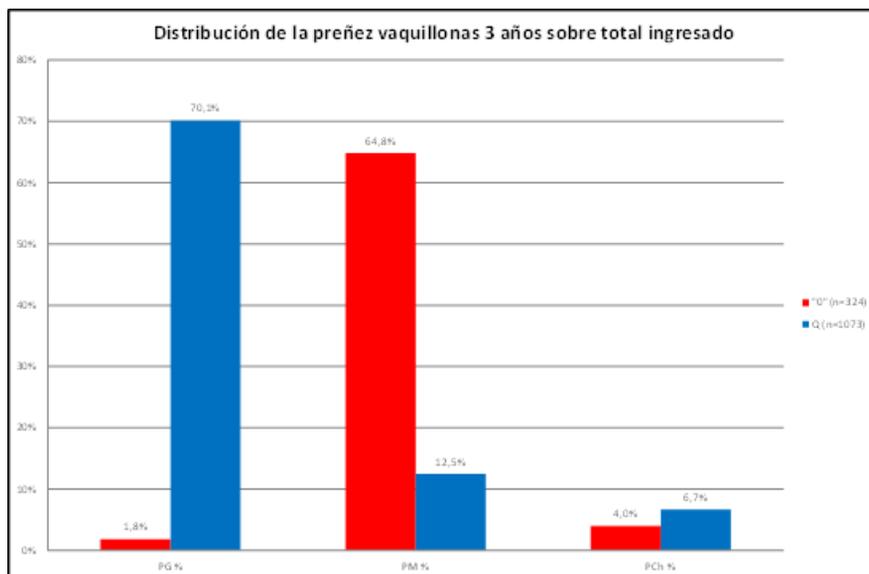


Figura 7. Distribución de la preñez en vaquillonas de 3 años sobre el total ingresado

Tabla 13. Distribución de la preñez en vaquillonas de 3 años sobre el total ingresado

Servicio	Señal	PG (n) %	PM (n) %	PCh (n) %	Total Pñ %	VN	VR	Total				
91/92 ("0")	88	6	1,8	210	64,8	13	4,0	229	70,6	91	4	324
92/93	89	269	63,9	47	11,1	31	7,4	347	82,4	0	74	421
93/94	90	113	84,3	16	11,9	0	0,0	129	96,2	0	5	134
94/95	91	180	73,8	46	18,8	13	5,3	239	97,9	0	5	244
95/96	92	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0	0
96/97	93	190	69,3	25	9,1	28	10,2	243	88,6	0	31	274
Total (Q)	--	752	70,1	134	12,5	72	6,7	958	89,3	0	115	1073
Dif Total/"0"	--	--	+68,3	--	-	--	+2,7	--	+18,7	--	--	--

Categoría: Vaquillonas 1º servicio a 2 años

Las fechas de ingreso a IATF fueron en noviembre para el 79,8% de las vaquillonas y en diciembre para el 20,2% restante. Por el protocolo y las hormonas disponibles en ese tiempo la preñez en 1° servicio resultó menor en un 15% a lo esperado (Tabla 14). El buen porcentaje de preñez obtenido en el 2° servicio (retorno a celo) con semen de los mismos toros y técnicos inseminadores confirma que no hubo correcta sincronización de ovulaciones en el tiempo fijo (Tabla 14). No obstante, en 35 días se logró el 53,1% de preñez que puede considerarse normal (Tabla 14). La preñez final de la categoría en el último quinquenio promedió el 92,3%. La otra ventaja fue la utilización de toros con facilidad de parto que disminuyó la distocia.

Tabla 14. Resultados de la IATF en vaquillonas de 2 años.

Servicio	Cantidad	PÑ Serv.	1° %	Retomo a celo	%	PÑ Serv.	2° % sobre retorno	Total 35d	PÑ %
96/97	1090	295	27,1	354	32,5	283	79,9	578	53,0
97/98	985	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	554	56,2
98/99	1027	333	32,4	281	27,4	153	54,4	486	47,3
99/00	974	185	19,0	396	40,7	295	74,5	480	49,3
00/01	1050	393	37,4	340	32,4	186	54,7	579	55,1
Subtotal trat 1	5126	1206	29,1	1371	33,1	917	66,9	2677	52,2
01/02	1104	371	33,6	461	41,8	263	57,0	634	57,4
Subtotal trat 2	1104	371	33,6	461	41,8	263	57,0	634	57,4
Total	6230	1577	30,1	1832	34,9	1180	64,4	3311	53,1

Las vaquillonas de 2 años, como consecuencia del programa para la mejora de la recría, mejoraron sus índices en el segundo quinquenio respecto del primero: La preñez total aumentó un 16,5% (en PG un 13,9% en PM un 5,5% y en PCh disminuyó un 2,9%) (Tabla 15, Figura 8). En promedio, la mejora en las diez temporadas versus el año de referencia "0" fue: la preñez total aumentó un 37,6% (un 38,4% en PG, un 30,1% en PM y disminuyó un 30,9% en PCh) (Tabla 15, Figura 8). Considerando los diez años y la población de vaquillonas según edad, el 8,9% de 3 años y el 91,1% de 2 años, la mejora económica puede estimarse en el 15,5%. La Figura 9 muestra la evolución de los índices de preñez de ambas categorías de vaquillonas.

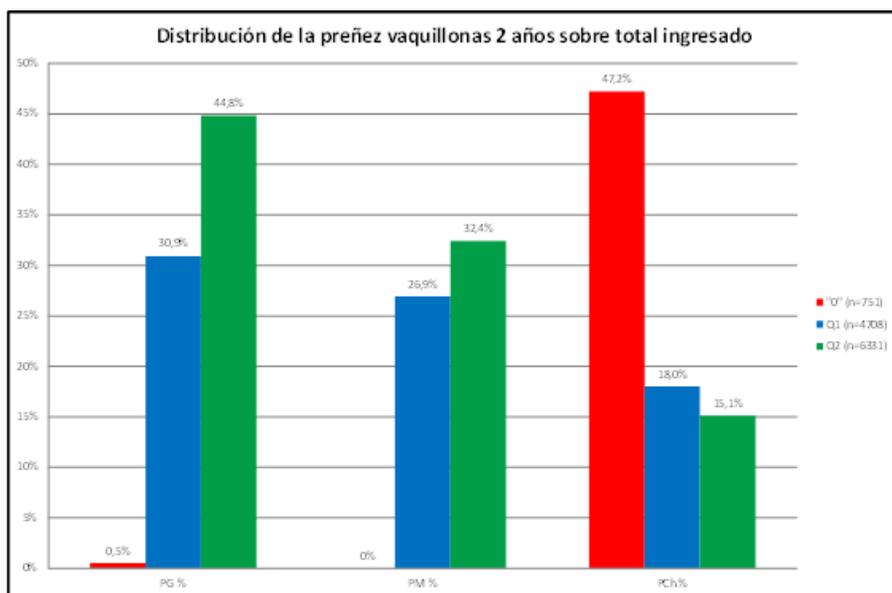


Figura 8. Resultados y distribución de la preñez global en vaquillonas de 2 año

Tabla 15. Resultados y distribución de la preñez global en vaquillonas de 2 años.

Servicio	Señal	PG (n)	%	PM (n)	%	PCh (n)	%	Total Pñ	%	VN	VR	Total
91/92 ("0")	89	4	0,5	0	0	354	47,2	358	47,7	338	55	751
92/93	90	71	16,4	211	48,8	78	18,1	360	83,3	66	6	432
93/94	91	293	36,1	180	22,2	114	14,1	587	72,4	224	0	811
94/95	92	318	28,3	383	34,1	228	20,3	929	82,7	191	3	1123
95/96	93	222	23,2	228	23,8	190	19,9	640	66,9	278	38	956
96/97	94	551 ⁽¹⁾	39,8	265	19,1	237	17,1	1053	76,0	332	1	1386
Sub (Q1)	total --	1455	30,9	1267	26,9	847	18,0	3569	75,8	1091	48	4708
97/98	95	734 ⁽²⁾	63,0	312	26,8	38	3,3	1084	98,1	0	80	1164
98/99	96	351 ⁽³⁾	28,7	535	43,8	251	20,5	1137	98,0	0	86	1223
99/00	97	581 ⁽⁴⁾	47,7	364	29,9	210	17,2	1155	94,8	0	63	1218
00/01	98	698 ⁽⁵⁾	56,2	318	25,6	132	10,6	1148	92,4	0	95	1243
01/02	99	473 ⁽⁶⁾	31,9	525	35,4	322	21,7	1320	89,0	0	163	1483
Subtotal (Q2)	--	2837	44,8	2054	32,4	953	15,1	5844	92,3	0	487	6331
Total	--	4292	38,9	3321	30,1	1800	16,3	9413	85,3	1091	583	11039
Dif Q1 – Q2	--	--	+13,9	--	+5,5	--	-2,9	--	+16,5	--	--	--

Incluye preñeces de robo al tacto previo: (1)101, (2)180, (3)34, (4) 72, (5) 193, (6) 125

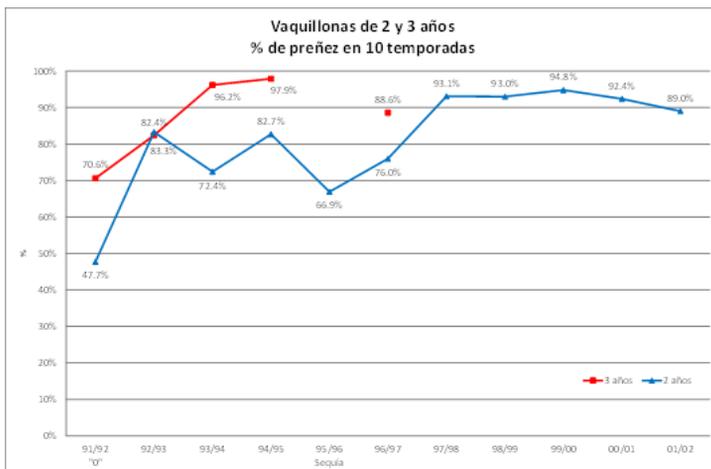


Figura 9. Vaquillonas de 2 y 3 años - % de preñez en 10 temporadas

Categoría: Vacas de 2° y 3° servicio

En el establecimiento "L" parían las vaquillonas y recibían el 2° y 3° servicio. En el primer quinquenio la preñez promedio fue del 82,3% (Tabla 16), entre un 25 y 30% superior a la que obtiene esta categoría en el NEA con manejo de DTT convencional. Los índices y distribución de la preñez en 2° y 3° servicio en "L" se muestran en la Tabla 16 y Figura 10. Comparando el 2° quinquenio versus el 1°, la mejora de la preñez total fue del 3,3% y en la PM del 19,3%, a expensas de la PCh, que disminuyó un 14,3% (Tabla 16).

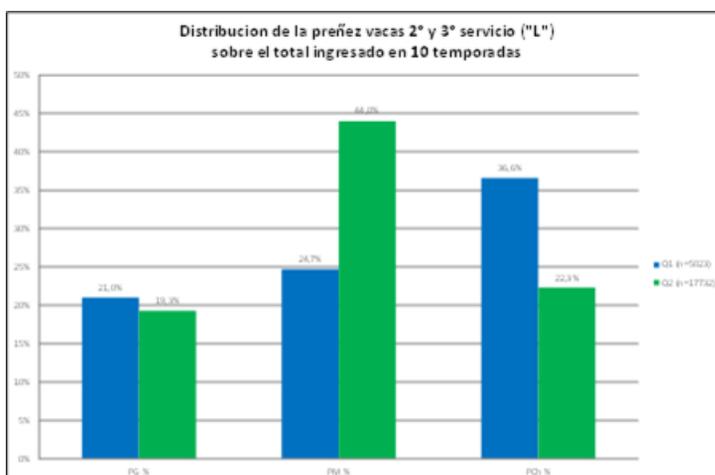


Figura 10. Distribución de la preñez en vacas de 2° y 3° servicio en "L" sobre total ingresado

Tabla 16. Distribución de la preñez en vacas de 2° y 3° servicio en "L" sobre total ingresado

Servicio	PG (n)	%	PM (n)	%	PCh (n)	%	Total Pñ	%	VN	VR	Total
92/93	0	0,0	123	25,4	208	43,1	331	68,5	144	8	483
93/94	251	36,7	199	29,2	112	16,4	562	82,3	121	0	683
94/95	141	16,7	238	28,2	291	34,5	670	79,4	160	13	843
95/96	527	34,8	396	26,1	459	30,3	1382	91,2	104	29	1515
96/97	137	9,1	284	18,9	768	51,3	1189	79,3	255	55	1499
Sub total (Q1)	1056	21,0	1240	24,7	1838	36,6	4134	82,3	784	105	5023
97/98	277	15,9	751	43,1	389	22,3	1417	81,3	298	26	1741
98/99	625	21,1	920	31,0	816	27,5	2361	79,6	536	67	2964
99/00	551	14,9	1760	47,5	917	24,8	3228	87,2	397	77	3702
00/01	1003	22,2	2072	45,8	954	21,0	4029	89,0	426	70	4525
01/02	957	19,9	2307	48,1	877	18,3	4141	86,3	541	118	4800
Subtotal (Q2)	3413	19,3	7810	44,0	3953	22,3	15176	85,6	2198	358	17732
Total	4469	19,6	9050	39,8	5791	25,4	19310	84,9	2982	463	22755
Dif Q1 – Q2	--	-1,7	--	+19,3	--	-14,3	--	+3,3	--	--	--

Categoría: Totalidad de los vientres

En la Figura 11 están representados los 65.760 vientres ingresados en los diez años y la distribución promedio de las preñeces para dicho periodo. En PG 30,5%, en PM 33,4% y en PCh 22,3%.

La distribución de las pariciones demuestra el acierto de estacionar los servicios en una única temporada primavero-estival de 135 días de duración con DPT. Se logró agrupar dos tercios de la parición entre agosto y octubre. El DPT permitió que los vientres por su condición corporal tuvieran estabilidad en su comportamiento reproductivo, con índices de preñez superiores al 80% a través de los diez años, pese a contingencias climáticas extremas (año Niña de 1995 y el Niño de 1998 que finalizó con primavera semejante a 1995).

Planificar tres fechas para realizar el diagnóstico de preñez fue fundamental para agrupar las vacas por gestaciones similares, pues sin

ello es imposible ordenar las fechas para realizar el DPT. Asimismo, ayudó al personal en la vigilancia de los partos y en el cumplimiento del cronograma de fechas de destete.

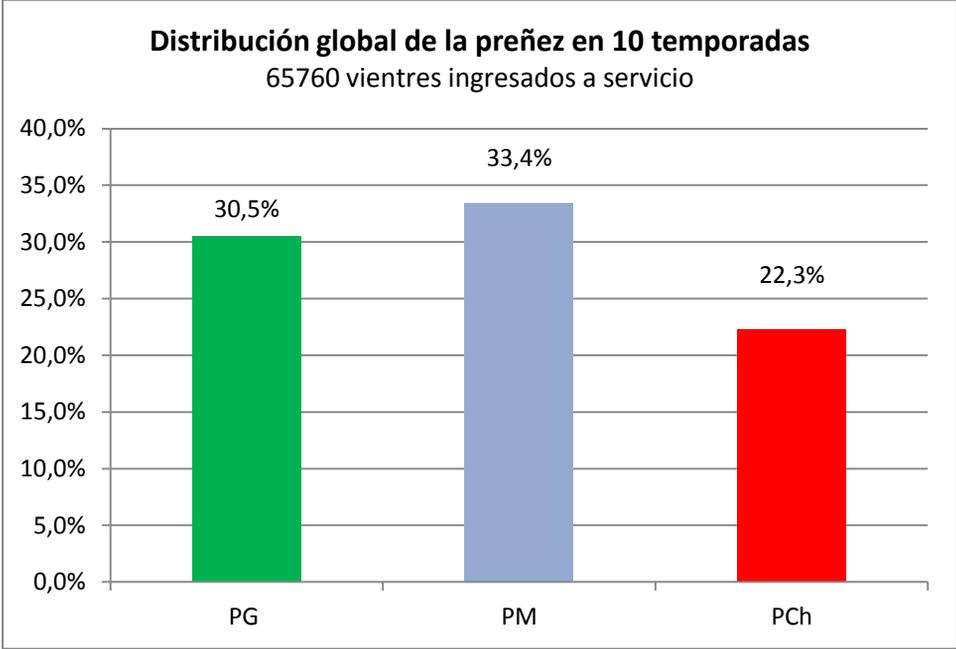


Figura 11. Distribución global de la preñez en 10 temporadas sobre 65760 vientres ingresados

Los trabajos de IA en vientres adultos fueron beneficiados por la sincronización natural de celos por el DPT y por la utilización de prostaglandinas en vacas secas en "LV". En vaquillonas de 2 años se utilizó el protocolo de sincronización para realizar IATF.

Son numerosas las ventajas de producir hembras de reposición propia respecto a adquirirlas. Primero, porque en el mercado la oferta de vientres es el excedente que no retiene el criador, excepto en las ventas de vientres de cabaña, especiales o liquidaciones por cese de actividad. Y segundo, por ser un bien de capital que muchas veces lleva intereses implícitos en el precio y no es conveniente amortizarlos por las condiciones impositivas que impiden el ajuste por inflación. El programa aplicado, al mejorar los porcentajes de parición, ofreció más hembras para ejercer mayor presión de selección, que unido al manejo sanitario y adaptación al medio, generó un rodeo muy superior. Los vientres

logrados tienen un valor plus estimado entre el 18 y 25% respecto al valor carne en pie original.

El sistema DPT permite que las vacas vacías rechazadas tengan una muy buena condición corporal para ser vendidas antes del invierno. En el planteo descrito los vientres rechazados (promedio en 10 temporadas de servicio) fueron el 4,5% versus el 4,1% en el año "0". De igual modo, los vientres retenidos (vacías normales a segunda oportunidad) fueron el 13,8% versus el 21,4% en el año 0; mientras que los rechazos por mermas fueron del 7,1% versus 9% en el año 0. La relación anual entre vaquillonas, vacas secas y vacas paridas del planteo resultó en promedio 18,1%, 9,3%, y 72,6%. Es decir, un rodeo estabilizado.

El examen de la aptitud reproductiva de los toros, los controles sanitarios y el plan de vacunaciones fueron pilares en la prevención y control de enfermedades. Estuvieron siempre negativos de campylobacteriosis y la trichomonosis inicial fue eliminada. El primer examen dentro de los 60 días de finalizados los servicios y el sistema de entore permitió el diagnóstico precoz de 8 toros positivos en tres años diferentes por contagio exógeno. El tener la dotación de toros con un promedio de 3,8 años de edad evita el peligro de tener toros adultos portadores crónicos de trichomonosis.

Acortar el intervalo generacional beneficia el plan de mejoramiento genético que determinó la decisión de incorporar toritos jóvenes a servicio. Los toritos de reposición criados en su ambiente mostraron mejor adaptación que los recriados en la provincia de Buenos Aires y un comportamiento excelente determinando altos índices de preñez. La rigurosa selección por CE para detección de pubertad temprana y su posterior control luego de la primera temporada de servicios, es un criterio muy recomendable para aplicar en la práctica. Disminuir un año la edad de ingreso a servicio significa el 25-30% de menor costo por ternero logrado y un año más para amortizar el capital. La contundencia de los excelentes resultados obtenidos pone en duda el paradigma de ganaderos que, por usos y costumbres, prefieren los toros de 3 años o más edad. Adicionalmente muchos ganaderos adquieren reproductores criados en condiciones muy distintas a las que les tocará desempeñarse.

La suplementación mineral utilizada, controlada por análisis de perfil mineral en sangre, mantuvo siempre niveles normales para calcio,

fósforo, magnesio y cobre. En los diez años sólo hubo un suceso de 113 vacas muertas por hipomagnesemia en 1998 (año Niño) por la imposibilidad de repartir el suplemento por inundación.

En cuanto a los aspectos sanitarios, el Programa de Desparasitación Estratégica Racional aplicado demostró, a través de la inspección clínica y del control de pesos de las categorías en recría, que no hubo implicancias deletéreas de endoparasitosis. Las enfermedades infecciosas no registraron signos ni casos clínicos que hicieran sospechar la presencia de alguna de ellas en el rodeo de vientres ni en crías hasta el DPT. Sostenemos que el cumplimiento riguroso del cronograma anual de vacunaciones al vientre preñado y la inmunización a temprana edad de las hembras y toritos de reposición (3 dosis antes del año) con inmunógenos de enfermedades virales y leptospirosis, además de las habituales, evitaron se produzcan fallas en los procesos de cría y del manejo del DPT.

La auditoría a través del análisis anual de las mermas alerta sobre errores en el plan de manejo sanitario y reproductivo. En la Tabla 17 "Evaluación Final de la Eficiencia Reproductiva y Producción Neta de Terneros" se exponen los datos de las 10 temporadas de servicio. La pérdida de 4.754 terneros (7,1%) sobre 56.720 terneros esperados compite con los mejores índices de un establecimiento ganadero bien manejado de la pampa húmeda, pese a las diferencias ambientales. En la Figura 12 se representa la distribución de las causas reportadas de las pérdidas. Nuestra casuística sobre lotes con diagnóstico precoz de la gestación (<45-50 días) reexaminados 60 a 90 días más tarde, registra pérdidas de la preñez temprana del 1,5 al 2,5%. En este caso aplicamos el 2% sobre 56.720 terneros esperados como hipótesis para explicarla (23,9%). El 22,4% "a determinar" es casi imposible de dilucidar dadas las condiciones extensivas donde se desarrolla esta ganadería y por análisis serológicos inconsistentes obtenidos en las vacas falladas. En estos establecimientos la recopilación de información fue posible gracias a la capacitación, responsabilidad y buena disposición del personal.

Para alcanzar el objetivo de la empresa de duplicar el rodeo se lograron, en promedio, destetes del 79,2% que permitió un crecimiento del 7% acumulativo anual. Comparar rodeos sólo en términos de eficiencia reproductiva es complicado por la amplitud en días de la duración del servicio (90 a 180) y debido a si son una o dos temporadas. En general,

al no tenerse esto en cuenta se hacen equivalencias erróneas.

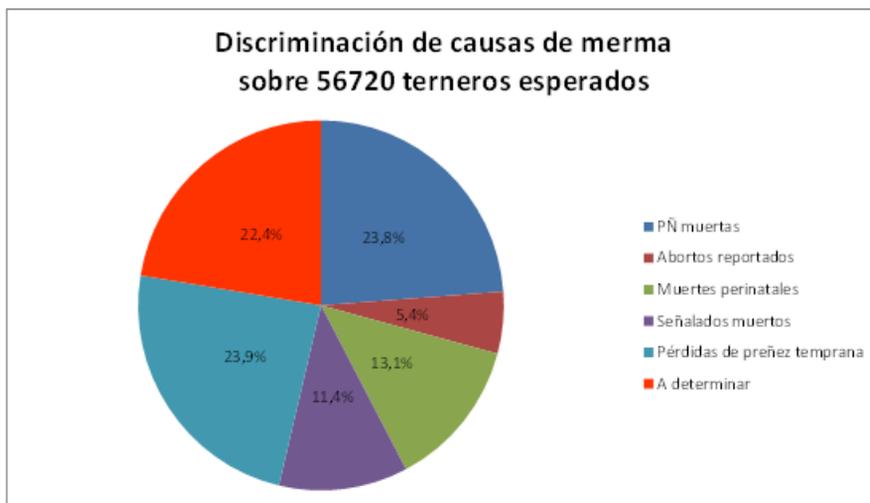


Figura 12. Discriminación de causas de merma sobre 56720 terneros esperados

En términos del objetivo de un ternero por vaca por año, la referencia debe ser el porcentaje de preñez en un solo servicio anual de 90 días de duración. Buscando dicha equivalencia hemos utilizado la fórmula:

$$\% \text{ de preñez} \times 365 / (365 + (\text{días de servicio} - 90))$$

De otro modo sería imposible comparar los índices de preñez de los establecimientos del caso expuesto. En la tabla 18 se muestran los porcentajes de preñez convertidos a equivalentes 90 días de servicio.

El incremento de la preñez del período auditado DPT versus DTT Convencional es 9,1%. Este bajo incremento indica que estaban actuando otros factores que la mejor condición corporal de los vientres y su ciclismo no compensaba. Cuando comparamos el mismo planteo de producción (DPT), el período de 10 años supera en 17,5% al previo 1988-1992 y en un 17,9% al año de referencia "0". Se debe adicionar el 1,9% por menor merma (7,1% versus 9%). En términos de eficiencia productiva, las diferencias son 63 kg terneros/vientres totales versus 51 kg del año de referencia "0"; y en eficiencia kg/kg 15% versus 8,2%.

Finalmente se pudo cumplir el objetivo del abastecer con terneros el feedlot de la empresa para mejorar la rentabilidad del planteo integrado. Se considera como referencia de la Tabla 17 el peso del ternero DPT 78 kg (Tabla 19).

Tabla 18. Conversión de preñez a equivalente 90 días de servicio

Periodo	Planteo	Pñ/Total	% preñez	Días	% equiv. 90 días
1983/85	DTT Conv	3202/5298	60,4	180	48,4
1988/92	DPT	8615/12010	71,7	180	57,5
1992/02	DPT	56534/65760	83,7	132	75,0

Tabla 19. Terneros DPT

	<u>Terneros DPT</u>
Año "0" de referencia	3.419
Resultado promedio en 10 temporadas	5.310
Producción extra de terneros	1.891
Ahorro gastos compra terneros (14,5%)	281
Total	2.172

El análisis económico es complejo y debe realizarlo cada ganadero, pues intervienen infinidad de ítems en los gastos propios de cada explotación y las relaciones personal ganadero/cabezas, kg producidos/número de vientres y kg producidos/cabezas totales. También debe tenerse en cuenta las cabezas/ha, los EV y los kg de carne/ha.año-1.

La Figura 13 sintetiza la evolución del stock de vientres ingresados a servicio y los excelentes y estables índices de preñez logrados con independencia de las contingencias climáticas presentadas durante los diez años. Se alcanzó el objetivo empresario de duplicar el rodeo original con el cual nos habíamos comprometido.

CONCLUSIONES

- Las tecnologías de proceso como servicio estacionado, pastoreo rotativo, registros y ajuste de la carga tienen costo cero. De relativo bajo costo son los servicios veterinarios de diagnóstico de la gestación, examen de toros y capacitación del personal. El adelanto de la edad a primer servicio de las vaquillonas, el destete precoz, los gastos del plan

sanitario, sales minerales, inseminación artificial, etc. son tecnologías de insumo que requieren capital. Para aplicarlas es necesario que la banca, en especial la oficial, establezca líneas crediticias de financiación, las cuales tendrían mayor impacto y utilidad para el crecimiento del stock ganadero que las establecidas para la adquisición de vientres.



Figura 13. Evolución vientres a servicio y preñez en los tres establecimientos

- Implementar el destete precoz no es difícil y tiene alto impacto en la eficiencia reproductiva y, como consecuencia, en la tasa de crecimiento del rodeo, en especial en zonas marginales. Debería incorporarse definitivamente al programa de manejo de las vaquillonas de primer parto a segundo servicio en el NEA y es de urgente implementación en cualquier zona del país ante la irrupción de circunstancias climáticas muy adversas.
- La segmentación de fechas de diagnóstico de preñez, al agrupar gestaciones similares, facilita la supervisión de partos y permite ordenar secuencias de fechas de destete.
- La aplicación de la técnica de inseminación artificial para el mejoramiento genético es facilitada por la inducción en la sincronía de

celos que provoca el destete precoz.

- El examen de enfermedades venéreas a los toros dentro de los sesenta días de finalizados los servicios aumenta la sensibilidad de recobramiento de *Tritrichomonas foetus* de los cultivos. Permite eliminar toros positivos para prevenir contagios por servicios de robo durante el período de receso entre servicios.
- El sistema de entore por orden etario, la carga instantánea sin rotación y la planilla de registro de asignación de toros por rodeo contribuyen a un desempeño más eficiente y a un mejor control de reinfecciones por venéreas.
- La crianza de toritos de reposición en su medio, la estricta selección por pubertad temprana y la eficiencia de su comportamiento reproductivo, cambia el paradigma de utilizar toros a partir de los tres años. El stock de toros con una edad promedio inferior a cuatro años y el porcentaje de entore inferior al cuatro por ciento pueden considerarse un ejemplo de manejo eficiente.
- El destete precoz, por sí mismo, no es eficiente si no es acompañado por un plan sanitario completo de cumplimiento estricto. En el NEA es imprescindible ajustar la formulación del suplemento mineral.
- La auditoría anual para la determinación de índices reproductivos y de producción neta de terneros es necesaria para analizar las mermas y aplicar medidas correctivas.
- El NEA es la segunda región del país en relación al stock de vientres, pero tiene bajos porcentajes de destete. El estado de conservación de los alambrados permite que los toros provoquen preñeces de robo dentro y fuera de los propios establecimientos. La trichomonosis puede considerarse endémica y pone en constante peligro a los rodeos libres. La medida de mayor impacto para mejorar los índices sería que las organizaciones de productores lideraran un plan de control y erradicación de la enfermedad. Con la integración de las estructuras de las fundaciones del plan de vacunación de aftosa, sólo faltaría la coordinación de las autoridades sanitarias nacionales, provinciales y colegios profesionales para diseñar un plan a corto plazo.
- En la presentación se expusieron los resultados consistentes

obtenidos al integrar tecnologías de procesos y de insumos, todas ampliamente fundamentadas, difundidas y conocidas por los profesionales del área agropecuaria y gran parte de los ganaderos del país. Hay estudios que demuestran que las bajas mejoras que se logran están asociadas a la adopción parcial de estas tecnologías y al perfil personal de los productores.

- La ganadería nacional en los últimos cincuenta años ha tenido dos ciclos positivos (1973/82 y 2003/09) y dos negativos (1986/02 y 2010/2015). Como resultante de dicha inestabilidad, la eficiencia de la actividad cría no ha variado la relación terneros/vacas manteniendo un índice inferior al 60%.
- Las coyunturas político-económicas y la baja rentabilidad contribuyeron a la depresión de la actividad cría, primer eslabón de la cadena del comercio de carnes. El productor con menor ánimo y dinamismo adoptó poca tecnología y demandó menos del sector de los servicios profesionales agropecuarios. En momentos que el país debe recomponer su stock ganadero, el crecimiento no pasa por cambiar vientres de propietarios y el proceso de retención de hembras influirá lentamente. Sólo una mejora sustancial de la eficiencia reproductiva y una disminución de las mermas pueden impulsar una rápida recuperación del stock.

Esta presentación expone logros en el NEA sobre pastizales naturales y condiciones ambientales difíciles que pueden aplicarse en cualquier región marginal del país donde haya ganado bovino. Es un aporte para demostrar que las tecnologías integradas son un arma poderosa para que el productor obtenga beneficios. Su aplicación es independiente de la dimensión de la explotación, pero se encuentra ligada a la capacidad del productor de manejarlas. Los profesionales y asesores de la actividad deben asumir el desafío y elegir ser considerados un insumo más o ser actores integrantes en el proceso. Deberán liderar el arte de comunicar y llevar el conocimiento tecnológico a la factibilidad de la práctica.