



● Consejo Directivo del INTA

Presidente

Ing. Agr. (Mg.) Carlos Alberto Cheppi

Vicepresidente

Dr. Amadeo Nicora

Vocales

Ing. Agr. Carlos M. Milicevic

Dr. Eduardo Eliseo Baroni

Sr. Bruno Quintana

Ing. Agr. Ernesto Emilio Girardi

Ing. Agr. Mariano Miguel Bosch

Ing. Agr. Omar José María Losardo

Dr. Aldo Paredes

Ing. Agr. Otto Antonio Nenning

Director Nacional

Ing. Agr. Néstor Oliveri



● Comité Editorial

Ing. Agr. Carlos Senigagliesi

Ing. Agr. Miguel Taverna

Ing. Agr. Eduardo Comerón

● Staff

Dirección

Dra. Sandra Massoni

Coordinación Editorial

Periodista Alfredo Nizmih

Redacción, Corrección y Estilo

Lic. María Mercedes Scursoni

Periodista Silvia De Bellis

Lic. Elvia Contreras

Diseño, Edición, Gráficos y Retoque Fotográfico

D.G. José Della Puppa

D.G.P. Alejandro Menegaz

D.G. Verónica Durán

D.G. Liliana Ponti

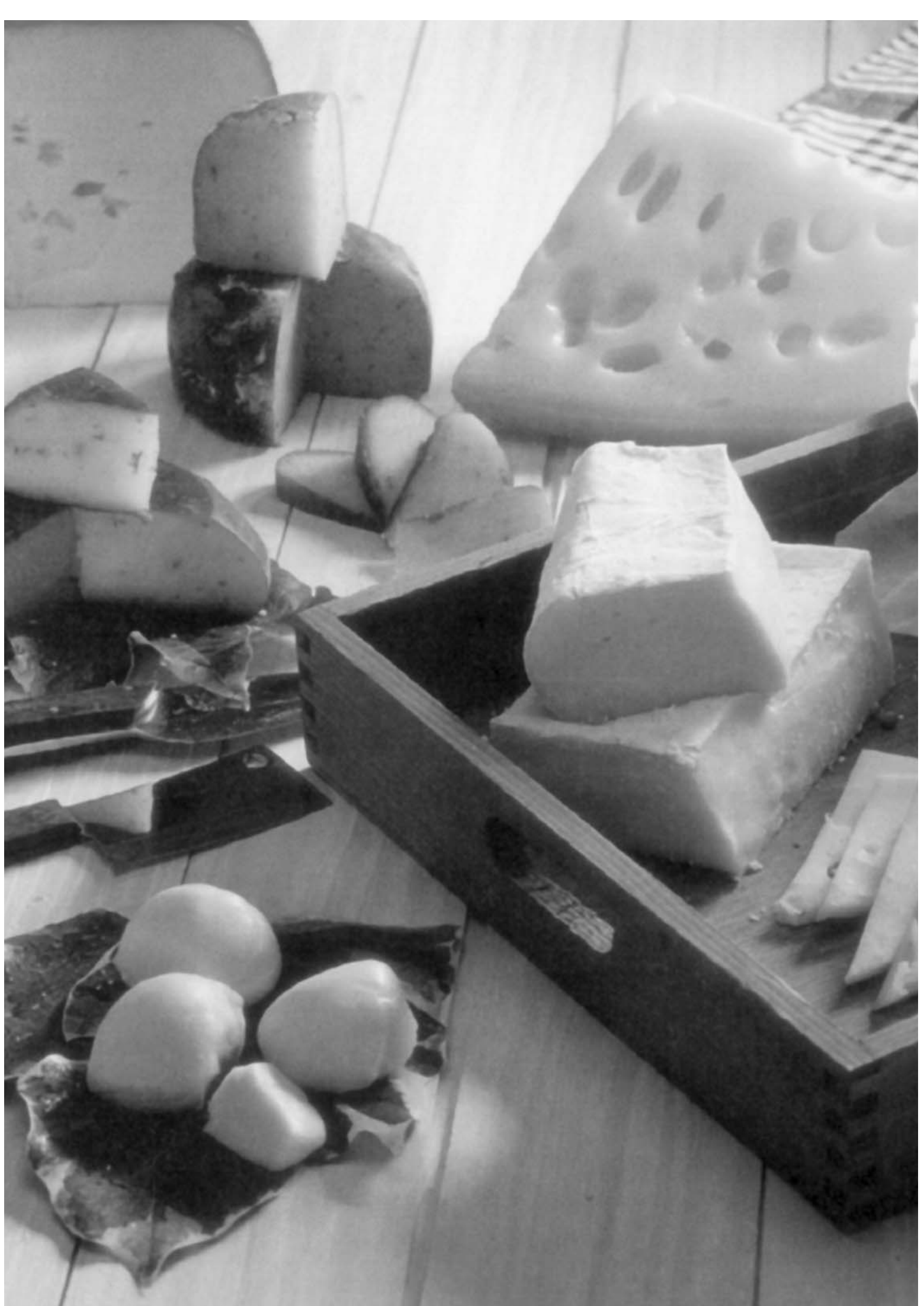
Sr. Enrique Caramelli

Sr. Marcelo Dieguez

Fotografías

Banco de imágenes de la Gerencia de Comunicación

Autores



Editorial

● **Ing. Agr.
Néstor Oliveri**
Director Nacional,
INTA

- *El INTA atiende la demanda tecnológica del sector lechero desde el Programa Nacional Leches, que integra a las cadenas bovina, ovina y caprina y desde los Centros Regionales. Se concreta en la actualidad a través de dos Proyectos Integrados y diez Proyectos Específicos a nivel del y de un conjunto de proyectos de todos los Centros Regionales, en los cuales la producción lechera tiene importancia económica y social.*

Las distintas acciones de investigación y de extensión-transferencia de tecnologías están siendo coordinadas desde uno de los proyectos específicos, el cual articula desde el Programa Nacional con todos los proyectos regionales, de manera de complementar y evitar superposiciones en la búsqueda de la mayor eficiencia en las acciones realizadas y los recursos involucrados.

Este esfuerzo institucional responde por un lado, a la importancia económica de la lechería bovina que tiene una producción de aproximadamente 9.500 millones de litros anuales, con un alto grado de industrialización para el mercado interno y externo y que genera en el total de la cadena, más de 65 mil puestos de trabajo directos. Esta producción tiene grandes posibilidades de crecer (entre un 27% y un 48% según las estimaciones en los próximos 8-10 años) debido a que a nivel mundial la oferta crece anualmente a un ritmo menor que la demanda (1,5% vs 2,5%) y que el país cuenta con recursos naturales, infraestructura, capital humano y capacidades de innovación como para aprovechar estas oportunidades.

Asimismo responde a la importancia creciente de la lechería ovina, de más de 500 mil litros anuales destinados a la producción de quesos y a la lechería caprina, que tiene un gran componente social en las economías regionales de menor desarrollo.

El enfoque del accionar institucional es interdisciplinario a lo largo de toda la cadena, atendiendo los temas productivos, de sanidad, calidad, procesamiento industrial, económicos-sociales y del medioambiente. Asimismo tiene un alto componente interinstitucional, procurando concretar vinculaciones para el desarrollo de actividades conjuntas con los sectores de ciencia y tecnología, la industria y el sector de la producción primaria.

Este número de la revista IDIA XXI dedicado a la producción lechera continúa con la línea editorial de brindar información de utilidad para los productores, los asesores técnicos y los estudiantes, producto de las investigaciones más relevantes de los últimos años, las que han originado un cúmulo de innovaciones tecnológicas aplicables que aquí se dan a conocer.

Es indudable que aún resta mucho por hacer. El conjunto de proyectos en marcha prevén producir un salto tecnológico de significación en los próximos años, los que seguramente se irán adecuando en la medida que se prioricen las demandas en función del Plan Estratégico Lechero en elaboración, consensuado entre todos los sectores intervinientes a lo largo de la cadena de valor. ■

3	Editorial <i>Ing. Agr. Néstor Oliveri, Director Nacional, INTA.</i>	52	Suplementación Energética con Granos de Cereales Forrajeros <i>Ing. Agr. Gerardo A. Gagliostro, INTA Balcarce.</i>
7	Introducción <i>Ing. Agr. Miguel Taverna, Coordinador Programa Leches.</i>	61	Carne derivada del tambo Utilización de Forrajes Conservados y Concentrados para la Producción de Carne con Novillos Holando-Argentino <i>Ings. Agrs. Horacio Castro y Norberto Andreo, INTA Rafaela.</i>
CARACTERIZACIÓN SECTORIAL			
10	Caracterización de la Cadena Láctea en la Argentina <i>Lic. Juan Cruz Terán, INTA Rafaela.</i>	68	Recría de Vaquillonas <i>Ings. Agrs. Norberto A. Andreo y Miriam Gallardo. Meds. Vets. Martín Maciel, Oscar Anziani e Ignacio Fandiño, INTA Rafaela.</i>
18	Producción Primaria y Regiones Productivas <i>Ing. Agr. Juan Chimicz, INTA Rafaela. Ing. Agr. Edgardo L. Gambuzzi, Agente Cambio Rural.</i>	75	Curva de Producción y Composición de Leche Bovina <i>Ing. Agr. Alejandra L. Cuatrin, INTA Rafaela.</i>
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN			
26	Producción de Leche en Sistemas Pastoriles <i>Ing. Agr. E. A. Comerón, INTA Rafaela. Ing. Agr. J. Baudracco, Fac. Cs. As. Esperanza, UNL. Dr. N. López-Villalobos y Dr. C. W. Colmes, Massey University, Nueva Zelanda. Ing. Agr. L. A. Romero, INTA Rafaela.</i>	80	Residuos en las Instalaciones de Ordeño <i>Ing. Prod. Verónica Charlón, INTA Rafaela.</i>
32	ProINTA Carmina Variación de Alfalfa con Menor Potencial Timpanizante <i>Ing. Agr. D. H. Basigalup, Ing. Agr. J. Martínez Ferrer, A. Odorizzi, V. Arolfo y Ing. Agr. E. Ustarroz L., INTA Manfredi. Ing. Agr. Bernáldez, Universidad Austral de Chile. M. V. N. Latimori, M. V. A. Kloster, INTA Marcos Juárez. P. Davies, D. Méndez, INTA Gral. Villegas. M. V. M. Correa Luna, INTA Venado Tuerto.</i>	86	Manejo de Efluentes de Tambos "INTA Rafaela" <i>Ing. Agr. Miguel Taverna, Ing. Prod. Verónica Charlón, Lic. Karina García, Tco. Emilio Walter, INTA Rafaela.</i>
38	Elección de Cultivares de Alfalfa <i>Ing. Agr. M.ª del C. Spada, C. Guzmán y Ing. Agr. D. H. Basigalup, INTA Manfredi.</i>	92	Incrementar la Rentabilidad Económica de la Empresa Lechera. Selección y Cruzamiento <i>Dr. N. López-Villalobos, Institute of Veterinary, Animal and Biomedical Sciences, Massey University, Nueva Zelanda. Ing. Agr. E. A. Comerón, INTA Rafaela. Ing. Agr. J. Baudracco, Fac. Cs. As. Esperanza, UNL.</i>
43	Buenas Prácticas en la Atención del Parto y la Crianza de Terneras <i>M.V. Guillermo Berra, Instituto de Patobiología, INTA Castelar.</i>	99	Costo de Producción del Litro de Leche <i>Ing. Agr. H. Castignani y Lic. J.C. Terán, INTA Rafaela. Ing. Agr. P. Engler, Ing. Agr. G. Litwin, Ing. Agr. W. Mancuso y Ing. Agr. M. Rodríguez, INTA Paraná. Ing. Agr. M. Suero, UEE San Francisco, Córdoba. Ing. Agr. C. Ghida Daza, INTA Marcos Juárez.</i>
47	Manejo Nutricional y Ambiental para el Verano <i>Ing. Agr. Miriam Gallardo, INTA Rafaela. Ing. Agr. Silvia Valtorta, CONICET.</i>	105	Lechería ovina Sistemas de Producción de Leche en Ovinos <i>Ing. Agr. Ingrid Bain, INTA Chubut.</i>

CALIDAD DE LECHE Y PRODUCTOS

- 112 **Composición Química de la Leche Producida en la Argentina**
Ing. Agr. Miguel Taverna, INTA Rafaela
- 118 **Valor Saludable de la Grasa Butirosa y Producción de Lácteos con Alto Impacto Sobre la Salud Humana**
Ing. Agr. Gerardo A. Gagliostro, INTA Balcarce.
- 126 **Vida Útil en la Leche Entera en Polvo Impacto de la Calidad de la Materia prima**
Ing. en Alimentos Roxana Páez y Ing. Quím. Mónica Chávez, INTA Rafaela.
- 130 **Influencia de la Estación de Recolección de Leche Cruda, sobre el Sabor y el Aroma de Leche Entera en Polvo**
Dra. Andrea Biolatto y Dra. Gabriela M. Grigioni, Analista Ana. M. Sancho, Dra. Norma A. PenseI, Instituto Tecnología de Alimentos, INTA.
- 135 **Color de la Leche en Polvo**
Dra. Gabriela Grigioni, Dra. Andrea Biolatto, Dr. Martín Irurueta, Analista Ana M. Sancho y Dra. Norma PenseI, INTA CNIA, Castelar. Ing. Agr. Miguel Taverna, INTA Rafaela.
- 138 **Incorporación de Antioxidantes Naturales y Resistencia de la Leche Cruda a la Oxidación Inducida por Luz Fluorescente**
Dra. A. M. Descalzo y Lic. L. Rossetti, L., INTA Castelar. Ing. en Alimentos R. Páez, Ing. Agr. Comerón, E.A., INTA Rafaela.
- 143 **Presencia de Clostridios Gasógenos en la Leche**
Lic. Gaggiotti, M. del C.; Ing. Agr. Romero, L.A., Ing. Agr. Taverna, M.A. y M.V. Calvhino, L., INTA Rafaela. Dr. Reinheimer, J.A., INLAIN - FIQ - UNL.
- 150 **La Calidad en la Leche de Oveja**
Med. Vet. Margarita Buseti, INTA Anguil.

SANIDAD

- 157 **Situación Actual de Enfermedades Transfronterizas del Ganado Lechero en Argentina y Países Limítrofes**
Ms. Vs. Dr. Héctor Tarabla y Alejandro Abdala, INTA Rafaela.
- 159 **Las Enfermedades de Base Metabólico-Nutricional en Las Vacas Lecheras en Transición**
Dr. Carlos N. Corbellini y Francisco Busso Vanrel, INTA Pergamino. Juan Grigera, Asesor Privado, Consultor de ELANCO Animal Health Argentina. Gonzalo Tuñón, Asesor Privado, Consultor AACREA.
- 166 **La Producción Lechera Fuente de Gases de Efecto Invernadero**
Laura Finster y M. V. Guillermo Berra, INTA Castelar. Ing. Agr. Silvia Valtorta, CONICET.
- 169 **Tuberculosis Bovina en Rodeos Lecheros**
Ms. Vs. Alejandro A. Abdala y Héctor D. Tarabla, INTA Rafaela.
- 174 **Terapia en Mastitis Causadas por Staphylococcus aureus**
M. V. Luis Calvino, INTA Rafaela.
- 180 **El Control de Parásitos Bovinos en Producción de Leche**
Ms.Vs. Oscar S. Anziani y Alberto A. Guglielmone, INTA Rafaela.
- 186 **Mastitis en Ovejas Lecheras**
M. V. Víctor H. Suárez, INTA Anguil.



Año VII - Nº 9 - Diciembre de 2007

L E C H E R Í A



Introducción

- *El Programa Nacional Leches del INTA lo integran las cadenas de leche bovina, caprina y ovina. La primera constituye uno de los complejos agroalimentarios más importantes y dinámicos del país, con proyección internacional y responsable del desarrollo económico y social de numerosas economías zonales y regionales. Las dos restantes, menos relevantes en lo económico, pero de mucha importancia social y con muchas posibilidades de crecimiento interno y externo.*

● **Ing. Agr. Miguel Taverna,**
Coordinador
Programa Leches

Esta edición de la Revista IDIA XXI agrupa un conjunto de trabajos desarrollados en el marco de diferentes proyectos. En un momento tan especial de la lechería, en el cual se están planteando y discutiendo cambios en los sistemas de producción, aparece como muy oportuno que la Institución presente una especie de balance o de puesta al día de los resultados obtenidos en los últimos años. En este sentido, esta publicación no solo permitirá hacer un rápido diagnóstico del estado de situación del sector y de la tecnología disponible, sino que también posibilitará tomar algunos elementos como punto de partida de nuevas propuestas de proyectos.

Un aspecto a resaltar es la importante participación de profesionales de distintas Unidades del INTA en complementación con otras Instituciones. Esta situación responde a uno de los objetivos perseguidos por el Programa, el de vincular y articular capacidades, tratando de conformar una red.

Esta entrega está estructurada en diferentes áreas, las cuales tratan de responder a los distintos eslabones de la cadena. Una primera sección caracteriza al sector y describe en profundidad el estado de situación de la producción primaria de leche. Un segundo capítulo incluye los trabajos que tratan sobre el manejo del sistema de producción. Posteriormente se presentan un conjunto de aportes que responden a las enfermedades más comunes del rodeo lechero. Por último, se incluyen los resultados referidos a calidad de leche y su impacto sobre los productos lácteos en términos de calidad nutricional, organoléptica, funcional y vida útil.

Resulta destacable el trabajo de los autores de las publicaciones que no solo tuvieron que redactar sino que, en muchos casos, efectuaron un trabajo adicional para adaptar las mismas a las pautas de la Revista. Se valora la colaboración de la Gerencia de Comunicación del INTA y la del Ingeniero Carlos Senigagliaesi por sus aportes en términos de sugerencias y corrección de los trabajos.

■





Caracterización de la Cadena Láctea en la Argentina

● Lic. Juan Cruz Terán,
INTA Rafaela

Un análisis de la situación y evolución del sector lácteo durante los últimos años y una caracterización macroeconómica respecto de la Cadena Láctea en la Argentina.

Una revisión de la producción primaria, las principales cuencas productoras de leche, la evolución de los tambos en el país y la situación de los sistemas predominantes de producción en cada cuenca. Y del eslabón industrial, donde se mostrará la evolución de la producción de lácteos, medida en toneladas de producto, los principales destinos de la leche cruda y la distribución de plantas lácteas en el país.

- A fin de analizar la demanda, además, se cuantificará el consumo de lácteos medido en toneladas de producto y se pondrá a consideración la evolución de los precios minoristas de la canasta de productos lácteos. También se mostrará la evolución de la exportación, detallando los principales destinos y productos.

SECTOR PRIMARIO

Las cuencas

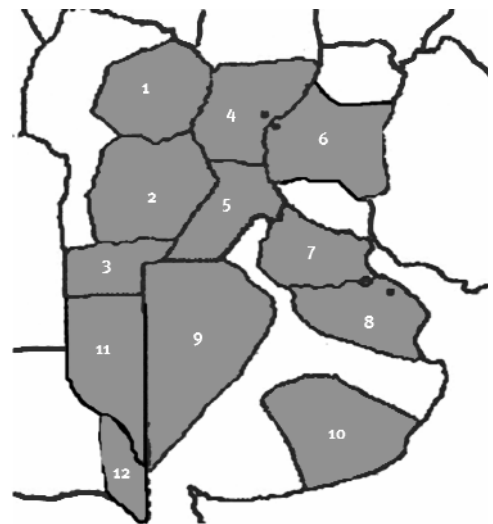
Según el reciente trabajo realizado por el CFI y el INTA sobre "Creación y distribución de valor en la cadena láctea" - Eslabón Primario, las principales cuencas productoras de leche del país están bien delimitadas dentro de la zona agroecológica denominada como llanura pampeana.



De este trabajo surgen como resultado doce cuencas donde se destacan las de: Centro de Santa Fe, Noreste Córdoba y Oeste de Buenos Aires.

El resto del mapa de cuencas, está formado por la de Entre Ríos, Villa María, Sur de Santa Fe, La Pampa Centro-Norte y Sur, Abasto Norte y Sur de Buenos Aires, y por último la de Mar y Sierras, también en Buenos Aires (Cuadro 1).

● Cuadro 1: Mapa de las principales cuencas lecheras.



- | | |
|-----------------------|---------------------------|
| 1 Noreste de Córdoba | 7 Abasto Norte de Bs. As. |
| 2 Villa María Córdoba | 8 Abasto Sur de Bs. As. |
| 3 Córdoba Sur | 9 Oeste de Bs. As. |
| 4 Centro de Santa Fe | 10 Mar y Sierras Bs. As. |
| 5 Sur de Santa Fe | 11 La Pampa Centro Norte |
| 6 Entre Ríos | 12 La Pampa Sur |

Producción

Según los datos oficiales la producción total nacional de leche cruda en el año 2006 fue de 10.161,5 millones de litros.

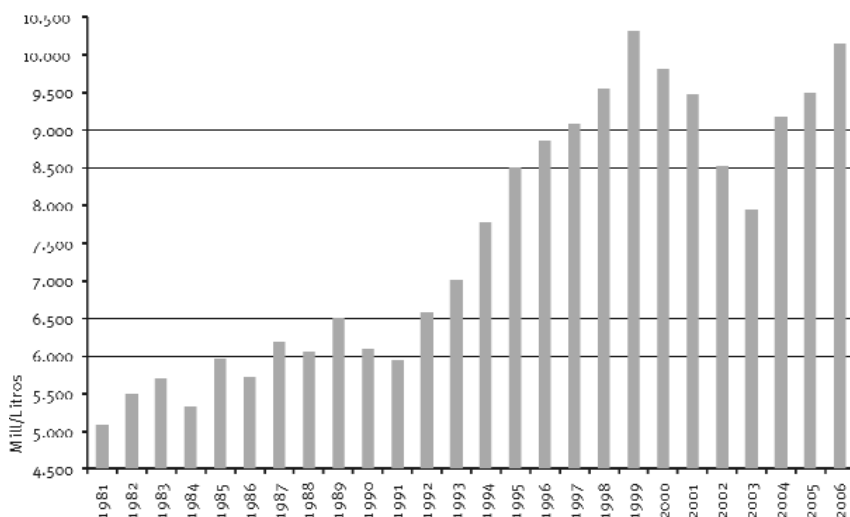
Durante el período 1983 - 2006, la producción primaria tuvo un crecimiento acumulado del 63,8%, con algunos altibajos en la década del 80 y los primeros años de la presente década (2002 y 2003). Este efecto de la estacionalidad está íntimamen-

te ligado a la oferta forrajera durante el año, la cual merma en los meses de otoño-invierno y se recupera en primavera-verano.

Tambos

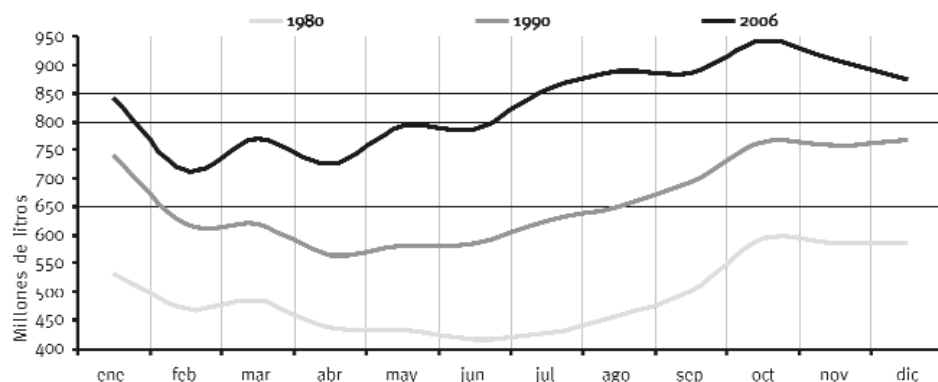
En cuanto a la evolución de tambos en la Argentina, la situación no es la misma que con la producción, ya que la cantidad de establecimientos lecheros viene disminuyendo en forma considerable, a un promedio del 6% anual desde el año 2002 a la fecha (Gráfico 3 - pag. siguiente).

● **Gráfico 1. Evolución de la producción nacional de leche cruda (en miles de litros/año).** En la década de los 90 se observa un crecimiento significativo de la producción respecto de la del 80. Este incremento se debió principalmente a la incorporación de tecnología y a la inversión en bienes de capital con el objetivo de mejorar la productividad.



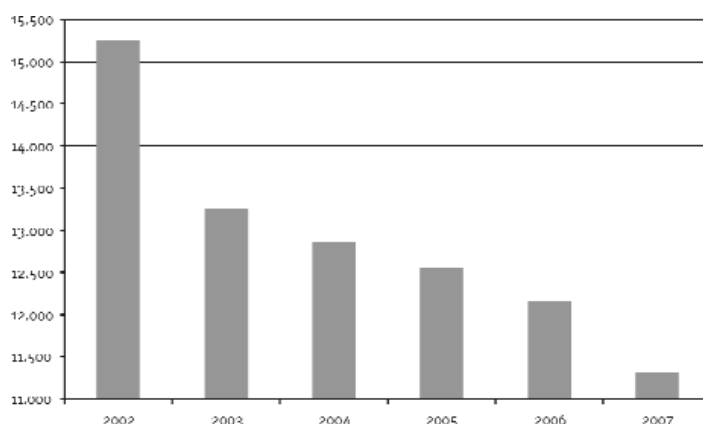
Fuente: Elaboración propia a base de datos de la SAGPyA.

● **Gráfico 2. Estacionalidad de la producción promedio.** El comportamiento de la oferta de leche cruda tiene una estacionalidad muy marcada, donde la producción baja en promedio un 27% acumulada desde enero a abril / mayo, para luego estabilizarse en los meses de octubre / noviembre.



Fuente: Elaboración propia a base de datos de la SAGPyA.

● **Gráfico 3. Evolución de la cantidad de tambos.** Según los datos del Censo Nacional Agropecuario del 2002, en el país existían un total de 15.250 tambos, de los cuales solo un 10% correspondían a EAP que están fuera de las principales cuencas productoras de leche (ver Mapa).



Fuente: Elaboración propia a base de datos del INDEC y la SAGPyA.

Sistemas de producción predominantes:

Según el nivel de productividad media, expresado en entrega diaria (Lts/día), los sistemas predominantes se dividen en: chico, mediano y grande (Lacelli, Mancuso y otros. 2006).

● **Cuadro 2. Productividad media (litros/ha vaca total/año) por cuenca de los sistemas predominantes.** Este nivel de productividad varía según las diferentes cuencas lecheras del país.

CUENCA	SP CHICO	SP MEDIANO	SP GRANDE
Bs. As. Abasto Norte	870	2.470	7.200
Bs. As. Abasto Sur	740	2.100	5.300
Bs. As. Mar y Sierras	950	3.700	9.300
Bs. As. Oeste	700	2.800	7.700
Noreste de Córdoba	1.100	2.200	3.500
Villa María - Córdoba	870	2.300	5.000
Sur de Córdoba	650	2.000	4.800
Entre Ríos	340	1.085	3.158
La Pampa	670	1.200	4.000
Santa Fe Centro	1.000	2.100	3.800
Santa Fe Sur	1.400	3.500	11.500

Fuente: Elaboración propia según datos del trabajo de Cadena Láctea INTA-CFI.

Para el caso de la producción diaria, los tambos de la cuenca Mar y Sierras concentran en promedio los mayores niveles de producción diaria con 1.604 litros por día. Los tambos de esta cuenca representan solamente el 2% y la producción es apenas el 4% del total nacional (Cuadro 3).

● **Cuadro 3. Distribución de tambos y producción.** Los tambos y la producción se distribuyen en forma variable entre las cuencas. La más importante es la del centro de Santa Fe donde se concentra el 38% de los tambos y el 31% de la leche.

CUENCA	TAMBOS	PRODUCCIÓN
Bs. As. Abasto Norte	2%	3%
Bs. As. Abasto Sur	4%	5%
Bs. As. Mar y Sierras	2%	4%
Bs. As. Oeste	10%	16%
Noreste de Córdoba	14%	13%
Villa María - Córdoba	10%	13%
Sur de Córdoba	4%	4%
Entre Ríos	11%	5%
La Pampa	2%	2%
Santa Fe Centro	38%	31%
Santa Fe Sur	4%	6%

Fuente: Elaboración propia según datos del trabajo de Cadena Láctea INTA-CFI.

● **Cuadro 4. Tambos según sistema predominante por cuenca.** Por lo general, los tambos en la Argentina están concentrados mayoritariamente en los sistemas chico (40%) y mediano (43%), los cuales varían según cada cuenca (Cuadro 2). Entre Ríos y Santa Fe (centro y sur) contienen mayor cantidad de casos en los sistemas chicos.

CUENCA	SP CHICO	SP MEDIANO	SP GRANDE	TOTAL
Bs. As. Abasto Norte	25%	50%	25%	100%
Bs. As. Abasto Sur	25%	50%	25%	100%
Bs. As. Mar y Sierras	25%	50%	25%	100%
Bs. As. Oeste	25%	50%	25%	100%
Noreste de Córdoba	38%	51%	12%	100%
Villa María - Córdoba	22%	49%	29%	100%
Sur de Córdoba	29%	51%	20%	100%
Entre Ríos	55%	26%	19%	100%
La Pampa	19%	53%	27%	100%
Santa Fe Centro	49%	39%	11%	100%
Santa Fe Sur	57%	37%	6%	100%
TOTAL	40%	43%	17%	100%

Fuente: Elaboración propia según datos del trabajo de Cadena Láctea INTA-CFI.

- Cuadro 5. Producción según sistema predominante por cuenca. La situación cambia un poco cuando se analiza la distribución de la producción nacional por cuenca para cada sistema predominante. A nivel país, la producción de leche se concentra principalmente en los sistemas mediano (44%) y grande (39%).

CUENCA	SP CHICO	SP MEDIANO	SP GRANDE	TOTAL
Bs. As. Abasto Norte	7%	38%	56%	100%
Bs. As. Abasto Sur	7%	41%	52%	100%
Bs. As. Mar y Sierras	5%	42%	52%	100%
Bs. As. Oeste	5%	40%	55%	100%
Noreste de Córdoba	21%	58%	21%	100%
Villa María - Córdoba	7%	40%	53%	100%
Sur de Córdoba	9%	47%	45%	100%
Entre Ríos	17%	26%	56%	100%
La Pampa	7%	34%	59%	100%
Santa Fe Centro	28%	47%	25%	100%
Santa Fe Sur	28%	46%	26%	100%
TOTAL	17%	44%	39%	100%

Fuente: Elaboración propia según datos del trabajo de Cadena Láctea INTA-CFI.

SECTOR INDUSTRIAL

Distribución de las plantas elaboradoras en el país

Las industrias lácteas en la Argentina están distribuidas principalmente en aquellas provincias donde la actividad lechera es importante. La mayor proporción de plantas están localizadas en las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe (91%). Buenos Aires es la más importante con un 36% (Cuadro 6).

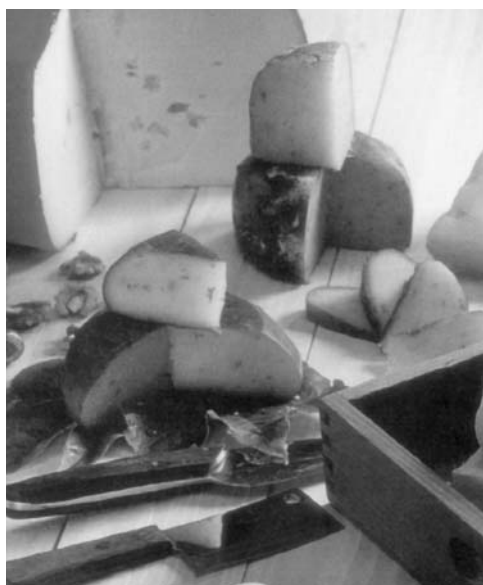
En cuanto a su capacidad operativa, medida en litros de recepción diaria, estas plantas se distribuyen en rangos que van de los 5.000 a 20.000 litros por día, de 20.000 a 50.000, de 50.000 a 250.000 y más de 250.000 litros de recepción u operatividad diaria.

A nivel nacional, el 61% de las plantas lácteas están dentro del rango operativo más chico, que va de los 5.000 a los 20.000 litros diarios, y las que tienen una capacidad de operar más de 250.000 litros por días son sólo el 4%.

- Cuadro 6. Distribución de plantas por provincia según capacidad de recepción diaria en l/día.

PROVINCIA	5000 - 20000	20000 - 50000	50000 - 250000	>250000	TOTAL
Buenos Aires	27,8%	3,8%	3,4%	1,1%	36%
Córdoba	15,5%	6,6%	5,7%	0,4%	28%
Santa Fe	10,6%	6,4%	7,6%	2,1%	27%
Entre Ríos	5,1%	0,4%	0,4%	0,2%	6%
La Pampa	2,1%	0,6%	0,0%	0,0%	3%
TOTAL	61%	18%	17%	4%	100%

Fuente: Elaboración propia a base de datos de la SAGPyA y ONCCA.

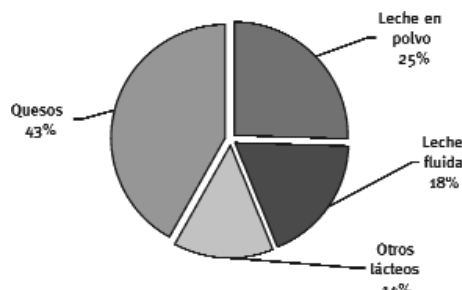


Esto refleja que la mayor cantidad de litros que se producen en los tambos del país en forma diaria, son procesados por pocas empresas que están distribuidas en su mayoría en las provincias de Santa Fe y Buenos Aires.

Principales destinos de la leche cruda

A pesar de que la mayor producción de lácteos está dada por la leche fluida (gráfico 6), el principal destino de la leche cruda en la Argentina está orientada a la elaboración de quesos (43%).

● **Gráfico 4. Destino de la leche cruda según rubro.** Esto se debe en gran medida al alto requerimiento, en kilos de leche, que se necesita para la elaboración de quesos (12 kilos de queso por cada 100 kilos de leche cruda). A este producto le sigue, en importancia, la leche en polvo con un 25% (10 a 12% de rendimiento), siguiéndole la leche fluida y otros lácteos con un 18% y 14%, respectivamente.

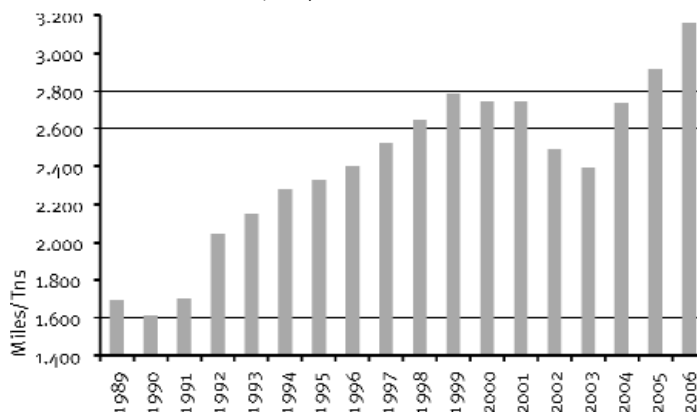


Fuente: Elaboración propia a base de datos de la SAGPyA

Elaboración de productos lácteos

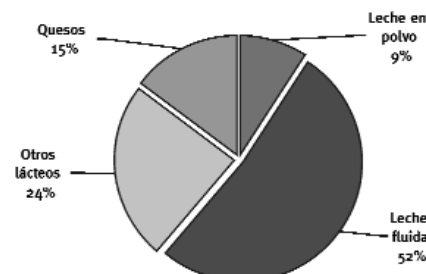
La producción en 2006 fue de aproximadamente 3.2 millones de toneladas, donde se incluyen todos los productos elaborados por las plantas lácteas del país.

● **Gráfico 5. Evolución de la elaboración de lácteos.** En los últimos años, la producción evoluciono de forma muy variable, acompañando la oferta de leche cruda (gráfico 1) y la demanda interna. Esta última, afectada por las diversas crisis económicas. A partir de 2003 se registra un incremento significativo en la elaboración de productos lácteos, originado tanto por aumento en la demanda interna (mejora en los salarios) como externa (altos precios internacionales de la leche en polvo).



Fuente: Elaboración propia a base de datos de la SAGPyA

● **Gráfico 6. Participación por rubro en la elaboración.** Durante 2006 la mayor producción de lácteos, medida en toneladas de producto, estuvo dada por la leche fluida (52%). A este rubro, les siguen: otros lácteos (postres, yogur, crema, dulce de leche, etc.), los quesos (blandos, pasta dura y semidura y fundido) y la leche en polvo (entera y descremada).



Fuente: Elaboración propia a base de datos de la SAGPyA del 2006

MERCADO INTERNO

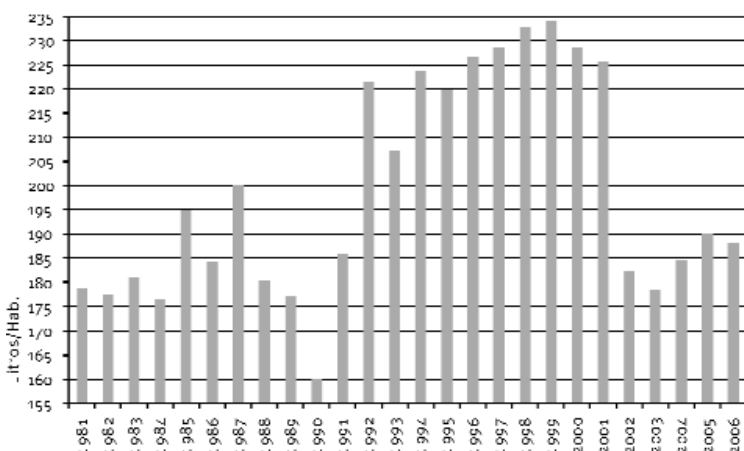
Históricamente, en la Argentina, el mercado interno de productos lácteos ha sido muy importante ya que fue durante varios años el principal destino de la leche (fluida y productos).

Consumo

Los niveles de consumo de productos lácteos, medidos en litros de leche por habitante por año, variaron significativamente en los últimos años acompañando los momentos de crisis y crecimiento económico en el país.

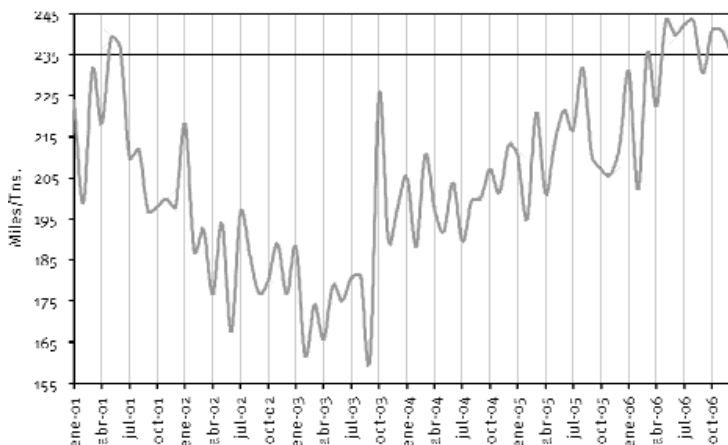
En lo que va de la presente década, luego de la crisis con devaluación del 2001, el consumo bajó considerablemente para mantenerse un poco por arriba de los niveles más bajos de la década del 80.

● **Gráfico 7. Evolución del consumo de lácteos (l/hab/año).** Durante la década del 80 el consumo per cápita promedio fue de 180 litros, registrándose el pico máximo en 1987 con 200 litros, que por la crisis de 1989 cayó a los 160 litros en 1990. En la década de los 90, el consumo promedio rondó los 214 litros, donde en 1999 se registró el pico máximo de los últimos 25 años con 234 litros por habitante/años.



Fuente: Elaboración propia a base de datos de la SAGPyA.

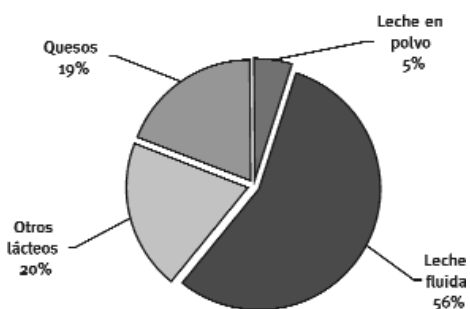
● **Gráfico 8. Evolución mensual del consumo de lácteos (miles de t).** Observando la evolución mensual del consumo total de lácteos, medido en miles de toneladas de producto, se puede afirmar que este varía de manera bastante volátil y tiene una tendencia positiva en los últimos dos años. La principal variación estuvo dada por el incremento en el consumo de quesos, yogur y leche fluida.



Fuente: Elaboración propia a base de datos de la SAGPyA de 2006.



● **Gráfico 9. Participación en el consumo de lácteos.** Dentro de los productos que más se consumen en el país, el rubro leche fluida es el más importante con el 56%. Le siguen los otros lácteos, quesos y, finalmente, la leche en polvo. En los otros lácteos figura el yogur como producto más importante, que tiene una estacionalidad muy marcada por su alta demanda durante los meses de verano.



Fuente: Elaboración propia a base de datos de la SAGPyA de 2006.

Precio de los productos lácteos:

La evolución del consumo en el mercado interno puede también verse reflejada en la variación que tienen los precios de la canasta de productos lácteos.

A pesar de los acuerdos de precios con las grandes empresas, orientados a mantener el nivel de inflación (resolución del año 2006 de la Secretaría de Comercio e Industria de la Nación), los lácteos reflejan una evolución positiva en el precio promedio para los principales rubros.

COMERCIO EXTERIOR

Desde hace unos años a la fecha el volumen del comercio exterior de productos lácteos viene incrementándose, principalmente con las exportaciones.

Antes de la crisis brasileña, que generó la devaluación de la moneda, las exportaciones de lácteos estaban orientadas principalmente a ese país. Dicha crisis impactó negativamente no sólo en las exportaciones, sino también en la producción primaria.

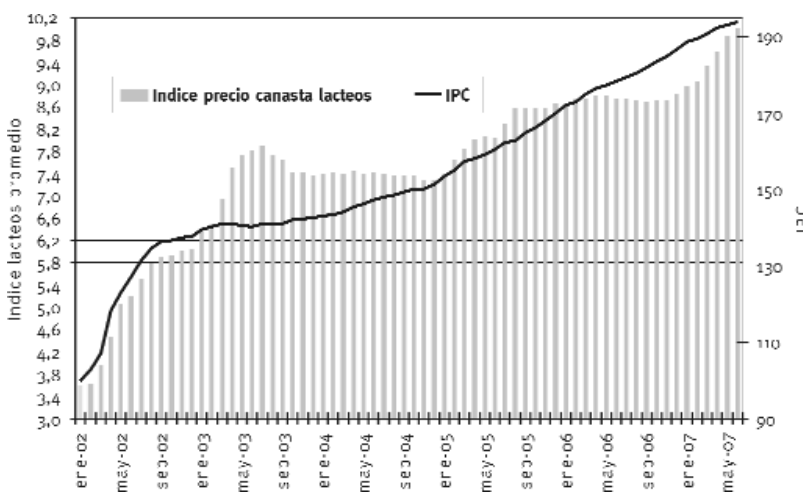
En la actualidad el destino de las exportaciones lácteas está bastante atomizado, siendo los principales compradores Argelia, Venezuela, México, Brasil y Chile. Esta atomización (más de 100 países) es muy positiva ya que se deja de ser dependientes de Brasil, y se amplían los mercados para la mejor colocación de los productos.

En la actualidad, la leche en polvo es el principal producto exportado con un 63,3% de participación, que se realiza principalmente en "big bag". El resto lo conforman los quesos (15,2%), otros lácteos (21%) y las leches fluidas (0,5%), principalmente las UHT o larga vida.

Importaciones

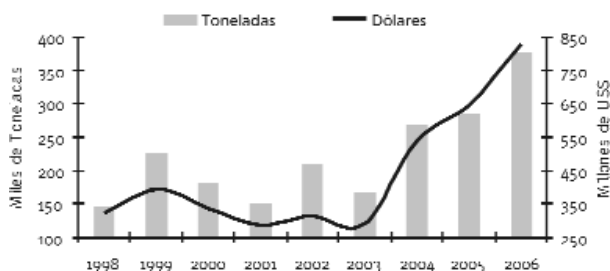
Es importante remarcar que, desde 1999 hasta la actualidad, la importación de lácteos se retrotrajo considerablemente para estar en 5.095 toneladas en el 2006. Este valor equivale, aproximadamente, a 20 millones de litros de leche cruda que no llega a cubrir la producción diaria total del país. ■

● **Gráfico 10. Evolución mensual del precio de los lácteos y del IPC.** Si se comparan las curvas de: Índice de precio de la canasta de productos lácteos (gráfico 10) y la de consumo mensual (Gráfico 8), se observa que a pesar del aumento en los precios, el consumo se mantiene en alza. Esto estaría indicando que la demanda interna es muy importante y que la mejora en el ingreso colaboró al aumento en el consumo, a pesar de la inflación.



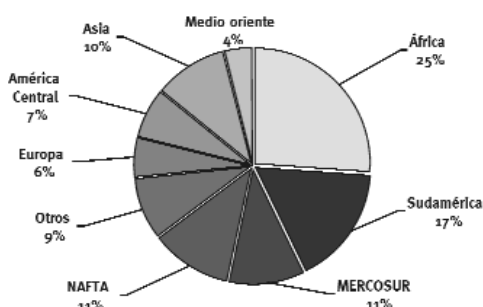
Fuente: Elaboración propia a base de datos del INDEC

● **Gráfico 11. Evolución de las exportaciones de lácteos.** Tradicionalmente, la Argentina fue un país que exportó solamente excedentes, ya que la mayoría de los lácteos se consumían internamente. Pero luego de la crisis del 2001 y con el tipo de cambio competitivo, las exportaciones se incrementaron, llegando a representar el 30% de la producción de leche cruda.



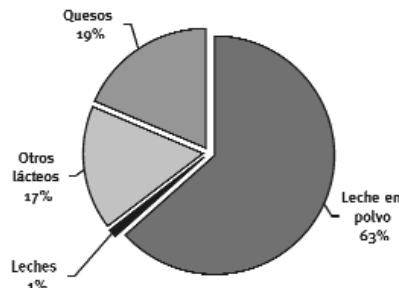
Fuente: Elaboración propia en base a datos del SENASA.

● **Gráfico 12. Destinos de las exportaciones.**



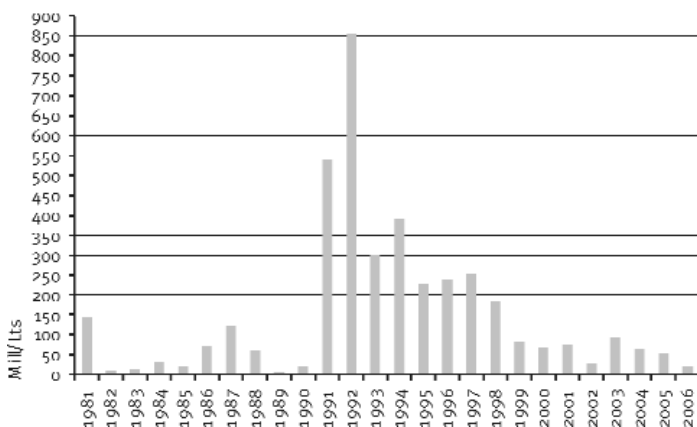
Fuente: Elaboración propia a base de datos del SENASA para el año 2006.

● **Gráfico 13. Productos lácteos exportados.**



Fuente: Elaboración propia a base de datos del SENASA para el año 2006.

● **Gráfico 14. Importaciones de lácteos en litros de leche cruda.** La importación de lácteos durante 2006 representó un 0.2% de la producción primaria, medida en litros de leche cruda. Historicadamente, solo a principios de la década del 90 se registraron valores altos en la importación de lácteos. Esto se debió principalmente al tipo de cambio bajo de ese período, que permitió ingresar productos del exterior a precios muy competitivos.



Fuente: Elaboración propia a base de datos de la SAGPyA

Bibliografía

G. Lacelli, W. Mancuso, E. Shilder, A. Arzibi, J.C. Terán, E. Comeron, M. Taverna, N. del Castillo y J. Maceira, "Creación y distribución de valor en la cadena láctea - eslabón industria". CFI - Fundación ArgenINTA, 2006.
 INDEC, Censo Nacional Económico, 2002.
 INDEC, Índice de precios al consumidor.
 SENASA, Estadísticas de comercio exterior de productos lácteos.
 SAGPyA. www.sagpya.gov.ar/lacteos. www.alimentosargentinos.gov.ar/lacteos.

Producción Primaria y Regiones Productivas

● **Ing. Agr. Juan Chimicz,**
INTA Rafaela

● **Ing. Agr. Edgardo L. Gambuzzi,**
Agente Cambio Rural

Las cuencas lecheras responden más a condiciones socioeconómicas del contexto local que a sus características agroecológicas. Si bien se describe el estado de la producción en las diferentes regiones, las características fundamentales de las cuencas lecheras son las relaciones económicas y organizativas que les dan identidad diferencial.

- El nacimiento de la lechería en la Argentina estuvo asociado al crecimiento de las ciudades. Su desarrollo inicial fue netamente urbano para recién trasladarse a las áreas rurales, cuando el avance de aquellas hacía imposible la coexistencia de tambos, vacas y ciudad.

Las actuales zonas de producción se desarrollaron en distintas épocas y bajo diferentes circunstancias, algunas como consecuencia de la necesidad de abastecer la demanda de los habitantes de las grandes ciudades, y otras más vinculadas al desarrollo de industrias específicas. Todas, a su vez, modeladas por las corrientes inmigratorias, el desarrollo de actividades agropecuarias típicas de la zona, el impacto de las políticas económicas y los avances tecnológicos que, entre cosas, fueron ampliando, a las zonas más lejanas, las posibilidades de acceder a los mercados o a los centros industriales.

No es nuestro propósito la descripción de los sucesos que les dieron origen, ubicación, formación, y en ocasiones determinaron la declinación de las diferentes zonas productivas, sino sólo señalar que éstas responden más a condiciones socioeconómicas del contexto local que a sus características agroecológicas. Por lo tanto, si bien describiremos el estado de la producción en las diferentes regiones productivas, las características fundamentales de las "cuencas lecheras" son esas relaciones económicas y organizativas que les dan identidad diferencial.

Una condición adicional que caracteriza a la lechería nacional es que la producción originada en las diferentes zonas se vuelca en un mismo mercado por lo que la evolución productiva, así como las posibilidades de crecimiento o dificultades de cualquiera de ellas, tiene incidencia directa en las otras, aunque estén distantes.

Respecto a la cantidad de zonas productoras, sus denominaciones y sus límites los objetivos, especificidad y grado de desagregación de los estudios o documentos que las describen.

La producción láctea argentina se concentra en el área pampeana, con mayor peso en Santa Fe, Córdoba y Buenos Aires y en menor medida en Entre Ríos y La Pampa. Si bien existen zonas "extra pampeanas" donde se produce leche, estas son de importancia local, con baja incidencia en la producción nacional.

Para la descripción de las características de las distintas zonas, tomaremos los resultados del estudio realizado por el INTA Rafaela durante los años 2001 al 2006, que relevó información de una gran cantidad de empresas de las cinco regiones de mayor peso productivo a nivel nacional, la Cuenca Central de Santa Fe - Córdoba, Oeste de Buenos Aires, Villa María (Córdoba), Abasto de Buenos Aires y Entre Ríos. El estudio se realizó sobre un conjunto de 1494 empresas encuestadas en tres períodos 2001-04 y un reencuestamiento de una parte de ellas en el ciclo 2005-06.

La distribución de tambos del área pampeana según el CNA 2002 y la estimación de la representatividad de las cuencas estudiadas, sobre datos del documento "creación y distribución de valor en la cadena láctea se muestra en la figura 1.

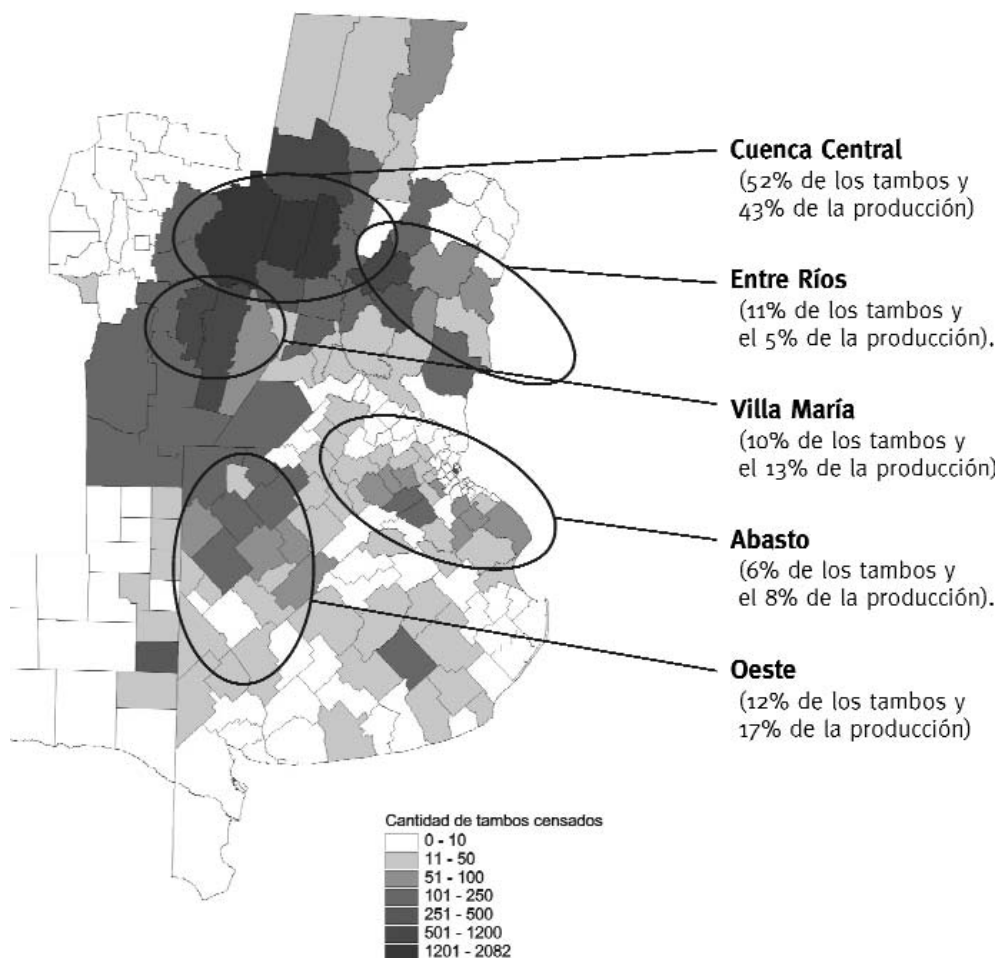
A los fines descriptivos, tomaremos en general, el promedio de las encuestas en los años considerados, salvo en aquellos casos que, por haber variado en forma importante, convenga señalarlo. Se realizará una descripción general de la producción a nivel nacional y luego trataremos de marcar los aspectos diferenciales más importantes de las regiones productoras.

Caracterización general de la producción de leche en la Argentina

El empresario productor de leche

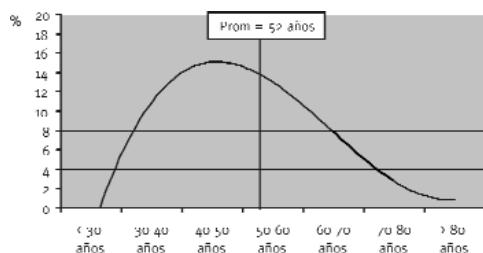
Las características promedio del productor lechero en las cuencas relevadas corresponden al perfil de productor masculino, en un 96,5%, con edades

● **Figura 1: Distribución de las empresas de producción de leche (sobre datos del CNA 2002).**



que varían de 29 a 83 años y una edad media de 52 años (Figura 2).

● **Figura 2. Distribución de los productores lecheros por edad.**



El 60% de los productores viven en una ciudad cercana, el 30% en el mismo campo y el 10% restante en una ciudad distante. En el 65% de los casos el tambo es el único ingreso, aspecto que corrobora su condición de actividad de alto impacto local.

Cabe destacar que el sistema más común de manejo del ordeño en la Argentina es la contratación de un encargado de ordeño (tambero) que se asocia a la producción mediante un porcentaje fijo de la liquidación de la leche.

El perfil de la educación formal responde en un 40% al de instrucción primaria o secundaria incompleta, 29% a secundaria completa y 31% a educación universitaria, completa o no. Adicionalmente, el nivel de capacitación no formal es muy importante; el 90% manifiesta tener capacitación no formal complementaria.

Un porcentaje mayoritario (76%) declara recibir asesoramiento técnico profesional. La mayor parte (71%) en forma permanente y el resto en forma eventual. Cerca de un tercio de los productores (un 31%) participan de alguna forma de organización grupal.

Tamaño comercial

Una de las variables que ayudan a definir una explotación lechera es su tamaño, pero, en lechería, este tiene varias formas de expresarse; en general, se hace referencia a la superficie, la cantidad de animales que se ordeñan o al volumen de entrega diaria (Figura 3).

Las explotaciones lecheras son consideradas, en general, como empresas medianas con una superficie total del orden de las 260 ha de las cuales 155 son dedicadas al pastoreo de las vacas adultas y 71 a la recría y a alguna actividad adicional como la agricultura o ganadería de engorde.

Obviamente, la dispersión de los valores respecto al promedio es grande, aunque alrededor de la mitad de la población se encuentra entre las 140 y 300 ha. El 66% de esta superficie es propiedad de los productores y el otro 34 esta alquilada a los fines de incrementar la escala de producción. De esta manera, lo más común es encontrar tambos donde se comparten las dos formas de tenencia; el promedio de todas las encuestas analizadas determina que un 58% de los productores alquila parte o toda su superficie.

La mayor parte de los tambos (89%) hace su recría dentro del mismo establecimiento y cerca del 40% realiza agricultura complementaria. Sistemas de alimentación.

Los recursos forrajeros de los tambos argentinos están basados en las praderas permanentes, con un complemento de verdeos de invierno (cereales forrajeros) y siembras de verano, especialmente maíz y sorgo para el ensilado. Del total

de la superficie, alrededor del 55% se destina al pastoreo de las praderas (con variaciones entre años) y un 10% a los cultivos para silo, siendo el resto para verdeos de invierno y verdeos de verano (alrededor del 19% y 8%. respectivamente).

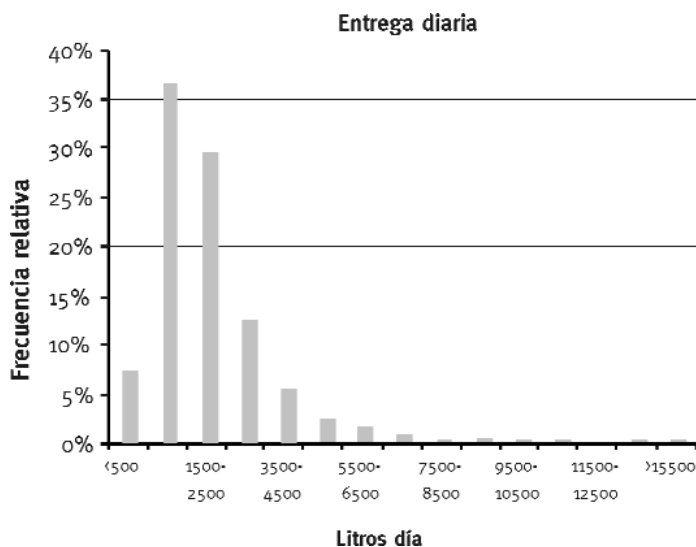
La dieta promedio de las vacas lecheras es predominantemente pastoril, aunque, durante los años en que se realizó el seguimiento, se evidenció una pérdida progresiva de la participación del pastoreo. Para el último período considerado (2005/06) se estimó que el 56% de la dieta estaba constituida por pastoreo, que se completan con 17% de silo y un 27% de concentrados.

El consumo de concentrados está incorporado como una técnica habitual en los tambos. Sólo existe un 4% de casos que no lo utilizan. El concentrado más usado es el balanceado comercial (47% del concentrado total consumido), siguiéndole el maíz de producción propia o comprado (28%) y luego el afrechillo de trigo (Figura 4).

Los niveles de consumo tienen, como es de suponer, una gran dispersión, a la que se le suma la evolución del uso promedio de concentrados que manifestó un incremento del orden del 18%, en los últimos años, pasando de 3,81 a 4,49 kilogramos de MS por vaca por día.

En la mayoría de los casos, la planificación de las reservas está centrada en el uso del silo de planta entera de maíz o sorgo. El 88% de los productores encuestados en el último período (2005/06) utilizaron alguna parte de la superficie para ello.

● Figura 3. Distribución relativa de tambos por nivel de entrega diaria.



Características productivas

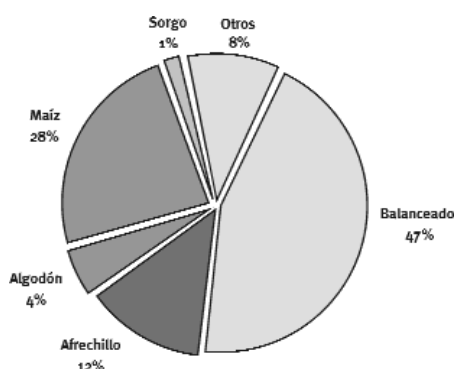
Los sistemas lecheros han evidenciado una dinámica de cambio muy ágil y, durante los últimos años, se modificaron positivamente algunos aspectos productivos, entre ellos la producción individual, la carga y la productividad medida como litros por hectárea.

La evolución de la producción individual en los últimos cinco años fue de un 15%, ubicándose en los 17,4 litros / vaca día con un desvío estándar de 3,5 litros (Figura 5).

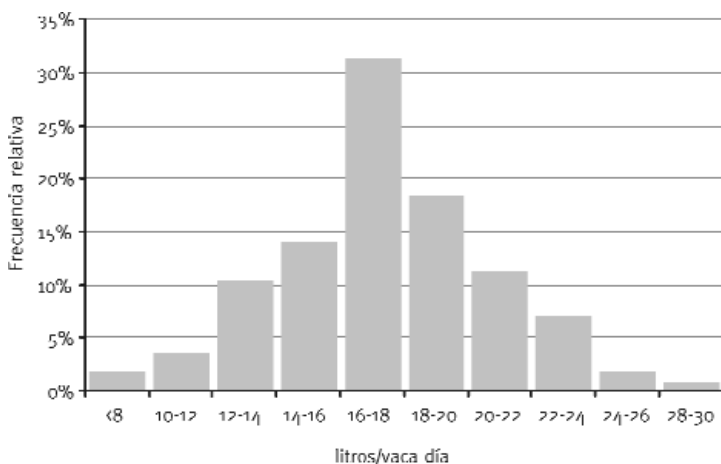
De las relaciones encontradas entre diferentes variables del sistema de producción, se destaca la alta incidencia de la productividad, medida como litros producidos por superficie dedicada a vacas totales, sobre el resultado económico final de la empresa.

Asimismo, la carga, medida como Vacas adultas sobre la superficie dedicada a Vacas Totales (Vc/ha/VT), resultó ser la variable con mayor

● *Figura 4: Tipo y proporción de uso de los concentrados.*



● *Figura 5: Producción individual, distribución porcentual (2005/06).*



correlación con la productividad (Figura 6), medida como litros por hectárea.

No surgen relaciones claras cuando se relaciona la productividad con cantidad de concentrado o con porcentaje de praderas o superficie para reservas, evidenciándose la importancia del manejo individual en estas variables.

Por último, no se evidencia ninguna relación entre la productividad y el tamaño de las empresas, sean estas medidas en superficie o por volumen de entrega diaria.

Diferencias por regiones

No obstante, la condición pampeana de la producción de leche en la Argentina, que hace suponer una cierta uniformidad en los sistemas, la ubicación de cada zona y sus características productivas, han llevado a pensar en la necesidad de un análisis por cuenca para determinar su respuesta potencial frente a posibles cambios de escenarios.

El estudio realizado a través de encuestas recopiló información de alrededor del 10% de la población de tambos y con parte de esta información (correspondiente al período 2001-2003) se realizó un análisis de las características que estadísticamente expresan diferencias entre las zonas evaluadas.

Recursos productivos

Se ha seleccionado a la superficie ocupada con vacas adultas y la cantidad de vacas en ordeño como indicadores de tamaño productivo (Figura 7 a,c). Estos parámetros presentan una gran dispersión, no obstante se puede decir que los tambos de mayor superficie productiva se encuentran en la cuenca Oeste, los medianos en las cuencas de Villa María y Abasto y los de menos superficie los

comparten las zonas de Entre Ríos y la cuenca Central.

Respecto al tamaño del rodeo en producción, la cuenca Oeste de Buenos Aires, con un promedio de 220 VO, se diferencia estadísticamente del resto, y la cuenca de Entre Ríos ostenta el menor promedio (71 VO/tbo).

Cuando se analiza el componente alquiler (Figura N° 7-b), estadísticamente se ubican tres grupos diferentes a los anteriores. La cuenca de Villa María es la que se caracteriza por una mayor proporción de tierra arrendada, le siguen la cuenca Central y Oeste y luego un tercer grupo en el que el rubro alquiler tiene un menor peso, conformado por las cuencas de Abasto y Entre Ríos.

La base forrajera y la alimentación

Algunos aspectos diferenciales, también se presentan a nivel de modalidad de uso de los recursos forrajeros y de la alimentación (Figura 8). Las mayores diferencias entre zonas se encuentran en el uso de verdeos de invierno. La cuenca de mayor uso relativo es Villa María con un 26%

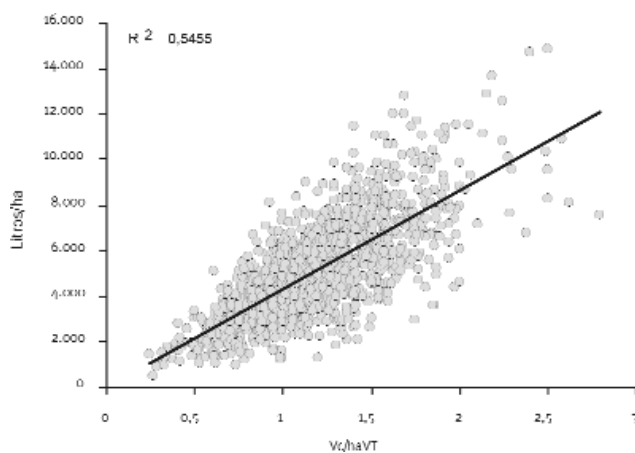
de la superficie productiva, y las de menor uso son las cuencas de Abasto y Central con un 10-12%. También V. María se caracteriza por un alto uso relativo de verdeos de verano que duplica al resto de las cuencas, que no presentan diferencias estadísticamente significativas entre ellas.

Con respecto a la importancia relativa de las praderas en el uso del suelo, la cuenca Central es la que lo usa en mayor proporción (58% de la superficie), Entre Ríos en la menor (43% en promedio) y el resto de las cuencas consideradas están en un nivel intermedio de uso (52-53%). Algo parecido ocurre en el consumo total de silo (en aquellos tambos que lo usan) que es similar en todas las cuencas salvo en el Oeste de Buenos Aires donde el consumo individual es más alto (1488 kg/VO/año).

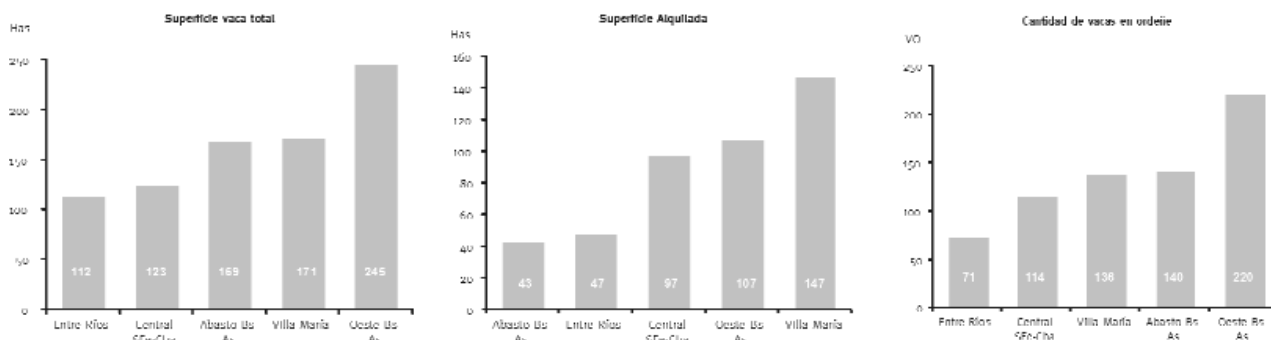
Eficiencia y producción

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) entre las productividades de la mayor parte de las zonas evaluadas. Solo se distingue la cuenca de Entre Ríos como la de menor productividad, con 3379 litros /ha VT/año.

● Figura 6. Relación de la carga animal (Vc/haVT) - productividad (l/bat).



● Figura 7: Recursos productivos de las diferentes cuencas lecheras. a) Superficie VT b) Superficie arrendada c) Cantidad de vacas en ordeñe. Barras del mismo color no difieren estadísticamente entre sí $p > 0,05$.



Este factor es consecuencia de la combinación de la carga y la producción individual que se comportan de manera diferente. Mientras la carga es significativamente mayor en la cuenca Central, esta cuenca comparte con Entre Ríos la menor producción individual, y la cuenca Oeste, que registra la mayor producción individual, se encuentra a nivel intermedio cuando se mide la carga animal (Figura 9).

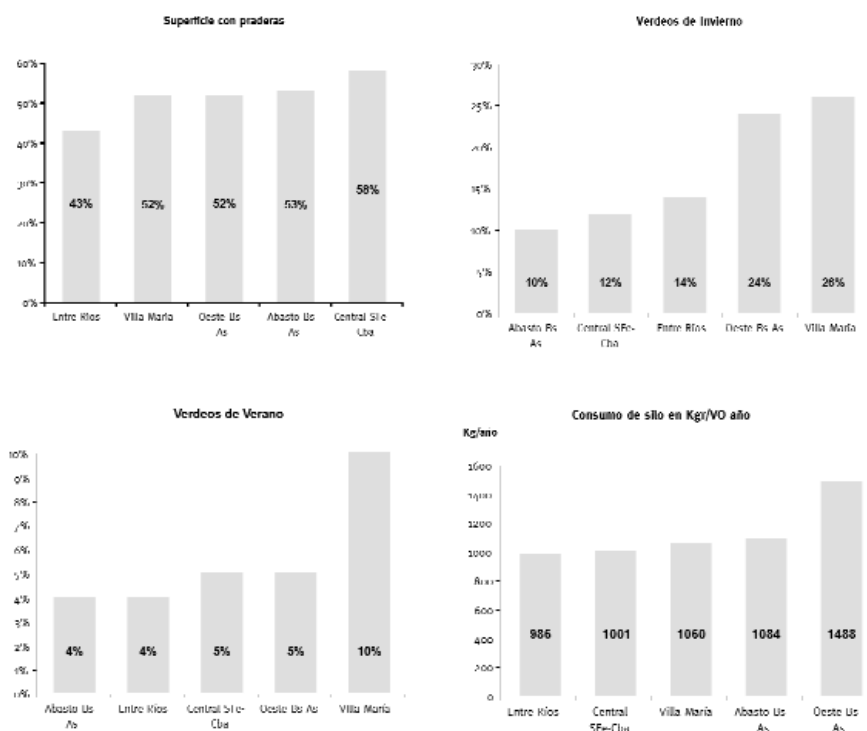
Las estrategias productivas

Análisis adicionales de la información disponible, permitieron reconocer algunos aspectos que explican la mayor parte de la variabilidad existente entre las empresas productoras de leche. A partir de esa información, se identificaron cuatro

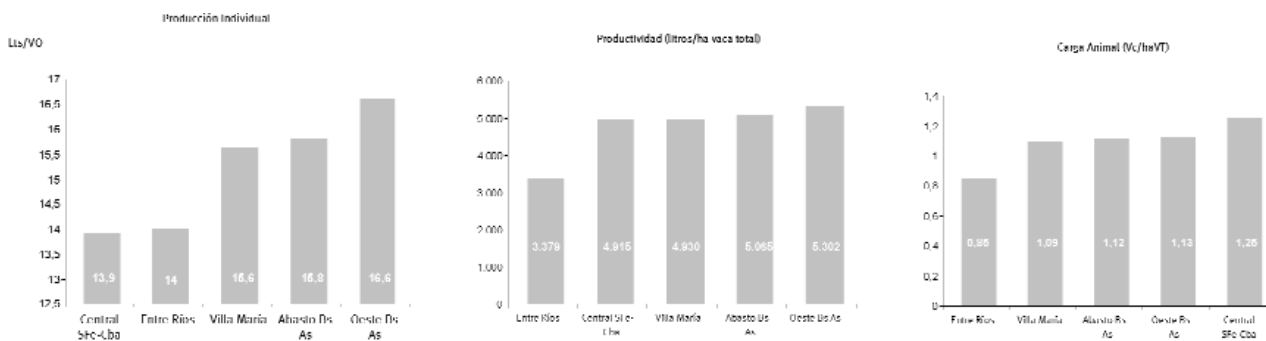
tipologías de empresas predominantes, presentes en todas las zonas productivas.

Uno de los grupos reúne a aquellas empresas que se distinguen por tener una respuesta superior en términos económicos productivos y se lo denominó de "Alta Productividad". Otros dos grupos coinciden en resultados medios, uno de ellos se destaca por llevar adelante una estrategia relacionada con el mayor uso de concentrados, se lo identificó como tambos de resultados medios con concentrados ("Productividad Media c/Concentrados"). El otro grupo medio se diferencia por tener una estrategia relacionada con una mayor utilización de los recursos forrajeros, se lo denominó como tambos de resultados medios con pasto

● **Figura 8: Base Forrajera y alimentación por Cuencas. a) Porcentaje de Praderas b) Porcentaje de Verdeos de Invierno c) Proporción de Verdeos de Verano d) Consumo de silo.** Barras del mismo color no difieren estadísticamente $p > 0,05$.



● **Figura 9: Eficiencia y Producción de las diferentes Cuencas Lecheras. a) Producción Individual b) Productividad en litros por hectárea vaca Total. c) Carga animal.** Barras del mismo color no difieren estadísticamente $p > 0,05$.



("Productividad Media c/Pasto"). Por último, el conjunto que agrupa a la población de empresas de relativo bajo rendimiento económico y productivo se lo denominó tambos de "Productividad Baja". (Cuadro 1).

Las diferencias entre los grupos identificados son más evidentes que las detectadas a nivel de las cuencas, y las estrategias que representan están presentes en todas las regiones aunque en distinta magnitud.

La investigación de las estrategias productivas dentro de estos agrupamientos, permite descubrir no sólo un gran margen de progreso posible sino también la relación de éste con las formas de producción y su impacto en la economía de los tambos y el sector.

Consideraciones finales

La cuenca central de Santa Fe y Córdoba posee tambos más pequeños en superficie, es la zona donde se utiliza menor cantidad de concentrados, es la zona que aprovecha más el pasto por hectárea, utiliza la mayor carga animal y obtiene la producción individual más baja. Adicionalmente, es la región donde la estrategia de "productividad media a base de la utilización de pasto" se expresa en mayor medida.

La cuenca de Abasto de Buenos Aires, es la que utiliza mayor proporción y cantidad de concentrados y comparte con el Oeste de Buenos Aires los costos más bajos en mano de obra como porcentaje de su liquidación de leche.

La cuenca del Oeste bonaerense se diferencia por ser la de mayor superficie por empresa y la que mayor margen bruto e ingreso ha obtenido en el estudio señalado. Esta zona tiene un alto porcentaje de empresas que utilizan la estrategia de "productividad media con alto uso de concentrados".

La cuenca de Entre Ríos se caracteriza por ser la de tambos más pequeños (menor número de vacas totales y en ordeño), menor carga y menor productividad. Es la cuenca con mayor representación de empresas de tipología de baja productividad.

La zona de Villa María (Córdoba) con un alto porcentaje de tierra alquilada, es la que mayor utilización realiza de los verdeos de verano e invierno, de heno como reserva y la que, en mayor porcentaje, comparte la actividad tambera con la agricultura. ■

● Cuadro 1: Porcentaje de tambos según las diferentes tipologías o estrategias productivas identificadas.

Cuenca	Porcentaje de tambos por cuencas					Total
	Central	Abasto	Villa María	Entre Ríos	Oeste	
Tipología						
Productividad Baja	33	40	40	74	25	41
Product. Media c/Concentrados	15	41	40	10	62	25
Productividad Media c/Pasto	39	11	10	14	3	24
Alta Productividad	13	8	10	2	10	10
Total	100	100	100	100	100	100

Bibliografía

CFI - ArgenInta, 2006. Creación y Distribución de Valor en la Cadena Láctea. Eslabón Primario. Informe Final. Buenos Aires. Diciembre 2006.

Chimicz J.; Gambuzzi E. L., 2007. Recientes Cambios y Posibles Rumbos Tecnológicos del Tambo Argentino. Documento de divulgación del Proyecto Regional de Lechería SANFE03 (En prensa).

Gambuzzi, E.L.; Zehnder, R.; Castignani, H.; Chimicz, J. 2005 (a) Análisis de Sistemas de Producción de Leche en Argentina. (a) Diferencias entre Cuencas de Producción. (b) Agrupamientos por estrategias productivas. 28º Congreso Argentino de Producción Animal. Bahía Blanca - Octubre 2005.

Gambuzzi, E.L., Zehnder R., Chimicz J. 2004. Análisis de Sistemas de Reducción Lechera 2001-2003. http://www.inta.gov.ar/rafaela/info/documentos/economia/analisis_produccion_lechera_2001-2003.pdf consultado el 28/03/07

INDEC. Censo Nacional Agropecuario 2002 http://www.indec.gov.ar/agropecuario/cna_defini.asp consultado el 08/03/07.



Producción de Leche en Sistemas Pastoriles

● **Ing. Agr. E. A. Comerón,**
INTA Rafaela

● **Ing. Agr. J. Baudracco,**
Fac. Cs. As.
Esperanza, UNL

● **Dr. N. López-Villalobos y Dr. C. W. Colmes,**
Massey University,
Nueva Zelanda

● **Ing. Agr. L. A. Romero,**
INTA Rafaela

El uso de la suplementación en sistemas pastoriles permite una mejor respuesta animal e incrementa la productividad. Así lo demuestra este informe que explica las interacciones entre la carga animal y la suplementación, entre los aspectos más importantes.

- La producción de leche en Argentina se basa en las pasturas como principal fuente de alimento, como lo indica una actualizada y amplia encuesta del sector lechero, donde la dieta promedio anual de las vacas está compuesta por aproximadamente 72% de pasturas y verdes (consumidos en pastoreo), 11% de silaje y heno, y 17% de concentrados.

El costo más bajo de las pasturas respecto a los forrajes conservados y suplementos, y el precio relativamente bajo de la leche, determinan que la lechería en la Argentina se base en pasturas para ser rentable. Pero esto no descarta a los suplementos, cuando se utilizan adecuadamente en función de la respuesta en leche por kilo de alimento ofrecido y de los precios relativos.

La carga animal (CA), expresada tradicionalmente como la cantidad de vacas por hectárea, es la práctica de manejo con mayor influencia en la eficiencia de los sistemas de base pastoril.

En sistemas pastoriles de producción lechera, la cantidad de grasa y proteína (sólidos) de la leche es el principal producto vendido así como la tierra es el principal recurso. Por tanto, la cantidad de kilos de sólidos producidos por hectárea, es el parámetro más utilizado en el mundo, para expresar la eficiencia de sistemas lecheros pastoriles.

La producción de sólidos por hectárea resulta de la cantidad de pasturas producida y utilizada por hectárea, de la cantidad de suplementos suministrados y utilizados por hectárea, y de la eficiencia de conversión de los alimentos.

Cuando la CA es baja, las vacas son alimentadas sin limitaciones, y éstas pueden seleccionar la pastura y producir más sólidos por animal. Sin embargo, en estas circunstancias, una alta proporción de la pastura es desperdiciada y la producción de sólidos por hectárea es muy baja. En contraste, cuando las CA son altas, el porcentaje de utilización de la pastura es más alto y consecuentemente, la producción de



sólidos por hectárea es mayor. Sin embargo, si la producción de sólidos por vaca es más baja, los animales estarán más predispuestos a perder peso y requerirán más alimento por hectárea para mantener el incremento de CA.

El uso de suplementos en combinación con una alta CA podría balancear el objetivo dual de un adecuado nivel de alimentación, para lograr alta eficiencia de conversión y altos niveles de utilización de pasturas, alcanzando el objetivo global de optimizar el resultado económico del sistema.

Carga animal

La CA es reconocida como una de las herramientas de manejo más poderosa en sistemas pastoriles, porque determina la demanda de alimento por hectárea. Para una determinada producción anual de pastura, la CA determina la asignación por vaca, como promedio anual, e indirectamente la asignación diaria de pastura. Esto afecta fuertemente la productividad y rentabilidad del sistema.

Otros autores, utilizando vacas Holando del biotipo neocelandés, alimentadas exclusivamente con pasturas, compararon cinco sistemas de producción que solo diferían en la carga animal. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 1.

A altas CA, la acumulación de MS y la utilización de pastura se incrementan, resultando en un aumento de la producción de sólidos por hectárea. Sin embargo, la performance por vaca se afecta a medida que la CA animal aumenta, reduciéndose la producción de sólidos por vaca y el PV (Tabla 1 y Figura) y también la duración de la lactancia (desde 296 hasta 222 días) y el PV (desde 489 hasta 448 kg). A muy bajas CA el sistema fue ineficiente debido al bajo porcentaje de utilización de pasturas, mientras que a muy altas CA, el sistema fue ineficiente debido a una baja eficiencia de conversión de alimentos en leche.

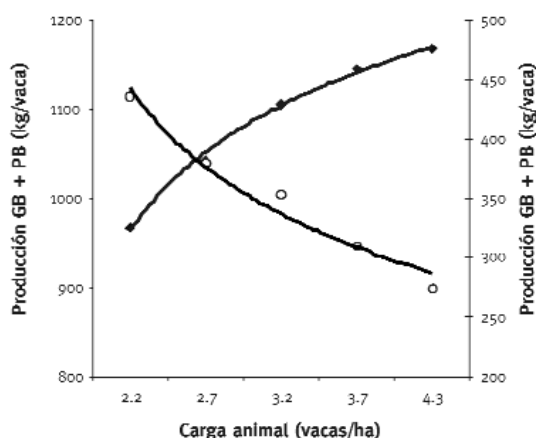
En la Argentina, se efectuó una síntesis de la información generada en el INTA Rafaela, por un grupo de investigadores, ya sea a partir de

● Tabla 1. Efectos de la carga animal en un sistema exclusivamente pastoril como único alimento.

Carga animal vacas (/ha)	2,2	2,7	3,2	3,7	4,2
Pastura consumida : tMS/ha	11,1	12,5	13,6	14,9	16,0
tMS/vaca	5,1	4,7	4,2	4,0	3,7
Requerim. Mantenimiento (tMS/ha)	4,7	5,7	6,7	7,7	8,7
Utilización de Pastura (%)	64	70	72	81	81
Producción leche (kgsólidos/vaca)	435	380	353	309	274
Producción leche (kgsólidos/ha/año)	967	1043	1105	1145	1168
Eficiencia de conversión alimenticia (kgsólidos/tMS consumida)	86	83	81	77	73
Ingreso neto por hectárea (Valores relativos)	100	103	106	102	95

Nota: Vacas Holando-Frisio de 500 kg de peso vivo.

● Figura 1. Efectos de la CA sobre la producción de sólidos por vaca (™) y por hectárea (ˆ) en sistemas con pasturas como único alimento.



encuestas efectuadas a sistemas reales de producción (tambo "medio" y de "punta") como de algunos modelos productivo-comerciales, con varios años de evaluación, ("Roca" y "Mixto") y ensayos experimentales de una lactancia ("Holando" y "Jersey") conducidos en la estación experimental. A diferencia del trabajo anterior (Tabla 1), el que se presenta en la Tabla 2 analiza sistemas en los que se utilizó suplementación y donde varió tanto la carga como la producción individual.

Estos sistemas y modelos productivos presentados en la Tabla 2, que se consideran "pastoriles con suplementación estratégica" aunque utilizando dietas con diferentes relaciones de pasturas, forrajes conservados y concentrados, muestran distintas eficiencias productivas. Estas se deben, básicamente, a incrementos en la carga animal y la producción individual (expresadas en kilos de sólidos/vaca/día) con alguna influencia adicional del efecto racial (cruzas o razas puras). Podemos observar además la importante brecha de eficiencia productiva existente entre la población de tambos comerciales y las diferentes propuestas de transferencia e investigación del INTA.

La producción de sólidos por hectárea se incrementa a medida que la CA también lo hace. En consecuencia, los costos también se incrementan con la CA, debido a que cada vaca extra requiere gastos extra en mano de obra, sanidad, y alimentación, entre otros.

Para el caso mostrado en la Tabla 1 y la Figura, se observa que a menores CA, el efecto de la baja utilización de la pastura fue más importante que el beneficio de una mayor producción de sólidos por vaca. A mayores CA, el beneficio de una mayor utilización de pastura y mayor producción de sólidos por hectárea, no fue suficiente para compensar la disminución en la eficiencia de conversión alimenticia y el costo de mantener más vacas.

En el trabajo de síntesis presentado en la Tabla 2, se constata que a medida que aumenta la carga animal y la producción individual, se incrementa el ingreso neto por hectárea. Como lo muestran los resultados presentados en la Tabla 2, en términos relativos y tomando al tambo de "punta" con el valor de referencia (100), el tambo "medio" baja a 60, mientras que los modelos productivos del INTA, "Roca" y "Mixto", obtienen valores de 160 y 200, respectivamente. Finalmente el ensayo "Holando" alcanza un valor relativo de ingreso neto que supera a todos estos (220) mientras que el "Jersey" permitió alcanzar la cifra más elevada (275) como consecuencia también de un mejor precio unitario de la leche (mayores bonificaciones obtenidas por las mayores concentraciones de grasa y especialmente, proteína de la leche).

La suplementación

En este documento, el término suplemento se refiere a alimentos concentrados y forrajes conservados, ya sean producidos en el campo o comprados.

La inclusión de suplementos en los sistemas lecheros afecta el consumo de pastura, y consecuentemente, en la productividad y rentabilidad del sistema.

Como fue discutido anteriormente, bajas CA permiten altas producciones de leche por vaca, pero conducen a un alto remanente de pasturas después del pastoreo, la que generalmente es desaprovechada, mientras que altas CA conducen a bajas producciones de leche por vaca. Así, la CA crea un conflicto entre producción por vaca y producción por hectárea.

Los suplementos, suministrados durante periodos de déficit de pasturas pueden, potencialmente, permitir que se logre el doble objetivo de mantener buena performance individual (vacas productivas y sanas) y a su vez permitir que las pastu-

● Tabla 2. Análisis comparativos de sistemas comerciales y modelos productivos de tambo.

	Tambo "medio"	Tambos "Punta"	INTA "Roca"	INTA "Mixto"	Ensayo "Holando"	Ensayo "Jersey"
Carga (VT/ha VT/año)	1,26	1,46	1,65	1,90	2,21	2,94
Litros/vaca /día	14,7	18,1	23,9	21,7	25,6	18,4
Kg sólidos/vaca/día	0,975	1,233	1,604	1,517	1,687	1,582
Litros/ha VT/año	5,560	7,930	11,830	12,370	16,970	16,230
Kilos sólidos/ha VT/año	370	540	795	865	1.120	1.395
Ingreso Neto por hectárea (Valores relativos)	60	100	160	200	220	275

Nota: El Modelo "Mixto" posee un rodeo compuesto por vacas Holando y cruzas Holando x Jersey. El ensayo "Jersey" se realizó con vacas de esa raza. El resto utilizó vacas Holando exclusivamente. VT: Vaca total (en ordeño y secas)



ras sean utilizadas con buena eficiencia de cosecha.

Más aun, las vacas con alto potencial genético para producción de leche no pueden expresarlo cuando son alimentadas solamente con pasturas. Estos sistemas pueden limitar el consumo de vacas Holstein-Friesian en un 20%, debido a una combinación de menores tasas de consumo en pastoreo y mayores tasas de digestión ruminal. Estas limitaciones físicas del consumo se pueden reducir incrementando la concentración energética de la dieta, a través del uso de suplementos concentrados.

El incremento en producción de leche, que ocurre durante el periodo de alimentación con suplementos, es conocido como el efecto inmediato; mientras que el que describe la producción de leche extra, durante el periodo posterior a la suplementación se denomina, efecto residual.

En teoría, si toda la energía metabolizable (EM) extra consumida es absorbida por la ubre y convertida en leche, un kg de sólidos (GB + PB), equivalente a 14,3 litros de leche con 3,3% PB y 3,7% GB, sería producido a partir de un consumo aproximado de 16,4 Mcal EM para una vaca Holstein de 500 Kg PV. De esta manera, a partir de 1 kg MS de un suplemento con 2,9 Mcal EM/kg MS se producirían 177 g de sólidos ($2,9/16,4 = 0,177$) o sea 2,5 litros de leche. Esta es la máxima respuesta posible a partir del suministro de alimento extra, asumiendo que todo el suplemento es consumido y toda la energía es convertida en leche, sin sustitución de pastura.

Sin embargo, en la práctica, las respuestas son siempre menores que el máximo teórico posible, debido a que el consumo de suplementos, generalmente, causa una disminución en el consumo de pastura (sustitución), algún aumento en PV y

si se incluyen más vacas, un incremento en los costos de mantenimiento.

Según otros autores, cuando la asignación de pastura es restringida, el uso de suplementos generalmente resulta en un efecto inmediato de 0,5 kg leche/kg MS concentrado (aproximadamente 41 g sólidos/kg MS) y un efecto residual estimado de aproximadamente 0,5 kg leche/kg MS de concentrado suministrado. En concordancia con estos resultados, en una revisión de experimentos de suplementación en sistemas pastoriles, se ha reportado que la producción de leche aumentó linealmente a medida que la cantidad de concentrado se aumentó de 1,2 a 10 kg MS/vaca/día, con una respuesta total de 1 kg de leche/Kg de concentrado ingerido.

También se sintetizaron algunos de los pocos estudios que han sido realizados en sistemas pastoriles sobre la respuesta a suplementos en la lactancia completa. Los resultados obtenidos promediaron los 78 g sólidos/kg MS (aproximadamente 1 litro de leche/kg MS), con una mayor concentración de valores entre 70 y 100 g sólidos/kg MS de suplemento (aproximadamente entre 0,8 y 1,3 litros de leche/kg MS).

En pasturas de alfalfa se observó una mayor eficiencia de la suplementación cuando el concentrado fue maíz (0,930 litros/kg MS) respecto al sorgo y al afrechillo de trigo (0,650 y 0,439 l/kg, respectivamente).

Es así como las respuestas en producción de leche a la alimentación con suplementos son altamente variables debido a que dependen de un amplio número de factores, tanto de los alimentos como de los animales. Una vez que las pérdidas físicas de la suplementación son descontadas, la respuesta a los suplementos depende básicamente de aquellos factores que afectan la tasa de sustitución y de aquellos que afectan la partición de energía hacia síntesis de leche o ganancia de peso (potencial genético, estado de la lactancia, condición corporal).

En un sistema pastoril intensivo eficiente, el efecto de sustitución debería ser usado deliberadamente para disminuir el consumo de pasturas en periodos de déficit de éstas, suministrando suplementos para mantener el nivel de alimentación de las vacas. Si ese es el caso, la sustitución es manejada por el productor y no por la vaca. Se ha reportado que el factor que ejerce la mayor influencia en la respuesta marginal a suplementos es el déficit alimentario relativo de la vaca, definido como la reducción en la producción de sólidos (relativo al potencial) que ocurre a medida que se imponen restricciones en la asignación de pastura. Dado que la energía es

usualmente el nutriente limitante en sistemas lecheros pastoriles de regiones templadas, el déficit alimentario relativo puede también expresarse como déficit energético relativo, el cual expresa la cantidad de energía consumida por una vaca en relación a su demanda. Entonces, el déficit energético relativo se incrementa a medida que aumenta la demanda de energía o disminuye la energía. Otros investigadores han propuesto como indicadores del déficit alimentario relativo a la producción de sólidos como porcentaje del PV y a la condición corporal.

A medida que la asignación diaria de pastura se incrementa, el consumo de pastura aumenta y la respuesta a la suplementación tiende a disminuir. Esto es el resultado de una mayor tasa de sustitución y probablemente una mayor proporción de la energía de los suplementos destinada a peso vivo, dependiendo del mérito genético.

Otros autores, en una revisión de los efectos de la suplementación sobre el consumo de pasturas de vacas lecheras en pastoreo, estratificaron los tratamientos de los ensayos analizados en baja y alta asignación de pastura (<25 y >25 Kg MS/vaca/día, respectivamente). Así, se encontró que la tasa de sustitución promedio fue de 0,20 y 0,62 kg pastura/kg de concentrado a baja y alta asignación de pastura, respectivamente. Finalmente cabe indicar que, cuanto mayor sea el valor nutritivo de la pastura, más baja será la respuesta en leche a la alimentación con suplemento.

A medida que se incrementa el uso de suplementos en sistemas pastoriles lecheros, una proporción decreciente de la energía extra consumida es particionada hacia producción de leche y una proporción creciente es particionada hacia reservas corporales. Entonces, a medida que el nivel de suplementación se incrementa, la respuesta marginal en producción de leche disminuye.

Las vacas en pastoreo muestran generalmente mayores tasas de sustitución cuando son suplementadas con forrajes voluminosos que cuando son suplementadas con concentrados. Esto ocurre principalmente en situaciones de alta asignación de pasturas.

Efectos combinados de alta carga animal y suplementación.

Interacciones

El uso de suplementos puede, paradójicamente, incrementar la eficiencia de utilización de la pastura en el sistema, dado que permite incrementar la presión sobre las pasturas a partir de un

aumento de la carga animal. En el caso de cargas animales más altas se incrementa la demanda de alimentos, lo que hace aumentar la eficiencia de utilización de las pasturas en periodos de rápido crecimiento, principalmente en primavera, mientras que los suplementos pueden ser suministrados para evitar una subalimentación, especialmente en periodos de un lento crecimiento de las pasturas.

Existen trabajos en Nueva Zelanda y Australia que demuestran incrementos del resultado económico a medida que aumentan tanto la carga animal como la suplementación.

En la Argentina también se verifica esta respuesta. Retomando lo presentado en la Tabla 2, la cantidad de concentrado se incrementa a medida que aumenta la intensificación de los sistemas o modelos (ver carga animal), pasando de una dieta anual media de relación forraje: concentrado entre 85:15 hasta 60:40.

Un estudio evaluó la combinación entre carga animal y producción por vaca más rentable para lograr una misma y alta productividad (9.050 litros de leche/ha vaca total/año). Los resultados se presentan en la Tabla 3.

● *Tabla 3. Evaluación de tres alternativas de intensificación (carga y producción individual) para obtener la misma productividad por ha.*

	Sistema A	Sistema B	Sistema C
Carga animal (vacas/ha)	2,0	1,6	1,2
Utilización de pastura (%)	75	70	60
Concentrado (kg/vaca/d)	3,0	4,4	7,0
Producción leche (l/v aca/d)	16,0	20,0	26,4
Productividad (litros/haVT/año)	9.050	9.050	9.050
Ingreso Neto (\$US/ha/año)	455	438	281
Rentabilidad (%)	10,3	9,8	6,1

Nota. La producción de pastura fue de 12 t MS/ha/año y el PV de las vacas de 550 kg.

Los resultados de este estudio sugieren que el ingreso neto y la rentabilidad más altas por hectárea se lograrían en el sistema A que combina CA alta y el menor nivel de producción por vaca. Sin embargo, la proximidad de los resultados logrados en el Sistema B (incrementos moderados de CA y producción individual) no permiten ser tan concluyentes.

Un análisis reciente indica que para los tambos argentinos definidos como "sistemas pastoriles con suplementación estratégica y diferencial" y para una relación de precios histórica determinada, la mayor eficiencia económica sustentable en el tiempo, se lograría con productividades de alrededor de 12.000 litros de leche/ha vaca total/año que se obtienen con producciones entre

6.500 y 7.000 litros/lactancia de 300 días y una carga animal de alrededor 1,7 a 1,8 vacas totales/ha vaca total/año. En ese sentido, los resultados logrados por diferentes unidades demostrativas lecheras del INTA Rafaela que funcionaron en las décadas del 80 y el 90, y especialmente los que están obteniendo los modelos comerciales "Roca" y "Mixto" confirmarían la conclusión de este análisis más actualizado.

Los experimentos y conclusiones comentados y discutidos en los párrafos anteriores muestran que incrementando simultáneamente la CA y la suplementación se puede mejorar la performance del sistema lechero.

La ventaja teórica, en términos de resultado económico por hectárea, de incrementar simultáneamente la CA y el nivel de suplementación podrá ser aprovechada en la práctica solo si el alimento extra es bien integrado con la oferta de pastura y la demanda alimenticia del rodeo. Más aun, los sistemas de altos insumos (i.e. con alta suplementación) son más sensibles a los cambios en los precios de la leche, de los insumos y de los costos de capital. Por tanto, se requiere un manejo eficiente para aprovechar los potenciales beneficios de sistemas con alta CA y alta suplementación exógena.

Conclusiones

El consumo de MS por vaca y por hectárea esta

fuertemente asociado a la productividad y al resultado económico del sistema lechero. La asignación de pastura es el factor que más influencia tiene sobre el consumo de MS y la utilización de la pastura. La CA determina la asignación de pastura promedio del año, y por eso es que ella afecta fuertemente la productividad y el resultado económico de los sistemas lecheros.

La respuesta en leche a la suplementación es altamente variable. Los mecanismos que explican dicha variabilidad son la partición de energía en el animal y la tasa de sustitución. Respuestas de aproximadamente 0,8 a 1,3 litros de leche por kg de suplemento fueron reportadas en ensayos de lactancia completa, con vacas de alto mérito genético y con una carga animal relativamente alta.

El déficit alimentario relativo (consumo de alimentos de una vaca en relación a su demanda) afecta la partición de energía en el animal y la tasa de sustitución, por lo tanto, es un factor de alto impacto en la respuesta a los suplementos. Existen numerosos estudios que demuestran que los sistemas lecheros de base pastoril, con alta carga animal (lo cual genera alto déficit alimentario relativo) y con producciones moderadas por vaca, muestran alta respuesta a la suplementación, permiten mantener una buena respuesta productiva y reproductiva, y alcanzan los mayores resultados económicos por hectárea. ■

Bibliografía

- Bargo, F., Muller, L. D., Kolver, E. S., Delahoy, J. E. (2003). *Invited Review: Production and Digestion of Supplemented Dairy Cows on Pasture*. *J. Dairy Sci.*, 86(1), 1-42.
- Castillo, A. y Quaino, O (1994). *Suplementación de vacas lecheras en pastoreo de alfalfa (comunicación)*. *Rev.Arg.Prod.Animal*. Vol.14, Sup. 1, pag 32-33.
- Comerón, E. A., Schilder, E. (1997). *Intensificación de la producción de leche: análisis de alternativas para alcanzar altas productividades*. *Revista Argentina de Producción Animal*, 17(3), 293-300.
- Hedley, P., Kolver, E. S., Glassey, C., Thorrold, B., Van Bystereidt, A., Roche, J. F., et al. (2006). *Achieving high performance from a range of farm systems*. *Dairy3 Conference, Massey University and Dexcel*, 147-166.
- Holmes, C. W., Roche, J. F. (2007). *Pasture and supplements in New Zealand Dairy Production Systems*. In: *Pastures and Supplements for grazing animals Occ. Pub. No 14*. *New Zealand Society of Animal Production, Hamilton*. In Press.
- Holmes, C. W., Wilson, G. F., Mackenzie, D. D. S., Flux, D. S., Brookes, I. M., Davey, A. W. F. (2002). *Milk production from pasture (3rd ed.)*. *Butterworths of New Zealand Ltd., Wellington, New Zealand*.
- Kolver, E. S. (2003). *Nutritional limitations to increased production on pasture-based systems*. *Proceedings of the Nutrition Society*, 62(2), 291-300.
- Kolver, E. S., Roche, J. F., Burke, C. R., Aspin, P. W. (2005). *Influence of dairy cow genotype on milksolids, body condition and reproduction response to concentrate supplementation*. *Proceeding of the New Zealand Society of Animal Production*, 65, 46-52.
- Macdonald, K. A. (1999). *Determining how to make inputs increase your economic farm surplus*. *Proceedings of the Ruakura dairy Farmers' Conference*, 51, 78 - 87.
- Macdonald, K. A., Penno, J. W., Nicholas, P. K., Lile, J. A., Coulter, M., Lancaster, J. A. S. (2001). *Farm systems - impact of stocking rate on dairy farm efficiency*. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, 63, 223-227.
- Penno, J. W. (2002). *The response by grazing dairy cows to supplementary feeds*. *Unpublished PhD, Massey University, Palmerston North, Palmerston North, New Zealand*.

* Lista completa de referencias disponible por demanda.

ProINTA CARMINA

Variedad de Alfalfa con Menor Potencial Timpanizante

● **Ing. Agr. D. H. Basigalup, Ing. Agr. J. Martínez Ferrer, A. Odorizzi, V. Arolfo y Ing. Agr. E. Ustarroz L., INTA Manfredi**

● **Ing. Agr. Bernáldez, Universidad Austral de Chile**

● **M. V. N. Latimori, M. V. A. Kloster, INTA Marcos Juárez**

● **P. Davies, D. Méndez, INTA Gral. Villegas**

● **M.V. M. Correa Luna, INTA Venado Tuerto**

El cultivar de alfalfa ProINTA Carmina fue seleccionado por su menor potencial timpanizante. El timpanismo es la causa más importante de pérdidas en la producción bovina de la región pampeana y su control constituye una seria preocupación para los ganaderos.

- El empaste, timpanismo o meteorismo espumoso es una disfunción digestiva de los rumiantes que se origina cuando los gases liberados por la fermentación microbiana de los alimentos en el rumen quedan atrapados en minúsculas burbujas y no pueden ser eliminados por eructación. Este problema se asocia con el consumo de especies forrajeras de alta digestibilidad y alto contenido de proteínas solubles, como la alfalfa y los tréboles.

De la comparación entre leguminosas timpanizantes y no timpanizantes, surge que una de las maneras de desarrollar variedades de alfalfa tolerantes al empaste es la selección de plantas con menor tasa de desaparición inicial ruminal (DIR). Esta vía se basa en las teorías conocidas como de "ruptura de la pared celular" y de "velocidad inicial de digestión", que parten del hecho de que hay leguminosas que son no-timpanizantes porque sus hojas poseen paredes celulares más gruesas, lo que retarda la acción de la microflora ruminal e impide una liberación explosiva de los contenidos celulares al rumen. De esta

manera, al tener una tasa de degradación 25-30% más lenta, se puede mantener una relativamente baja concentración de agentes espumógenos (proteínas solubles, restos de cloroplastos, etc.) en el rumen, haciendo que la producción de gas por la fermentación microbiana se mantenga por debajo de los umbrales críticos para causar meteorismo.

En 1991 se inició en el INTA Manfredi un programa de mejoramiento con el objetivo de desarrollar un cultivar de alfalfa sin reposo invernal con menor DIR. El método de mejoramiento incluyó una combinación de selección recurrente fenotípica y genotípica –prueba de progenie de policruza o *polycross-in situ* por menor DIR en un estado de madurez intermedio entre vegetativo tardío y botón floral y empleando la técnica *in situ* de la "bolsa de nylon modificada". Se realizaron tres ciclos de selección. En cada ciclo de selección, se efectuaron dos evaluaciones de la DIR (primavera y otoño) y se seleccionaron los individuos que consistentemente exhibieron los menores valores, luego de 4 horas de permanencia en el rumen de



animales fistulados. Los individuos seleccionados en cada ciclo se interpolinizaron en condiciones de aislamiento con abejas melíferas. Después de varios años de labor, se obtuvo el cultivar **ProINTA Carmina**, cuya semilla prebásica (Sin-1) se produjo en la estación Experimental Agropecuaria del INTA en Manfredi, en jaulas de policruzamiento con abejas melíferas. Posteriormente, las mismas condiciones se utilizaron en el INTA San Juan, para la producción de la semilla básica o fundación (Sin-2).

En 2001, se inscribió la variedad en el Registro Nacional de Propiedad de Cultivares (RNPC) y se estableció en el legajo que –según determinaciones *in situ* realizadas en el INTA Manfredi– tiene 22,6% menos de DIR que la población original. Su uso está recomendado para la producción intensiva de leche y carne en todas las áreas alfalferas del país. Es una variedad sin reposo invernal (GRI 8), de porte erecto, coronas de tamaño intermedio y buena cantidad de tallos de regular a buena foliosidad. El color de las flores es predominantemente púrpura oscuro, con presencia de flores púrpura claro y variegado (púrpura oscuro). Posee alta resistencia a la fusariosis y al pulgón moteado; moderada resistencia a la podredumbre húmeda (fitóftora) y a los pulgones verde y azul; y baja resistencia a la antracnosis.

Fueron realizados diferentes ensayos de evaluación, entre ellos:

Pastoreo. Los ensayos de pastoreo en sistemas de producción de carne para evaluar el comportamiento de ProINTA Carmina, tanto en unidades del INTA como en campos de productores,

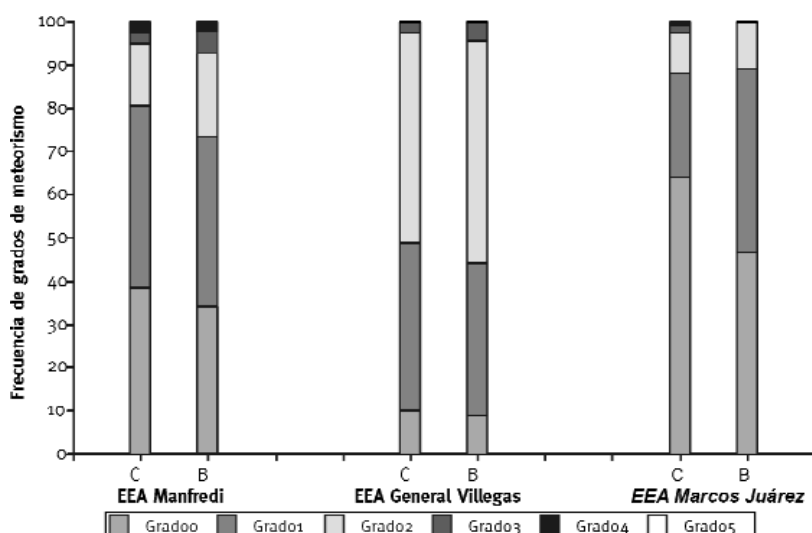
tuvieron como finalidad medir la incidencia de la variedad en la ocurrencia de empaste y su impacto productivo. A continuación se presenta un resumen de la información generada.

En el INTA, entre 2003 y 2006, se condujeron ensayos idénticos en las estaciones experimentales de Marcos Juárez (Cba.), General Villegas (Bs. As.) y Manfredi (Cba.), donde se implantaron parcelas de 0,5 a 1 ha de ProINTA Carmina y de Bárbara SP INTA como testigo, con dos repeticiones por cultivar asignadas al azar.

Durante los desafíos, los animales conformaron grupos “cerrados” que entraron y salieron de las parcelas en forma simultánea. Dos veces al día los novillos fueron individualmente calificados por su grado de meteorización, de acuerdo con la siguiente escala: **0: Normal**; **1: Ligera timpanización o llenado ruminal**: leve distensión del flanco izquierdo; **2: Timpanización moderada**: creciente distensión del flanco izquierdo, leve distensión del flanco derecho; **3: Timpanización severa**: muy distendido el flanco izquierdo, lleno y firme el flanco derecho, micción y defecación frecuentes; **4: Timpanización peligrosa**: ambos flancos muy distendidos y a nivel con la espina dorsal; animal angustiado, con intentos de patearse el vientre e incapaz de permanecer quieto; regurgitación de alimento; prolapso de recto; y movimientos violentos de la cola; y **5: Timpanización crítica**: inminente muerte si no hay tratamiento.

Los resultados obtenidos en los ensayos del INTA se resumen en la Figura 1. De los 10 desafíos realizados en la EEA Manfredi y de los 15 realizados en la EEA General Villegas, se aprecia que ProINTA Carmina presentó más casos de no

● *Figura 1: Frecuencia de grados de meteorismo (escala 0=no empaste a 5=tratamiento o muerte) registrados en ensayos de evaluación conducidos en las EEA de Manfredi, General Villegas y Marcos Juárez.*



empaste (grados 0 y 1), menores frecuencias de animales con sintomatología moderada (grados 2 y 3) y ninguna diferencia en las escasas manifestaciones severas (grados 4 y 5) que se registraron. El análisis estadístico detectó que los animales pastoreando ProINTA Carmina presentaron una menor incidencia de meteorismo que aquellos que pastorearon el cultivar testigo ($p < 0,05$). Por otro lado, el efecto tratamiento (cultivares) no interactuó con los desafíos ($p > 0,10$), lo que equivale a decir que las diferencias entre ambos cultivares fueron en general consistentes a lo largo de los desafíos.

Por su parte, el análisis binomial de la información generada en los 2 desafíos conducidos en la EEA Marcos Juárez no detectó diferencias entre los cultivares para las proporciones de animales que no manifestaron empaste (grados 0 y 1) ni para las que manifestaron clínicamente el problema (grados 2 y 3). Tampoco existió interacción cultivar*desafío ($p > 0,10$). Sin embargo, cuando se efectuó el análisis individual de cada grado de meteorismo, se detectó que ProINTA Carmina tuvo un significativamente ($p < 0,0042$) mayor número de animales con grado 0 y un menor número con grado 1; para los restantes grados no se detectaron diferencias.

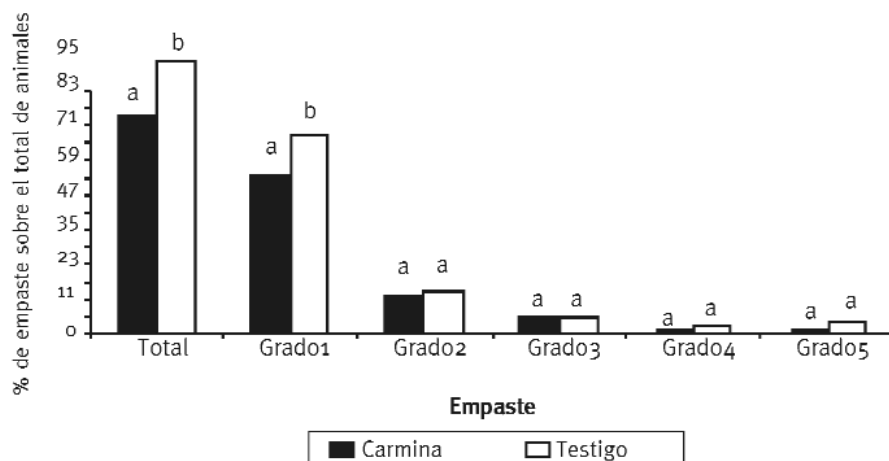
Entre 2004 y 2006 se implantaron dos ensayos de evaluación en campos de productores, que fueron diseñados y coordinados por Martín Correa Luna del INTA Venado Tuerto. La finalidad fue evaluar el comportamiento de ProINTA Carmina en condiciones de producción comercial y de acuerdo a las prácticas usuales de cada establecimiento. A continuación de resumen los datos obtenidos en cada uno de estos trabajos:



El ensayo en la cabaña "Las Lilas", ubicada en Paster, provincia de Buenos Aires, en el otoño de 2004, incluyó la siembra de un potrero de 25 ha de ProINTA Carmina y otro de 25 ha de una alfalfa testigo (cultivar comercial). La comparación de los grados de meteorismo entre los tratamientos se puede ver en la figura 2, donde se aprecia que en el cultivar testigo se presentó mayor frecuencia de animales meteorizados que en ProINTA Carmina. Entre los animales que manifestaron el problema, ProINTA Carmina exhibió 22,73% menos de incidencia ($p < 0,05$), fundamentalmente en los grados 1 y 2.

El otro ensayo se realizó en la estancia "La Angelita", ubicada en Buchardo, Córdoba, en marzo de 2006. Se implantó según un diseño que incluyó un potrero de 25 ha de ProINTA Carmina y otro potrero de 25 ha de un cultivar testigo. Las pasturas fueron una consociación de 7,5 kg ha⁻¹

● *Figura 2. Frecuencia de grados positivos de meteorismo (1= empaste leve a 5= tratamiento o muerte) en el ensayo de Cabaña "Las Lilas" durante la temporada 2004/2005. Barras con la misma letra no difieren estadísticamente (Kruskal-Wallis, $\alpha = 0,05$).*



de alfalfa con 3 kg ha⁻¹ de festuca alta y 3 kg ha⁻¹ de cebadilla criolla. También se incluyeron 30 kg ha⁻¹ de trigo (cv. Onix) como cultivo acompañante, por ser una práctica común en el establecimiento. Se utilizaron dos tropas de 100 novillos cada una (una para cada potrero) de las razas Brangus y Bradford y de un peso promedio de 280 kg animal⁻¹. Los resultados se exponen en la figura 3. Se detectó que los animales que pastorearon ProINTA Carmina, en comparación con los que pastorearon el testigo, mostraron no sólo un significativamente menor número de empastados (16% vs. 32%, respectivamente) sino también una menor incidencia de casos moderados a graves (grados 2 a 4).

Asimismo, se efectuaron ensayos de producción secundaria en unidades del INTA, entre 2003 y 2006, se llevaron a cabo ensayos para medir la producción de carne en condiciones de pastoreo directo de acuerdo a un diseño de bloques completos aleatorizados (BCA) con dos tratamientos: ProINTACarmina y una variedad testigo (Bárbara SP INTA o Monarca SP INTA).

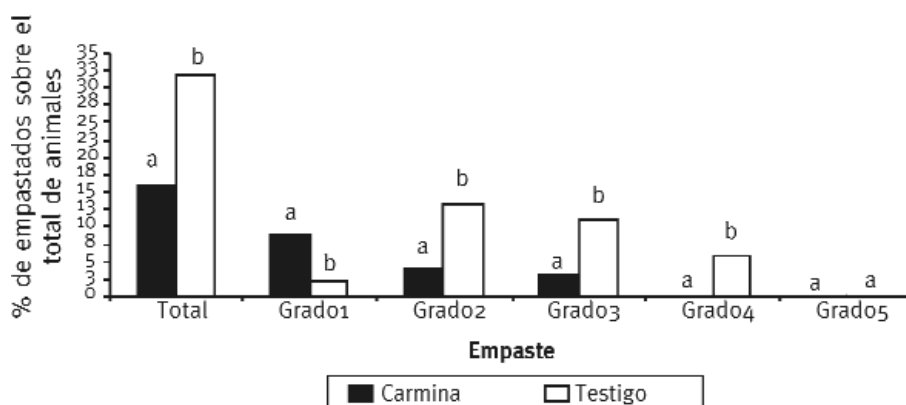
El ensayo en la EEA Marcos Juárez, se sembró en abril de 2003 y determina que, en todo el período de evaluación, no se registraron casos de empaste ni se detectaron diferencias de calidad entre los tratamientos (variedades). Tampoco se registraron diferencias en la disponibilidad de forraje, aunque ProINTA Carmina evidenció una ligeramente menor producción promedio que Bárbara SPI (2.274 kg MS ha⁻¹ y 2.558 kg MS ha⁻¹, respectivamente). No obstante, no se registraron diferencias de producción secundaria (Cuadro 1). Se concluyó que en ausencia de empaste, ProINTA Carmina no evidenció diferencias en el aumento diario de peso vivo ni en la producción de carne por hectárea respecto del testigo.

En el otoño de 2005 se realizó un ensayo en la EEA Manfredi. A lo largo del período experimental no se observaron grandes diferencias en la severidad de meteorismo hasta el 23/1/2006 en la que se registraron tres animales perdidos en el testigo Monarca SPI (todos en la misma repetición) y sólo uno en ProINTA Carmina. Esto último afectó grandemente los valores de producción secundaria entre los cultivares (Cuadro 2).

Durante el ciclo de evaluación, ProINTA Carmina tuvo una significativamente ($p=0,0029$) menor producción de forraje que Monarca SPI (promedios de 2124,5 y 2499,8 kg MS ha⁻¹ corte⁻¹, respectivamente). No obstante, al igual que en M. Juárez, esto no se reflejó en diferencias individuales de aumento diario de peso vivo ni de peso final de los animales, ya que la AF entre tratamientos no difirió en todo el período experimental (media: 3,49 ± 0,1 kg MS 100 kg PV⁻¹ día⁻¹) ni tampoco se detectaron diferencias de calidad entre los cultivares (datos no presentados). Sin embargo, el episodio grave de empaste registrado el 23/1/06 hizo que tanto la carga sostenida como la producción de carne por hectárea fueran mayores –aunque no significativas– en ProINTA Carmina. Es probable que la falta de significancia estadística en las apreciables diferencias de PC que se exhiben en el Cuadro 2 se relacione con la elevada variabilidad que provocó el hecho de que todas las pérdidas en Monarca SPI se registraran en la misma repetición. De todos modos, el impacto de ProINTA Carmina observado en este ensayo deberá ser corroborado en estudios posteriores, a fin de contar con un mayor rango de ambientes y situaciones.

En unidades del INTA también se llevaron a cabo distintos ensayos sobre **calidad forrajera**, tanto bajo condiciones de pastoreo como de corte, para

● *Figura 3: Frecuencia de grados positivos de meteorismo (escala 1= empaste leve a 5= tratamiento o muerte) en el ensayo de Estancia "La Angelita" durante el período octubre 2006/febrero 2007. Barras con la misma letra no difieren estadísticamente (Kruskal-Wallis, $\alpha = 0,05$).*



comparar la calidad forrajera de ProINTA Carmina con la de otras variedades comerciales.

En los ensayos de pastoreo conducidos en las unidades del INTA mencionadas, se tomaron muestras representativas para estío de la entrada de los animales a las franjas en cada desafío. En ningún caso se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos.

En la EEA Manfredi se condujeron **ensayos de corte** para comparar la calidad forrajera de ProINTA Carmina y Bárbara SP INTA (testigo) en tres estados fenológicos: vegetativo tardío, botón floral y 10% de floración. Los resultados obtenidos se resumen en los cuadros 3 y 4. En el

estado de botón floral, se detectó una mayor concentración de fibra y un menor contenido de proteína bruta en ProINTA Carmina respecto del testigo. Este resultado es de alguna manera esperable dado que los genotipos parentales de ProINTA Carmina fueron seleccionados en ese estado de madurez por menor velocidad inicial de desaparición ruminal, carácter que se asocia a una pared celular más gruesa como consecuencia de mayores deposiciones de fibra. A medida que se avanza en la madurez (10% de floración), las diferencias tienden a desaparecer. Esto último es consistente con lo observado por durante la evaluación del cv. Canadiense AC Grazeland Br, seleccionado también por menor desaparición inicial *in situ*.

● Cuadro 1. Pesos vivos inicial (PVI) y final (PVF), aumento diario de pesos vivo (ADPV) y producción de carne por hectárea (PC) en un ensayo de comparación entre ProINTA Carmina y Bárbara SPI conducido en INTA Marcos Juárez durante noviembre 2005/febrero 2006.

Variable	Carmina (media ± sd)	Bárbara (media±sd)	p
Peso inicial (kg)	298,6 ± 18,6	293,6 ± 29,6	0,57
Peso final (kg)	381,2 ± 27,8	380,4 ± 31,3	0,84
Ganancia diaria (g d ⁻¹)	712,0 ± 118	748,1 ± 266	0,63
PC (kg ha ⁻¹)	448 ± 43	470 ± 36	0,63

● Cuadro 2. Aumento diario de peso vivo (ADPV), peso vivo final (PVF), y producción de carne por hectárea (PC) por superficie teórica (ST) y superficie efectiva (SE) en un ensayo de comparación entre ProINTA Carmina y Monarca SP INTA conducido en INTA Manfredi durante la temporada 2005/06.

Cultivar	ADPV (kg animal ⁻¹ día ⁻¹)			PVF (kg)	PC (kg PV ha ⁻¹)	
	Primav.	Verano	Ciclo		ST	SE
Carmina	1,017	0,823	0,963	424,9	330,6	462,1
Monarca	1,048	0,815	0,959	423,6	199,5	315,4
Error estándar	0,032	0,014	0,009	2,15	94,4	149,3
Valor de p	0,688	0,808	0,255	0,809	0,562	0,676

● Cuadro 3. Valores promedio (12 cortes) de parámetros de calidad de ProINTA Carmina y de Bárbara SP INTA estimados en tres estados fenológicos en el Ensayo I conducido en la INTA Manfredi durante el período 2002/04.

E. Fenológico	Cultivar	Digest. (%)	FDN (%)	FDA (%)	PB (%)
Vegetativo	Carmina	65,20 a	28,62 a	20,74 a	26,15 a
	Bárbara	66,31 a	28,27 a	19,68 a	26,78 a
Botón	Carmina	62,00 a	32,70 a	25,60 a	23,78 a
	Bárbara	62,60 a	30,72 b	22,79 b	25,73 b
10% Flor	Carmina	60,81 a	31,62 a	24,21 a	22,73 a
	Bárbara	61,17 a	31,62 a	23,96 a	23,56 a

Dentro de cada estado de madurez, los valores seguidos de la misma letra no difieren estadísticamente (LSD, $\alpha = 0,05$).

- Cuadro 4. Valores promedio (6 cortes) de parámetros de calidad de ProINTA Carmina y Bárbara SP INTA estimados en tres estados fenológicos en el ensayo II conducido en la INTA Manfredi durante el período 2004/06.

E. Fenológico	Cultivar	Digest. (%)	FDN (%)	FDA (%)	PB (%)
Vegetativo	Carmina	73,31 a	30,17 a	24,16 a	22,57 a
	Bárbara	72,46 b	29,82 a	23,92 a	22,99 a
Botón	Carmina	69,26 a	31,51 a	24,28 a	20,68 a
	Bárbara	69,31 a	29,60 b	24,16 a	22,12 b
10% Flor	Carmina	68,82 a	31,64 a	25,11 a	20,00 a
	Bárbara	68,64 a	32,26 a	26,61 b	20,89 a

Dentro de cada estado de madurez, los valores seguidos de la misma letra no difieren estadísticamente (DGC, $\alpha = 0,05$).

CONCLUSIONES

De toda la información presentada en este trabajo puede concluirse que:

- En condiciones de sistemas de pastoreo para la producción de carne y en comparación con otras variedades comerciales, ProINTA Carmina ha sido capaz de disminuir la incidencia del meteorismo espumoso en un rango que osciló entre el 5% y el 23%.
- En ensayos de producción secundaria y en ausencia de empaste, Carmina tuvo la misma capacidad productiva (aumentos individuales y producción de carne ha^{-1}) que los testigos usados.
- En general, no se registraron diferencias de calidad forrajera entre ProINTA Carmina y los testigos utilizados en las comparaciones bajo corte o pastoreo. No obstante, en un ensayo bajo corte,

se detectaron en ProINTA Carmina mayores ($p < 0,05$) concentraciones de fibra en el estado de botón floral. Esta situación, que tendió a desaparecer en otros estados de madurez, estaría asociada al momento de selección de sus genotipos parentales. De todos modos, su digestibilidad final ni su potencial de producción de carne se han visto afectados.

- La contribución de ProINTA Carmina al control del empaste puede, bajo diversas situaciones, ser importante. De todos modos, es fundamental tener en cuenta que esta variedad no elimina el problema ni significa que el productor que la utilice deba desentenderse del problema. ProINTA Carmina debe usarse en un contexto donde no se excluyan otras medidas de prevención (vigilancia frecuente, ausencia de ayunos prolongados, pastoreo en estados muy inmaduros, y eventualmente otras tecnologías específicas de control). ■

Bibliografía

- Basigalup, D. H., C. V. Castell and C. D. Giaveno, 2004. Response to selection for lower initial rate of dry matter disappearance in the development of a bloat-tolerant non-dormant alfalfa population. *Journal of Genetics and Breeding* 57 (1): 31-38.
- Davies, P., A. Dillon y D. G. Méndez. 2001. Control del empaste en invernada. *Publicación Técnica* N° 34. EEA Gral. Villegas.
- Glophen, B. P., R. E. Howarth and G. L. Lees. 1993. Selection of alfalfa for a lower initial rate of digestion and corresponding changes in the epidermal and mesophyll cell wall thickness. *Can. J. Plant Sci.* 73: 111-122.
- Howarth R. E., B. P. Gopen, A. C. Fesser and S. A. Brandt. 1978. A possible role for leaf cell rupture in legume pasture bloat. *Crop Sci.* 18: 129-133.
- Howarth, R. E., B. P. Gopen, S. A. Brandt and K. J. Cheng. 1982. Disruption of leaf

Elección de Cultivares de Alfalfa

● Ing. Agr. M.^a del C. Spada, C. Guzmán y Ing. Agr. D. H. Basigalup, INTA Manfredi

Estos son los criterios que se deben tener en cuenta para la correcta elección del cultivar de alfalfa que se va a sembrar. La alta correlación observada entre producción y la persistencia bajo pastoreo y bajo corte confirma la validez de la información provista por las redes de evaluación a fin de conocer la potencialidad de los cultivares.

Dado que, en la actualidad, existe una gran oferta de cultivares de alfalfa, es importante conocer su adaptación a cada zona de cultivo a fin de realizar una correcta elección. Si bien la producción de forraje es probablemente la principal característica que hay que tener en cuenta, no se deben dejar de lado variables tales como el grado de reposo invernal, la persistencia y la resistencia a plagas y enfermedades. Es importante que todos estos atributos sean considerados en conjunto porque, en muchas ocasiones, la no detección de diferencias en producción potencial de forraje no es sinónimo de similitud entre variedades.

Debido a que las condiciones ambientales modifican la expresión de las características mencionadas, se recomienda basar la elección de los cultivares en la información de comportamiento generada en el área de influencia donde se sembrará el cultivo. Para tal fin, el INTA cuenta con una Red de Evaluación de Cultivares de Alfalfa que abarca los siguientes ambientes: 1) **Región Pampeana**: a) *zona semiárida*: Anguil (La Pampa), Villa Mercedes (San Luis) y Manfredi (Córdoba); b) *zona subhúmeda*: General Villegas (Buenos Aires) y Marcos Juárez (Córdoba); y c) *zona húmeda*: Rafaela (Santa Fe), Concepción del Uruguay y Paraná (Entre Ríos); 2) **Áreas de Riego**: Santiago del Estero, Hilario Ascasubi (Buenos Aires) y Catamarca; y 3) **Región Extrapampeana**: El Colorado (Formosa) y Salta.

Sólo en el período 1990-2006 la red ha evaluado 178 variedades, la mayoría de reposo invernal intermedio y sin reposo. La metodología es uniforme para todas las localidades e incluye la evaluación bajo corte en parcelas de 1 x 5 m distribuidas según un diseño de bloques completos aleatorizados con 4 repeticiones. Los cultivares se dividen por grupos de reposo invernal y los ensayos, que se conducen por 4 años, se distribuyen en series que se implantan cada 2 años.

GRADOS DE REPOSO INVERNAL

El reposo invernal es una característica genética de la alfalfa por la cual, en respuesta a la disminución del fotoperíodo y a las bajas temperaturas de otoño-invierno, las plantas reducen su crecimiento. Esos

factores ambientales desencadenan un proceso de aclimatación durante el cual se produce una acumulación de hidratos de carbono y compuestos nitrogenados en la parte superior de la raíz y en la corona, los que luego, en primavera -cuando las condiciones ambientales sean propicias- posibilitarán el reinicio del crecimiento de la planta.

El reposo invernal se clasifica en grados de reposo invernal (GRI), que se determinan sobre la base de la altura del rebrote medido a los 25-30 días del último corte de otoño, de acuerdo con una escala que contempla incrementos de 5 cm entre grados sucesivos. En los Estados Unidos se definen 11 GRI, cada uno representado por variedades testigo. En igual sentido, el legajo para la inscripción de variedades de alfalfa aprobado por el INASE también reconoce 11 grados de reposo, de acuerdo con la escala que se muestra en el Cuadro 1.

● *Cuadro 1. Grupos y grados de reposo invernal (GRI) y cultivares testigo definidos por el INASE(*) para la clasificación del crecimiento otoñoal de las variedades de alfalfa.*

Grupos de reposo	GRI	Cultivares testigo
Con Reposo	1	Norserman - Spredor 2
	2	Vernal - Alfagraze
	3	Painé INTA - Dekalb 120
	4	WL 320 - Cimarrón
Reposo Intermedio	5	P 205 - Cimarrón VR
	6	Victoria SP INTA - Meteor
	7	P 105 - Dekalb 170
Sin Reposo	8	WL 516 - Dekalb 187
	9	Cuf 101 - 5929
Extremadamente Sin Reposo	10	Hejazi
	11	Ne NAF 3

(*) INASE = Instituto Nacional de Semillas, Argentina.

Los cultivares, dependiendo de su GRI, responden de diferente manera a las temperaturas y al fotoperíodo otoño-invernal. Así, las variedades con reposo (GRI 1-4), que son más sensibles a las señales fisiológicas disparadas por las bajas temperaturas y a la menor longitud del día, detienen su crecimiento a principios del otoño como expresión de un mecanismo de protección contra el frío y las heladas. Por el contrario, los cultivares sin reposo, son menos sen-

sibles a estas condiciones ambientales, y continúan su crecimiento mientras la temperatura se mantenga $\pm 5^{\circ} \text{C}$, aun a costa de sufrir daños por las heladas. Por esto último, el uso de este tipo de cultivares se recomienda principalmente para áreas templadas, con inviernos no excesivamente rigurosos.

En general, los cultivares con reposo exhiben en el otoño tallos cortos y postrados, y presentan durante el verano tasas de elongación de rebrotes relativamente bajas. Por el contrario, los cultivares sin reposo presentan en el otoño tallos más erectos y alcanzan tasas de crecimiento más altas, durante la primavera y el verano. Las diferencias en las tasas de crecimiento entre estos grupos se deberían que los cultivares con reposo maduran más lentamente que los sin reposo. Otro aspecto que podría relacionarse con el reposo invernal es la calidad forrajera. Algunos trabajos publicados concluyeron que los cultivares sin reposo, debido a sus tallos más erectos y fibrosos, poseen menor digestibilidad y proteína y mayor cantidad de fibra que los de mayor reposo

PRODUCCION DE FORRAJE

Según algunas estimaciones, el rendimiento de materia seca (MS) de alfalfa en la Argentina se triplicó entre 1970 y 1993 como consecuencia del mejoramiento genético. Mientras que a principios de los 70 el promedio de producción de forraje en la Región Pampeana se ubicaba alrededor de 5 t MS $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$, a principios de los 90 esos valores llegaban a 16 t MS $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$.

Obviamente, además de su potencial genético, la evolución de la productividad de los cultivares de alfalfa durante la última década se ha visto fuertemente afectada por las condiciones ambientales propias de cada zona agroecológica. Esta significativa interacción genotipo-ambiente condiciona la expresión del avance logrado por el mejoramiento

genético para los cultivares de reposo intermedio y sin reposo en las distintas localidades. Un análisis de la información generada por la Red de Evaluación del INTA entre 1990 y 2003, indica que las producciones de forraje en Anguil (zona semi-árida) y General Villegas (zona subhúmeda) registraron incrementos de aproximadamente 5 t MS $\text{ha}^{-1} \text{década}^{-1}$ tanto para los cultivares sin reposo como para los de reposo intermedio. Por el contrario, para ese mismo período, en Marcos Juárez (zona subhúmeda) y Rafaela (zona húmeda) no sólo no se registraron aumentos de producción sino que, en algunos casos, hasta se observaron disminuciones. Del mismo análisis se concluye también que mientras los cultivares sin reposo fueron los de mayor producción acumulada en Anguil y Rafaela, en General Villegas lo fueron los de GRI 3-5 y en Marcos Juárez no se detectaron diferencias de rendimiento entre los grupos intermedio y sin reposo (Cuadro 2).

● *Cuadro 2. Relación entre grado de reposo invernal (GRI) y producción acumulada (4 temporadas) de materia seca (t MS ha^{-1}) de alfalfa en cuatro localidades de la Región Pampeana. Valores promedio de varios ensayos conducidos entre 1990 y 2004.*

Localidad	Producción promedio acumulada (t MS ha^{-1})		
	Grado de reposo invernal (GRI)		
	3 - 4	5 - 7	8 - 9
Anguil	21,85	26,78	28,32
Marcos Juárez	-	80,05	79,02
Rafaela	-	53,77	62,52
Gral. Villegas	55,88	48,84	40,52

Entre los cultivares de reposo intermedio, el análisis de los últimos datos de la red de evaluación para el período 2002-06 también detectó interacción genotipo-ambiente significativa ($p < 0,05$). Aun así, se aprecia que ProINTA Patricia (GRI 7) y ProINTA Luján (GRI 6) se destacaron como los más productivos en casi todas las localidades, mientras que el cultivar de mayor reposo (Key II) fue el de menor rindió en todos los ambientes (Cuadro 3).

● *Cuadro 3. Producción acumulada de materia (t MS ha^{-1}) de cultivares de alfalfa con reposo intermedio durante el período 2002-06. Red INTA de Evaluación de Cultivares de Alfalfa - Serie ALFARI 2002.*

	Conc. del Uruguay	Anguil	Paraná	V. Mercedes	Manfredi	Rafaela	General Villegas	H. Ascasubí	Marcos Juárez	Promedio
ProINTA Patricia	24,6	29,6	30,5	42,0	47,3	67,9	63,5	75,9	110,5	54,7
ProINTA Luján	24,0	32,2	30,1	41,3	45,0	49,4	64,7	77,4	107,6	52,4
WL 442	23,2	26,2	30,6	33,3	42,0	58,3	64,2	70,7	103,3	50,2
Candombe	24,1	30,2	30,2	28,0	39,3	55,2	63,0	71,4	102,8	49,4
5683	20,9	29,3	27,7	33,8	43,1	56,6	60,7	75,0	91,1	48,7
Gala	23,4	27,6	28,5	28,9	38,8	54,7	55,0	63,4	96,5	46,3
Victoria SP INTA	22,0	25,1	25,3	35,2	42,0	45,6	56,0	70,9	87,7	45,5
Tango	24,3	28,7	28,0	26,9	34,3	48,6	56,0	65,7	88,1	44,5
S 711	23,1	27,2	24,7	26,8	33,2	41,9	47,2	61,7	78,1	40,4
Key II	20,0	22,3	23,2	19,5	30,6	33,0	48,0	59,6	63,0	35,5
Promedio	23,0	27,8	27,9	31,6	39,6	51,1	57,8	69,2	92,2	46,8

Por el contrario, el análisis de los datos provenientes de los cultivares sin reposo para el mismo período (2002-06) no detectó interacción genotipo-ambiente ($p>0,05$). En esta serie de ensayos, DK 194 y Bacana fueron en promedio los más productivos y ProINTA Carmina, cultivar seleccionado por menor potencial timpanizante, el de menor rendimiento de forraje (Cuadro 4). No obstante, la menor producción de ProINTA Carmina no fue significativa ($p>0,05$) en algunas localidades y en la mayoría de los ambientes no se diferenció de Monarca SP INTA.

Otra conclusión interesante, que se obtuvo de todos los ensayos de la red, es que a medida que se fueron sucediendo los ciclos de crecimiento se registró una disminución de la producción de forraje asociada a una pérdida de la densidad de plantas (número de plantas m^{-2}).

DISTRIBUCIÓN ESTACIONAL DE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE

Como respuesta a la disminución de la temperatura y del fotoperíodo, la estación de crecimiento de los cultivares con reposo está acotada a un período menos extenso que el de los sin reposo. En ese contexto, se comparó la distribución de la producción de forraje de algunos cultivares de reposo intermedio con otros sin reposo en tres localidades agroecológicamente diferentes: Anguil (zona semi-árida), Marcos Juárez (zona subhúmeda) y Rafaela (zona húmeda). Los resultados se presentan en la Figura 1, donde puede apreciarse que tanto en Marcos Juárez como en Rafaela la producción de los cultivares de ambos grupos de reposo se extendió hasta el invierno, mientras que en Anguil el ciclo de crecimiento se detuvo en el otoño.

En Anguil, la distribución de la producción entre las estaciones fue similar entre ambos grupos de reposo invernal. Por el contrario, en Marcos Juárez

y en Rafaela, los cultivares sin reposo acumularon comparativamente más forraje en primavera que en verano, en tanto que los de reposo intermedio tuvieron una producción estival comparativamente más importante que la primaveral. En otro ensayo similar, conducido en Manfredi, se observó que la producción acumulada de forraje de los cultivares de reposo intermedio a sin reposo registraba un pico en primavera, y que luego iba declinando paulatinamente hacia el otoño (Figura 2). Por el contrario, el cv Tobiano (GRI 4) alcanzó la máxima producción en verano.

Tanto la producción acumulada de forraje como su distribución a lo largo de la temporada son una respuesta a las tasas de crecimiento que se van registrando a lo largo del ciclo, las que dependen no sólo del potencial genético de cada cultivar sino también de las condiciones ambientales. Como norma general, las máximas tasas se alcanzan entre mediados de primavera y principios de verano, para luego comenzar a disminuir desde fines de verano como respuesta a la disminución en la longitud del día. De cualquier modo, y como respuesta a las condiciones ambientales, la magnitud de las tasas de crecimiento difiere entre zonas ecológicas. En Anguil, ambos grupos de cultivares, exhibieron similares tasas de crecimiento a lo largo del año, con valores máximos de $70 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$. Por el contrario, en Marcos Juárez y Rafaela, las tasas de crecimiento variaron entre años y estaciones: mientras que en la primera localidad los valores máximos se alcanzaron para los cultivares de reposo intermedio durante el tercer ciclo y fueron del orden de $150 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$, en Rafaela el mayor crecimiento se alcanzó en los cultivares sin reposo y llegó a $140 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$ durante la segunda temporada.

En otro ensayo conducido en Manfredi (Figura 3), los cultivares Monarca SP INTA (GRI 8) y Rosillo (GRI 10) alcanzaron valores similares entre sí e

● Cuadro 4. Producción acumulada de materia (t MS ha^{-1}) de cultivares de alfalfa sin reposo invernal durante el período 2002-06. Red INTA de Evaluación de Cultivares de Alfalfa - Serie ALFASR 2002.

	Paraná	Conc. Uruguay	Anguil	Manfredi	Villa Mercedes	El Colorado	Gral. Villegas	Rafaela	H. Ascasubi	Sgo. del Estero	Catamarca	M. Juárez	Promedio
DK 194	26,2	26,1	29,5	30,9	35,9	37,7	63,6	66,9	75,8	99,2	104,9	113,0	59,1
Bacana	27,4	27,4	27,1	32,1	32,7	36,3	64,7	68,5	76,6	100,7	97,8	112,2	58,6
5939	25,6	26,4	26,7	32,3	29,2	39,1	52,4	64,1	71,5	88,9	99,6	106,2	55,2
Monarca SP INTA	26,0	28,5	29,8	29,8	33,2	37,7	51,8	62,6	70,2	78,0	88,2	103,0	53,2
Trinidad87	23,3	25,9	29,9	29,5	26,2	34,7	50,5	63,5	71,7	82,8	88,8	104,8	52,6
Eterna	22,5	23,1	30,8	28,9	30,7	35,2	53,6	60,4	66,6	82,6	87,2	102,9	52,0
ProINTA Carmina	23,6	22,9	26,4	28,2	26,3	--	48,4	55,4	66,2	--	--	104,0	44,6
Promedio	24,9	25,8	28,6	30,2	30,6	36,8	55,0	63,1	71,2	88,7	94,4	106,6	

iniciaron su crecimiento antes que Victoria SP INTA (GRI 6); a su vez, esos tres cultivares iniciaron su crecimiento antes que Tobiano (GR 4). A partir de fines de verano se registró una declinación en la tasa de crecimiento hacia el otoño, donde todos los cultivares -independientemente del grado de reposo- crecieron a una tasa de 15 kg MS ha⁻¹ día⁻¹.

De los resultados expuestos podría inferirse que el crecimiento de los grupos de reposo no sólo está afectado por el fotoperíodo y las temperaturas, sino también por las condiciones de humedad disponibles en las distintas áreas de cultivo. Es importante señalar, como concepto general, que las diferencias en las tasas de crecimiento entre cultivares de distinto grado de reposo a lo largo de la temporada, no siempre se traducen en diferencias de producción acumulada de forraje.

PERSISTENCIA

Entre los factores que determinan la persistencia de la alfalfa, la resistencia múltiple a plagas y enfermedades suele consignarse como el más importante. Sin embargo, la experiencia de varios años indica que la persistencia del cultivo es un fenómeno complejo, donde el comportamiento sanitario constituye sólo uno de los factores que la determinan. La supervivencia de las plantas incluye varios procesos fisiológicos interdependientes -y no totalmente esclarecidos- que condicionan la adaptación al ambiente y el comportamiento agronómico a lo largo del tiempo. Como se señaló, el rendimiento de forraje está directamente relacionado con la densidad de plantas del cultivo. Sobre la base de la información producida por la Red de Evaluación de INTA, se determinó que -para una amplia gama de localidades y cultivares de distinto GRI- existe una correlación lineal y positiva ($r = 0,35$; $p < 0,0004$) entre la producción de forraje acumulada y la persistencia a lo largo de cuatro temporadas de evaluación. No obstante, esta asociación puede no veri-

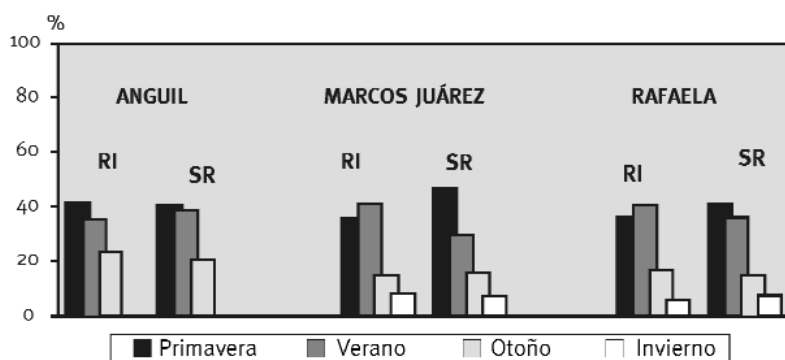
ficarse en muchos casos particulares, lo que podría deberse -al menos parcialmente- a que el cultivo puede compensar la pérdida de plantas con un aumento del número de tallos en las plantas remanentes. Así, el número de tallos por metro cuadrado (tallos m⁻²) sería un mejor indicador de la potencialidad del cultivo que el número de plantas por metro cuadrado (pl m⁻²).

Otro concepto muy difundido en años anteriores indicaba que, en líneas generales, los cultivares de mayor reposo eran más longevos que los de menor reposo. Si bien eso pudo ser así con las variedades que se utilizaban hace dos o tres décadas, el análisis de los últimos diez años de ensayos de la red del INTA permite concluir que actualmente esta tendencia es más bien una excepción que una norma de aplicación general. Evidentemente, el mayor esfuerzo que los programas de mejoramiento genético han puesto para desarrollar cultivares sin reposo con mejor adaptación y sanidad ha contribuido decisivamente en este aspecto. Al igual que para la producción de forraje, en el caso de la persistencia también se observa una importante interacción variedad-localidad.

RESISTENCIA A PLAGAS Y ENFERMEDADES

Además del efecto que las plagas y las enfermedades ejercen *per se* sobre la productividad y la persistencia de la alfalfa, se debe tener en cuenta su acción en detrimento de la calidad del forraje y en la predisposición para intensificar el daño de otros agentes de estrés, tanto bióticos como abióticos. Para la elección de los cultivares de alfalfa se deben conocer las plagas y las enfermedades que mayor importancia tienen en el área adonde se va a sembrar, especialmente de aquellas que pueden disminuir económicamente la producción o la persistencia. Entre los principales problemas de la Región Pampeana para los que se cuenta con variedades resistentes, se pueden citar: podredumbre húmeda o fitóftora (*Phytophthora megasperma*

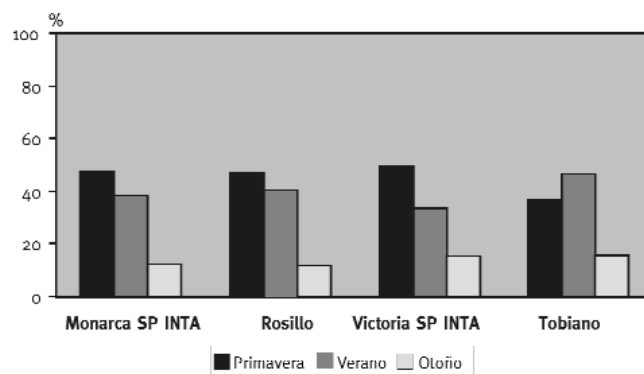
● *Figura 1. Distribución estacional de la producción de forraje de los mismos grupos de cultivares de reposo invernal intermedio y sin reposo evaluados en tres localidades de la Región Pampeana: Anguil (semiárida), Marcos Juárez (subhúmeda) y Rafaela (húmeda). Valores promedio del período 1998-2002.*



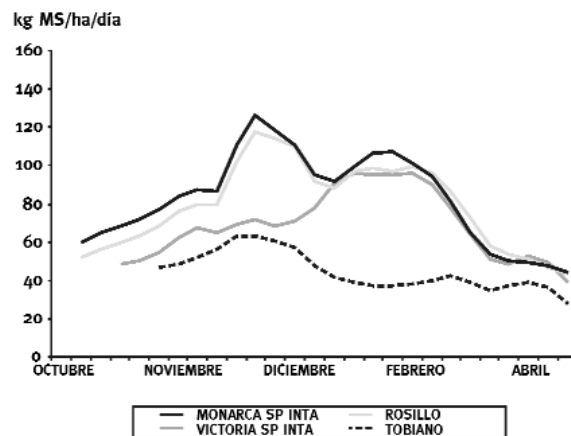
f. sp. *medicaginis*), fusariosis (*Fusarium oxysporum* f. sp. *medicaginis*), antracnosis (*Colletotrichum trifolii*) y pulgones moteado (*Therioaphis trifolii*), verde (*Acyrtosiphum pisum*) y azul (*A. kondoi*). Existen otras importantes enfermedades [como la corchosis (*Xylaria spp.*), el complejo de podredumbres de corona y raíz (*Rhizoctonia spp.*, *Fusarium spp.* *Phoma spp.*, etc.) y las enfermedades foliares] y plagas (como orugas cortadoras y defoliadoras, tucuras, trips, gorgojos, etc.) para las cuales todavía no se cuenta con adecuados niveles de resistencia en los cultivares comerciales.

RECONOCIMIENTO: Los datos de evaluación utilizados en este artículo se obtuvieron de la Red de Evaluación de Cultivares de Alfalfa del INTA y provienen de los ensayos conducidos por Néstor Romero (Anguil), Luis Romero (Rafaela), Miguel Amigone (Marcos Juárez), Omar Peralta (General Villegas), Juan M. García (Hilario Ascasubi), Elena Di Nucci de Bedendo (Paraná), Mario Costa (Concepción del Uruguay), Mónica Cornacchione (Santiago del Estero), Dante Pueyo (El Colorado), Mario Funes (Villa Mercedes) y Jorge Amorena (Catamarca). ■

● **Figura 2.** Distribución estacional de la producción de forraje de cuatro cultivares de alfalfa con distinto grado de reposo invernal: Tobiano (GRI 4), Victoria SP INTA (GRI 6), Monarca SP INTA (GRI 8) y Rosillo (GRI 10) en la EEA Manfredi durante el período 2000-2003.



● **Figura 3.** Tasas de crecimiento (kg MS ha⁻¹ día⁻¹) registradas en Manfredi durante el período 2000/02 en cuatro cultivares de alfalfa con distinto grado de reposo invernal: Tobiano (GRI 4), Victoria SP INTA (GRI 6), Monarca SP INTA (GRI 8) y Rosillo (GRI 10).



Bibliografía

Hijano, E. H., 1993. Variedades mejoradas: ¿Superan a las alfalfa comunes? In: Anguil a Toda Alfalfa, 3. ra Jornada de Actualización para Productores Agropecuarios. EEA Anguil INTA, Anguil, La Pampa, Argentina, pp. 1-3.
 Spada, M.ra del C. (ed.), 2000. Avances en Alfalfa. Ensayos Territoriales. EEA Manfredi-INTA, Año 10, N° 10, 64 p.
 Spada, M.ra del C. (ed.), 2002. Avances en Alfalfa. Ensayos territoriales, EEA Manfredi-INTA, Año 12, N° 12, 59 p.
 Spada, M.ra del C., 2003. ¿Cómo se acumula la producción de forraje de alfalfa? Jornada Técnica Todo Alfalfa. EEA Manfredi – INTA (Área Producción Animal), 18 p.
 Spada, M.ra del C. (ed.), 2004. Avances en Alfalfa. Ensayos territoriales, EEA Manfredi-INTA, Año 14, N° 14, 47 p.
 Spada, M. ra del C. (ed.), 2006. Avances en Alfalfa. Ensayos territoriales, EEA Manfredi-INTA, Año 16, N° 16, 70 p.

Buenas Prácticas en la Atención del Parto y la Crianza de Terneras

El incremento de la rentabilidad productiva de las terneras se logra con productores innovadores, profesionales calificados y de personal de campo capacitado y entrenado para la ejecución de tareas planificadas. Así, la puesta en marcha de buenas prácticas redundará en el éxito de los objetivos propuestos.

● **M. V. Guillermo Berra**
Instituto de
Patobiología INTA
Castelar

- La planificación de actividades a desarrollar durante la crianza y recría de las terneras, imponen la toma de decisiones que se encuadren en un equilibrio determinado por factores biológicos, económicos y productivos.

Esto se logra a través de la conformación de un equipo de trabajo, formado por el productor y el o los profesionales que lo asisten, para que juntos realicen el diagnóstico de situación, analicen los puntos críticos del sistema, fijen los objetivos a alcanzar, se establezcan las etapas y plazos y se tomen decisiones.

Se debe hacer un seguimiento y monitoreo para detectar desvíos cuantificarlos e implementar sus correcciones para finalmente evaluar si los resultados obtenidos fueron los que se había previsto en un marco de rentabilidad y eficiencia productiva.

La búsqueda del incremento de rentabilidad mejorando la performance productiva de las terneras de reposición, requiere de productores innovadores, profesionales calificados y de personal de campo capacitado y entrenado para la ejecución de las tareas.

La eficiencia del personal determina el éxito o fracaso en la crianza de la vaquillona de reposición, sin embargo los resultados no siempre representan lo que había sido previamente planificado, por lo que debe tenerse presente que la transferencia de responsabilidades para la ejecución de los trabajos con los terneros requiere:

1. Conocimiento técnico de quien imparte la directiva sobre el procedimiento propuesto para realizar.
2. Sentido de oportunidad para que la indicación pueda ejecutarse en términos prácticos.
3. Que el mensaje transferido haya sido recibido correctamente.
4. Que quien tenga que ejecutar la tarea esté en condiciones de interpretar la importancia que tiene la realización de la actividad solicitada.

Es por ello que aún cuando muchas veces se sabe lo que hay que hacer, las tareas no se ejecutan con la precisión y el detalle que requieren, por eso se necesita que el personal no sólo esté en conocimiento, sino que haya tenido capacitación y entrenamiento para ejecutarlas correctamente.

La puesta en marcha de buenas prácticas en la atención del parto, la crianza y recría de terneras requieren de un conjunto de normas de procedimientos que deben estar escritas a efectos de minimizar los errores de comunicación, entre el productor y su personal. Por lo que se recomienda previamente:

5. Reunirse con el personal y preparar juntos el protocolo de trabajo.
6. Realizar una lista de actividades y en una secuencia fácil de entender y realizar.
7. La redacción de normas de procedimiento deben ser de fácil lectura y en un lenguaje simple.
8. El personal no sólo debe estar en conocimiento de lo que debe hacer, sino involucrado y en condiciones de ejecutar prácticamente las indicaciones.
9. Las normas de procedimiento deben controlarse para que se cumplan en el tiempo y de manera correcta constituyéndose en un mecanismo en el que cada uno entiende y cumple con sus deberes y responsabilidades.

Se describe a continuación los objetivos, un resumen las actividades a implantar y su fundamento durante la atención del parto y crianza de terneras en el tambo

ETAPA PARTO Y PERIPARTO

Objetivos

- Mortalidad: menor al 4%
- Terneros inmunodeficientes: inferior al 15%

Actividades	Fundamento
10. Recorrida al potrero de parición 3 a 4 veces por día.	Identificación del inicio del parto en las vaquillonas.
11. Registro de signos inminentes de parto control de vulva, glándula mamaria, contracciones, rotura bolsa de las aguas.	Seguimiento sistemático de la evolución del parto.
12. Tiempo de espera en la asistencia a la vaquillona.	Variable, 1 hora a partir de la rotura de la bolsa y según progreso del ternero en el canal del parto.
13. Maniobras de ayuda en el parto.	Facilitar el nacimiento del ternero.
14. Consulta y llamado al Veterinario.	En partos de dificultad grado 5, en el que las maniobras de ayuda por parte del personal son insuficientes
15. Atención del ternero, aspiración y secado.	En partos asistidos, metodología para disminuir la mortalidad neonatal.
16. Evaluación de signos de viabilidad. Reflejo de succión, incorporación, búsqueda de la ubre.	Indicador del estado de salud del ternero
17. Consumo de calostro, repaso con calostro complementario.	Asegurar la protección inmunitaria de la ternera.
18. Control de la calidad del calostro.	Asegurar los niveles de inmunoglobulinas del calostro.
19. Higiene del ombligo.	Protección contra infecciones pos parto.
20. Tratamiento de la hipoxia e hipotermia.	Mejorar la sobrevivencia de los terneros.
21. Evaluación de la conducta materna.	Asegurar la provisión de inmunoglobulinas el primer día vida, y la correcta nutrición en los días siguientes, por parte de la madre.
22. Revisión de vacas recién paridas (retención de placenta, metritis)	Asegurarse la evolución positiva de las vaquillonas que ingresan al tambo.
23. Registro: fecha de nacimiento, n.º de la madre, peso al nacimiento, grado de viabilidad de 1 a 5.	Disponer de indicadores verificables sobre el estado del ternero.

ETAPA CRIANZA: (día 3-5 a 60 días)

Objetivos

- Mortalidad: 3%.
- Ganancia de peso promedio: 450 gr/día.
- Desleche tradicional: 45 a 55 días.
- Desleche hiperprecoz: 22 días.

Actividades	Fundamento
Nutrición	
24. Enseñanza a tomar en balde.	Adaptación rápida a cambio de sistema de alimentación
25. Elección del alimento lácteo, leche sustituto, lacto suero corregido. Costos vs. Calidad.	Análisis y evaluación para administrar el mejor producto al menor costo.
26. 400 gr en 4 litros de agua en dos tomas de 2 litros cada una.	Cumplir con los requerimientos nutricionales (10% del peso corporal)
25. Temperatura de administración: 38° C.	Favorecer la digestibilidad del alimento.
26. Elección del alimento sólido. Costos vs. Calidad. Alimento balanceado de 18 % PB, ad libitum .	Análisis y evaluación para administrar el mejor producto al menor costo.
27. Disponibilidad de agua a discreción.	Mejorar el consumo de alimento balanceado.
Control del consumo de leche y alimento balanceado	Asegurar la evolución de la ganancia de peso de las terneras
28. Análisis del alimento balanceado, composición, micotoxinas, etc.	Asegurarse la calidad de los alimentos administrados
29. Suplementación con vitaminas y minerales, en los primeros días de vida.	Cumplir con los requerimientos nutricionales.
30. Desleche, con un consumo de 1000 gr/día.	Lograr un desarrollo del rúmen, que le permita prescindir de la dieta láctea.
31. Desleche con Sistema de desleche hiperprecoz alimento balanceado de alta calidad nutricional	Lograr un desarrollo del rúmen que le permita prescindir de la dieta láctea en edad temprana (22 días)
32. Almacenamiento adecuado de los alimentos.	Evitar el acceso por parte de los roedores a los alimentos. Evitar fermentaciones indeseables o la proliferación de micotoxinas, por un almacenamiento en malas condiciones
Sanidad	
33. Historia sanitaria de la crianza.	Elaboración del plan sanitario.
34. Evaluación clínica del ternero a la entrada a la crianza.	Correcto manejo del ternero recién ingresado.
35. Control de inmunidad, Test de Glutaraldehído.	Identificación del animal mal calostrado. Control del personal que atiende a los recién nacidos.
36. Higiene y desinfección de utensilios, utilizados en la crianza	Disminuir la transmisión de enfermedades infectocontagiosas.
37. Implementación del programa sanitario previsto por el veterinario local	Prevenir la aparición de enfermedades con antecedentes en el establecimiento y en la zona.
38. Control de parásitos externos	Mantenerlos libre de parásitos externos.
39. Identificación de coccidiosis y cryptosporidiosis	Diagnóstico, prevención y control de coccidiosis y cryptosporidiosis.

40. Implementación de Jaula de enfermería para teneros enfermos	Asegurar la recuperación de terneros enfermos.
41. Evitar la cohabitación con otras especies.	Evitar la transmisión de enfermedades.
42. Rotación del lugar de la crianza dos veces al año.	Evitar la transmisión de enfermedades de una crianza a la otra.
43. Destinar un área para guardar los medicamentos veterinarios.	Correcta preservación de los medicamentos utilizados
44. Activación de protocolo de emergencia sanitaria ante situaciones de elevada mortalidad*	Disponer de un programa para actuar ante situaciones de alto riesgo sanitario.
45. Remisión de muestras de animales, a laboratorio de diagnóstico.	Identificación y diagnóstico de los agentes infecciosos.
Manejo:	
46. Elección del sistema de crianza.	Implementar un sistema seguro y económico para criar los terneros, de acuerdo a las características del establecimiento.
47. Rotación de estacas y jaulas, en sistemas individuales	Disminuir la cohabitación durante períodos prolongados con la materia fecal.
48. Descorne al mes de vida.	Disminuir el trauma para el animal.
49. Identificación: Caravana, chip cartílago-articular, bolo intra ruminal, tatuaje, foto.	Disponer de un sistema adecuado a las posibilidades de cada establecimiento.
50. Productor: recorrer la guachera 1 vez por semana	Verificar la rutina de trabajo y la evolución de la crianza.
51. Control del medio ambiente crítico, uso de reparos, capas, sombra para el verano, etc.	Proteger al ternero contra las inclemencias climáticas.
52. Registros: fecha de ingreso y salida de la crianza, pesada a la salida de la crianza, registro de muertos, enfermos y tratamientos realizados.	Disponer de información para la evaluación de la crianza.

Capacitación de Personal

53. Capacitación del personal en rutina de alimentación, reconocimiento y tratamiento de las diarreas, administración de medicamentos, extracción de sangre, rehidratación oral y endovenosa.	Entrenamiento del personal a cargo del Profesional actuante, para que sea eficiente el manejo de la crianza.
Estimación de Costos	
54. Alimentación, Personal, Sanidad y otros.	Análisis y evaluación de los gastos generados en la crianza, junto a los resultados productivos.

Bibliografía

Manual de Crianza de Terneros, Berra, G.; Oscar, G.; Mate, A.; Fernández, M.; Finster, L., 1997. 52 pág.
Manual de Rehidratación de Terneros, Berra, G.; Oscar, G.; Mate, A.; Fernández, M.; Finster, L., 1999. 25 pág.

Manejo Nutricional y Ambiental para el Verano

El manejo integrado de la nutrición y el ambiente permite mejorar los índices productivos del ganado lechero durante el verano. El INTA, que está a la vanguardia, en este aspecto, muestra, en este artículo, información muy útil para los tamberos.

- Ing. Agr. Miriam Gallardo, INTA Rafaela
- Ing. Agr. Silvia Valtorta, CONICET

- A lo largo del año, existen variaciones en los elementos del ambiente que determinan que los animales se encuentren dentro o fuera de sus límites de confort. En la figura 1 se presenta un esquema de las zonas térmicas en relación con el confort de vacas Holstein.

Es de hacer notar que toda vez que el ambiente está fuera del rango de confort, el animal debe poner en juego mecanismos fisiológicos y de comportamiento para contrarrestar los efectos adversos. Estos mecanismos de termorregulación representan gastos extra de energía que se reflejarán en mermas de la producción de leche y de sólidos (grasa y proteínas) como así en la disminución de la eficiencia reproductiva.

A continuación, y sobre la base de estas consideraciones, se analizan diferentes aspectos de manejo, inherentes a la relación entre el animal y su ambiente bajo condiciones de pastoreo durante el verano.

Confort ambiental y manejo nutricional en verano

Existen sobradas evidencias a nivel mundial de que el estrés por calor afecta el desempeño productivo y reproductivo del ganado lechero. En condiciones de pastoreo también se han detectado problemas derivados del estrés térmico.

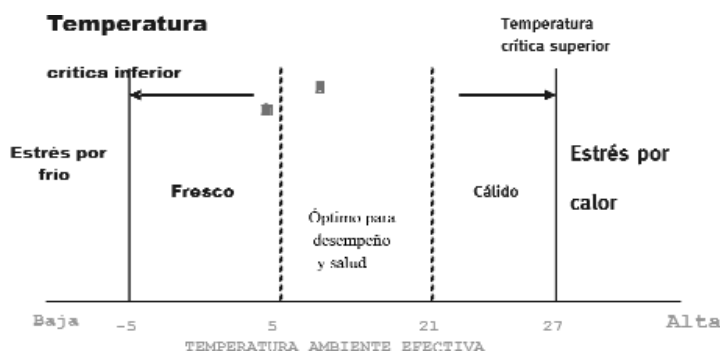
Cuanto mayor es el nivel de producción, más sensible es el animal al estrés térmico y, por tanto,

más marcada será la disminución de su rendimiento. En vacas Holstein, los rindes de leche pueden disminuir significativamente en respuesta al estrés por calor. Resulta interesante indicar que otras razas presentan diferentes límites de la zona de confort de la Figura 1. Las razas Jersey, Guersney, Pardo suiza y sus cruzas son más resistentes que las Holstein. Este aspecto puede resultar de interés para producir leche en zonas cálidas.

Las principales causas de la merma productiva durante el verano serían una marcada disminución del consumo voluntario de materia seca junto a un significativo aumento de los requerimientos energéticos de mantenimiento, debido a los mecanismos de termorregulación.

La disminución del consumo voluntario se debe a que el alimento representa una fuente adicional de calor (Figura 2). Los forrajes, en especial los de baja calidad, a diferencia de los concentrados, contribuyen en mayor medida a generar un mayor calor metabólico. Algunas pasturas y forrajes conservados de baja calidad poseen una menor densidad energética y son fuente de fibras de lenta tasa de pasaje y digestión. La utilización de forrajes de alta calidad y la suplementación con concentrados para incrementar la densidad energética y balancear las raciones (Foto 1), mejora el desempeño animal. Las dietas así formuladas se pueden definir como "dietas frías" (Tabla 1),

- *Figura 1. Representación esquemática de las zonas térmicas en relación con el confort ambiental de vacas Holstein.*



haciendo referencia a la disminución del incremento calórico originado durante la fermentación y el metabolismo (Figura 2).

En las condiciones de pastoreo, se han obtenido mejoras significativas en la producción y composición de leche en el verano, con la incorporación de ionóforos; grasas hidrogenadas, concentrados a base de granos y subproductos ricos en energía. Sin lugar a dudas, en un animal bajo estrés calórico el nutriente más importante es el agua. Durante el verano, una vaca lechera de alta producción puede ingerir hasta 120 litros por día. Sin embargo, la calidad del agua de bebida es con frecuencia una de las causas que limitan su ingestión. Hay numerosos reportes que indican que la concentración de sales aumenta durante períodos de altas temperaturas.

En relación con la nutrición mineral, bajo condiciones de estrés por calor aumentan las necesidades de Na y K, debido a los desbalances electrolíticos que se producen; por tanto, se recomienda

controlar el suministro de estos elementos en las raciones.

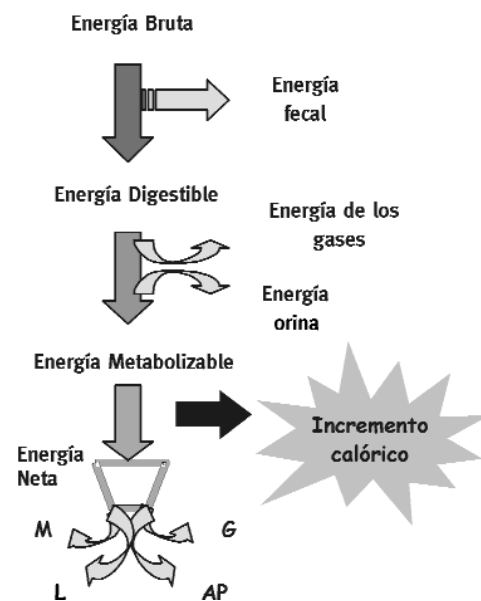
Sistemas para mejorar el confort animal

Los diferentes sistemas de modificación del ambiente se clasifican según el impacto que pueden producir sobre los animales en protectivos y productivos. Los primeros son fundamentalmente las sombras, que permiten disminuir la ganancia de calor por intercepción de la radiación. Entre los segundos hay una gama que cubre desde la ventilación forzada y la aspersión de agua, cada una por separado, hasta combinaciones de ambos sistemas, incluyendo el enfriamiento evaporativo.

Utilización de sombra

La sombra de árboles es una de las más efectivas y no existen dudas acerca de las ventajas de una buena forestación. Sin embargo, en condiciones de pastoreo el uso de sombreaderos naturales

● *Figura 2. Partición de la energía del alimento.*



● *Tabla 1. Características de las dietas frías, en comparación con las dietas calientes.*

Característica	Dieta fría	Dieta caliente
Digestibilidad	Alta	Baja
Fibra	Baja	Alta
Digestión	Normal	Lenta
Tasa de pasaje	Normal	Baja
Llenado ruminal	Bajo	Alto
Degradabilidad proteína	Baja	Alta
Balance Anión / Catión	Negativo	Positivo

● *Foto 1. Suplementación con concentrados para balancear la dieta durante el verano.*



● *Foto 2. Animales bajo una sombra natural.*



● *Foto 3. Animales bajo una estructura de sombra móvil.*



(Foto 2) no siempre resulta apropiado, razón por la cual se ha generalizado la utilización de sombras artificiales, que pueden ser fijas o móviles (Foto 3). En el tabla 2 se presentan las características comparativas de ambos sistemas.

Las sombras artificiales fijas más difundidas en todo el mundo son las que utilizan red 80%. En condiciones de pastoreo han demostrado ser eficientes para mejorar el confort y la producción de leche.

La superficie por animal no debe ser inferior a los 3 m² y, en zonas de mayor estrés, pueden adjudicarse hasta 5 m². En general, es recomendable la orientación norte-sur (Figura 3), para permitir el secado del piso. Con esta finalidad se debe proveer un declive desde el centro del eje longitudinal hacia los lados de no menos de 2,5° y deberían utilizarse materiales que permitan consolidar los pisos, sin dañar las pezuñas.

El manejo para el verano debería contemplar el

encierre estratégico en un potrero con sombra entre los ordeños, de manera de disminuir la carga calórica recibida y reducir las caminatas. La adecuación de los horarios de ordeño dentro de este esquema permitía aprovechar tanto los picos de pastoreo como el pastoreo nocturno.

En un ensayo realizado en la cuenca lechera central de la Argentina, la provisión estratégica de sombra en pastoreo tuvo un impacto similar a la suplementación con grano de maíz y la combinación de ambas prácticas incrementó significativamente la producción de las vacas (tabla 3). Además, los patrones de pastoreo se adecuaron al encierro. El tiempo de pastoreo se recuperó durante los picos, especialmente el matutino (Figura 4).

La utilización de sombras no es suficiente para mejorar el confort y la producción de vacas de alto potencial durante verano.

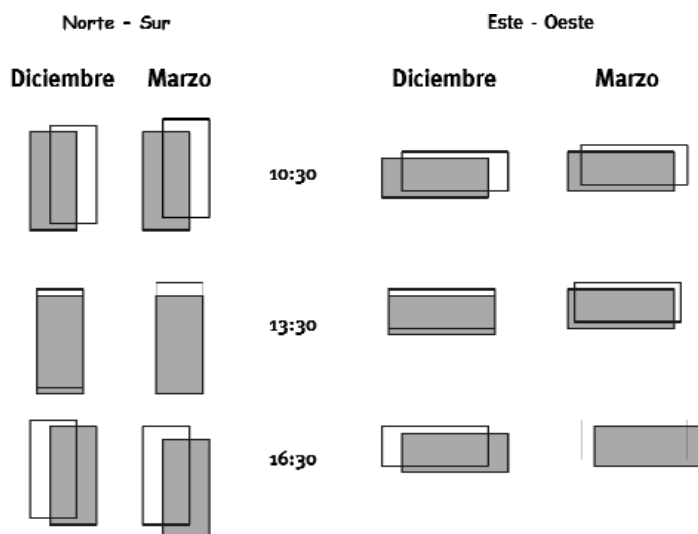
La combinación de aspersores y ventiladores (Foto 4) es un sistema apropiado tanto para con-

● *Tabla 2. Algunas características comparativas entre la sombra natural y la artificial.*

Característica	Sombra natural	Sombra artificial*
Uniformidad de la sombra	Variable	Alta
Tipo de piso	Suelo natural	Consolidado
Resistencia al encharcamiento	Variable según tipo de suelo	Buena
Manejo de la disponibilidad por animal	Complejo	Sencillo
Disponibilidad desde su planificación	Lejana	Inmediata

* Con siderando una estructura construida teniendo en cuenta las recomendaciones pertinentes al correcto diseño

● *Figura 3. Representación esquemática de sombras con diferentes orientaciones en dos momentos del año, para el hemisferio sur, indicando la proyección de la sombra en diferentes horarios (área gris).*



● Foto 4. Detalle de ventilador y línea de aspersores en un sistema combinado de refrigeración en el corral de espera.



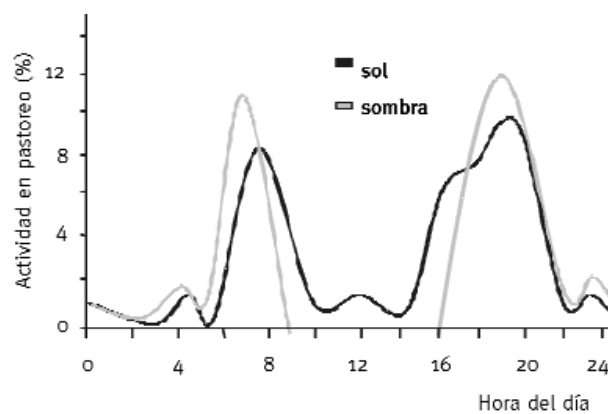
● Tabla 4. Producción y composición de la leche de vacas control y refrescadas por medio de un sistema de aspersión y ventilación, previo a los ordeños.

Producción	Control	Refrescadas	Diferencia (%)
Leche, kg/v/d	22.14	23.18	4,69
Grasa, %	3.44	3.75	9,01
Grasa, kg/d	0.755	0.870	15,23
Proteínas, %	3.22	3.35	4,03
Proteínas, kg/d	0.713	0.784	9,96

● Figura 5. Estrategia diaria de combinación de manejo nutricional y ambiental durante el verano para sistemas pastoriles de producción de leche.



● Figura 4. Distribución del tiempo de pastoreo en vacas lecheras con y sin acceso a sombra entre las 09:00 y las 16:00 horas.



finamiento como para pastoreo. En este último, se puede implementar el refrescado en el corral de espera a la sala de ordeño. Sin embargo, con vacas de alta producción sería conveniente reforzar el sistema, utilizando el refrescado en sitios especiales de alimentación suplementaria

En la Argentina se ha evaluado la efectividad de los refrescados previos a los ordeños. El sistema de refrigeración mejoró el confort de las vacas, medido en términos de la disminución significativa de la temperatura rectal y del ritmo respiratorio. Las vacas refrigeradas produjeron más leche

con mayor contenido y rendimiento de grasa y proteína (Tabla 4).

Considerando todos estos aspectos, sería conveniente para sistemas pastoriles combinar apropiadamente los manejos nutricional y ambiental en un sistema como el que se ilustra en la Figura 5.

Con esta propuesta de manejo, acompañada por una adecuación de los horarios de ordeño, se podrían lograr importantes respuestas productivas y económicas. ■

Bibliografía

- Beede D K, Collier RJ. Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. *J. Anim. Sci.*, 1986, 62:543-554.
- Bianca W. Reviews of the progress of dairy science. Section A. Physiology. Cattle in a hot environment. *J. Dairy Res.*, 1965, 32:291-345.
- Gallardo MR, Valtorta SE, Maiztegui JA. Corn by-products to feed grazing dairy cows in summer. En: RR Stowell, R. Bucklin y RW Bottcher (Eds.) *Livestock Environment VI*, ASAE, St. Joseph MI, USA, 2001, pp: 419-425.
- Hahn GL. Housing and management to reduce climatic impacts on livestock. *J. Ani. Sci.*, 1981, 52: 175-186.
- NRC (National Research Council). *Effect of Environment on Nutrient Requirements of Domestic Animals*, 1981, National Academy press. Washington DC.
- NRC (National Research Council). *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7th ed., 2001, National Academy Press. Washington, DC.
- Starr JR. *Weather, climate and animal performance*. Nota técnica N° 190. 1988. Organización Meteorológica Mundial. Ginebra
- Valtorta SE, Gallardo MR. Evaporative cooling for Holstein dairy cows under grazing conditions. *Int. J. Biometeorol.*, 2004, 48: 213-217
- Valtorta SE, Gallardo M.R, Castro HC, Castelli ME. Artificial shade and supplementation effects on grazing dairy cows in Argentina. *Trans. Amer. Soc. Agric. Eng.*, 1996, 39: 233.
- West JW. Effects of Heat-Stress on Production in Dairy Cattle. *Dairy Sci.*, 2003, 86:2131-2144

* Lista completa de referencias disponible por demanda.

Suplementación Energética con Granos de Cereales Forrajeros

● Ing. Agr. Gerardo A. Gagliostro
INTA EEA Balcarce

Si bien la pastura es el alimento más barato a utilizar, la aplicación de una correcta suplementación energética permite que la vaca pueda expresar su potencial de producción con respuestas de diferente magnitud en los tenores de grasa y proteína de la leche.

- La alimentación pastoril es la base de los sistemas sustentables de producción de leche ya que la pastura resulta el alimento más barato a utilizar. Las vacas de mayor potencial se adaptan a la alimentación pastoril a través de un mayor consumo de forraje pero la pastura como único alimento podría satisfacer hasta un 60% de cada kg de leche extra por encima de una producción de 15 kg (Delaby y Peyraud, 2003). La alimentación pastoril requiere generar condiciones pre-disponibles a la maximización del consumo de pasto de la vaca. Lograr este objetivo a partir de ofertas elevadas de forraje (60 kg MS por vaca/día) no constituye una solución recomendable ya que genera alturas crecientes en la biomasa residual de fin de pastoreo lo que conduce a una baja eficiencia de cosecha y a un deterioro progresivo en la calidad del pasto (Peyraud y Delaby, 2005). La producción de leche y sólidos es dependiente de la naturaleza de la energía consumida: fibra, proteína, hidratos de carbono no estructurales y lípidos. Para una adecuada eficiencia de conversión a sólidos, una importante cantidad de energía debe ser aportada bajo la forma de precursores glucogénicos (**PG**). Los mismos estarán representados por el ácido propiónico (**C₃**) si se utiliza el grano de maíz ensilado húmedo (alta digestión ruminal) o la glucosa disponible a nivel duodenal utilizando grano seco de maíz molido grueso (3,5 mm) cuyo almidón presenta una degradabilidad ruminal de un 50% para genotipos dentados (Rémond y otros, 2004). Se ha postulado que una digestión duodenal del almidón resulta más eficiente en términos energéticos (Harmond y Macleod, 2001) presentando un menor efecto depresor sobre el tenor graso de la leche que la disponibilidad de C₃ (Rigout y otros, 2003). La digestión postruminal del almidón contribuye a atenuar los cuadros de timpanismo, acidosis y laminitis en la vaca (Owens y otros, 1998) efecto que puede potenciarse también utilizando híbridos de maíz denominados alto aceite (MAA) debido a su menor contenido de almidón (Dado, 1999).

El principal destino de la producción de leche a nivel nacional son los lácteos concentrados como el queso y la leche en polvo. El parámetro que mayor influencia tiene sobre el rendimiento para la elaboración de quesos es la concentración proteica de la leche

existiendo una relación directa entre la aptitud tecnológica de la leche y el margen económico por litro elaborado (Taverna, 2005). Todo aumento en la disponibilidad de los PG, y fundamentalmente de la glucosa, resulta clave para maximizar la concentración proteica de la leche y la síntesis de lactosa (Rigout y otros, 2002, 2003; Lemosquet y otros, 2004). Un mayor ingreso de lactosa al lumen del alvéolo mamario induce un aumento del transporte de agua a la glándula y por lo tanto del volumen de leche producida. En condiciones no pastoriles de alimentación, los intentos por definir el nivel más adecuado de glucosa disponible en intestino capaz de maximizar la síntesis de leche (y secreción de proteína) han dado resultados variables. Trabajando con silaje de pastura, Rigout y otros (2003) informaron incrementos curvilíneos en la producción de leche, incrementos lineales en la concentración proteica de la leche (+0,04% por Mcal de PG) y decrementos curvilíneos en la concentración grasa de la leche (-0,14% por Mcal de PG) ante el reemplazo de energía no glucogénica por PG. La máxima respuesta en leche y proteína se obtendría cuando la absorción intestinal de energía bajo la forma de PG es del orden de 8-10 Mcal/día (Rigout y otros 2003). Ello equivaldría a 1,63 y 2,04 kg de glucosa absorbida si se asume que 1 kg de glucosa aporta 4,91 Mcal de EM (Armstrong y Blaxter, 1961). Para un maíz con 87% de MS, 73,5% de almidón, una degradabilidad efectiva de 50% (Rémond y otros, 2004) y una digestibilidad intestinal de 78% (Huntington, 1997) la dosis de grano capaz de maximizar la producción de leche estaría comprendida entre 6,56 y 8,20 kg/día. Cuando la absorción total de energía se mantuvo estable, el suministro de glucosa a nivel intestinal también incrementó en forma curvilínea la producción de leche (Hurtaud y otros, 2000; Rigout y otros, 2002) obteniéndose una producción máxima cuando la glucosa representó de un 6-8% del consumo de materia seca (de 1 a 1,4 kg de glucosa/vaca/día, equivalente a 5,4 ó 7,6 kg de grano). En raciones a base de silaje de pastura, Rigout y otros (2002a) informaron que la absorción duodenal de glucosa (de 0 a 2,4 kg/vaca/día ó 0 a 9,8 kg de grano) incrementó la disponibilidad de glucosa, su utilización a nivel mamario y la síntesis de leche. El aumento en la tasa de aparición de la glucosa parece ser un factor clave

para favorecer la captura mamaria de glucosa y la producción de leche (Rigout y otros, 2002b). La comparación de infusiones isoenergéticas ruminales de C3 o duodenales de glucosa demostró que sólo la glucosa resultó efectiva para aumentar la tasa de aparición de este metabolito clave para producción de leche (Lemosquet y otros, 2004). La disponibilidad creciente de PG incrementa a su vez las concentraciones plasmáticas de somatomedina (IGF-1) hormona importante en la regulación de la captura y utilización mamaria de la glucosa y de los aminoácidos necesarios para síntesis de proteína (Lemosquet y otros, 2004). Otros trabajos con raciones a base de silaje de pastura (forraje pobre en PG), informaron que el aporte de glucosa a nivel duodenal resultó efectivo para incrementar la cantidad de leche producida (Huhtanen y otros, 1998; Hurtaud y otros, 2000).

En condiciones de alimentación base pastoril la cantidad de PG disponibles puede constituir un factor limitante sobre todo en pastoreos de otoño-invierno de gramíneas o en praderas con predominancia de alfalfa durante todo el año. Los antecedentes descriptos demuestran que resulta posible manipular la cantidad y composición de sólidos útiles a través de la suplementación energética de la vaca. Cabe destacar que la información existente proviene de trabajos donde la cantidad total de energía ingerida fue mantenida constante a través de infusiones de nutrientes. En sistemas reales de producción la sustitución espontánea de pastura por grano puede comprometer la cantidad total de energía ingerida por la vaca y con ello hacer variar las respuestas productivas o atenuar el incremento esperable en la concentración proteica de la leche ante aportes crecientes de PG por suplementación.

I. Degradabilidad del almidón en distintos granos forrajeros

Los granos de cereales forrajeros están sujetos a una exhaustiva fermentación a nivel ruminal con la formación de ácidos grasos volátiles (AGV) y células microbianas. La cantidad de almidón que es digerida en el rumen suele variar entre un 50 a un 94% dependiendo del tipo de grano de cereal utilizado y de su procesamiento. El Cuadro 1 presenta valores promedio de los parámetros mencionados en distintas materias primas.

La extensión en la tasa de digestión ruminal de la cebada, la avena y el trigo es alta (80 % en promedio) y resulta inferior y más variable en los almidones de maíz (65 % en promedio) y de sorgo (42 % en promedio) (Nocek y Tamminga, 1991; Santini y Elizalde, 1993). La capacidad by-pass del almidón contenido en la avena, cebada y trigo es virtualmente nula, intermedia en el maíz y alta en el sorgo. A su vez, la capacidad by-pass del almidón disminuye con el procesado del grano (entero>partido> aplastado>molido>vapor>ensilado) y aumenta con el nivel de consumo total de materia seca (MS) puesto que un aumento de 1 kg de MS ingerida provoca una disminución de de 3 puntos en la degradabilidad ruminal de un almidón de lenta tasa de digestión (Robinson et al, 1986). También es importante mencionar que los tratamientos de tipo hidrotérmicos resultan eficaces a fin de aumentar la capacidad natural by-pass de los almidones de lenta velocidad de degradación (maíz, sorgo) y que los tratamientos con aldehído fórmico han logrado proteger almidones de alta velocidad de degradación (trigo) (Mc Allister y otros, 1989).

El conocimiento del perfil de nutrientes generado a través de una decisión de suplementación (AGV, lípi-

● Cuadro 1. Parámetros de degradación del almidón contenido en diferentes alimentos.

Alimentos	fs	fd	Kd	efectiva (%) (1)
	(%)	(%)	(%/h)	
Afrechillo fino de trigo	83,2	16,8	23,6	96,6
Afrechillo grueso de trigo	81,9	18,1	23,1	96,3
Afrechillo de arroz	23,7	76,3	11,8	74,2
Arveja	73,2	28,6	16,3	84,2
Avena	95,7	4,3	11	98,5
Cebada	59,3	40,7	32,2	93,6
Glutenfeed maíz	58,3	41,7	10,2	84,6
Glutenmeal maíz	23,0	77,0	28,6	86,6
Harina de trigo	86,0	14,0	17,8	96,5
Maíz	23,4	76,6	4,9	57,9
Papa	26,0	74,0	4,9	59,3
Sorgo	17,8	82,3	4,4	52,5
Trigo	70,8	29,3	19,4	93,1
Tapioca	67,3	32,7	12,2	89,3

fs = fracción soluble. fd = fracción degradable; Kd = tasa fraccional de digestión

(1) Asumiendo una tasa de pasaje del orden de 6 % por hora.

Fuente : Sauvart y van Milgen (1995); Sauvart y otros, (1994).

dos, glucosa, aminoácidos) tiene una profunda influencia sobre la calidad de la leche ya que la composición de la misma es función del flujo de tales nutrientes hacia la glándula mamaria. La naturaleza de la energía utilizada en suplementación constituye una herramienta nutricional para modificar la composición de la leche. La industria valoriza la recepción de una leche más rica en caseínas a fin de aumentar la eficiencia de transformación de la materia prima en quesos. Uno de los métodos más eficaces de incrementar el tenor proteico de la leche es la suplementación con energía no lipídica (almidones).

II. Sincronización energía/proteína a nivel de rumen

En condiciones de pastoreo, podría esperarse una mayor respuesta a la suplementación con almidones de mayor degradabilidad ruminal en forrajes frescos en otoño-invierno debido al alto contenido de proteína degradable de tales recursos. En primavera, las pasturas presentan un balance más adecuado entre hidratos de carbono no estructurales y proteína degradable, pudiendo esperarse una mejor utilización del almidón con mayor capacidad by-pass (maíz).

En uno de los ensayos de primavera, la pastura estuvo compuesta de raigrás (66%) y trébol rojo (34 %) con una disponibilidad promedio de 4100 kg MS/ha. La oferta de forraje osciló entre 32 y 47 kg MS/vaca/día, el % PB entre 18.4 y 19.4, el % FDN entre 46.2 y 48.4 y el de digestibilidad in vitro (MS) entre 62 y 75 %. Las vacas se encontraban en lactancia avanzada (173 ± 34 días postparto) y los resultados se presentan en el Cuadro 2.

La producción de leche resultó menor en el tratamiento sin suplementación, pero no se observaron diferencias entre los almidones de diferente degradabilidad ruminal. El contenido de lactosa fue mayor en los tratamientos con suplementación

(lo que podría explicar la mayor producción de leche observada) pero nuevamente no se observaron diferencias entre ambas fuentes de almidón utilizadas. No hubo ningún efecto de la suplementación o del tipo de almidón sobre el tenor de grasa y proteico de la leche. No se observó ninguna disminución significativa en los valores promedio de pH ruminal ni en las concentraciones promedio de amonio (NH₃). Los valores de NH₃ en rumen tendieron a ser menores en las vacas suplementadas con cebada, fundamentalmente durante las horas cercanas al suministro del concentrado lo que sugiere una mayor captación del NH₃ por parte de la microbiota ruminal. Una mayor captación del NH₃ en rumen podría a su vez explicar los menores valores de urea plasmática observados a lo largo de 4 semanas de ensayo.

Durante ciertas épocas del año (principios de primavera, otoño e invierno), las pasturas de calidad presentan contenidos proteicos (20-30%) que se encuentran muy por encima de la concentración requerida por las vacas lecheras. El alto contenido de proteína y una alta degradabilidad de la misma (60-90%) generan elevadas concentraciones de NH₃ en rumen (16-60 mg/dl) (Rearte y Santini, 1989). Toda reducción en niveles excesivos de NH₃ en rumen (mayores a 10-12 mg/dl) es altamente deseable por dos motivos : a) la conversión en hígado de NH₃ a urea es un proceso que requiere energía, b) altos niveles de NH₃ pueden conducir a desórdenes metabólicos (Gagliostro y otros, 1996a) problemas reproductivos en la vaca lechera (Folman y otros, 1981). Se ha postulado que niveles de urea circulante superiores a 20 mg/dl estarían asociados a cuadros de sub-fertilidad en la vaca lechera (Ferguson, 1991). La posibilidad de reducir los niveles de urea plasmática con la utilización de almidones de menor capacidad by-pass (cebada, maíz húmedo) puede representar ventajas adicionales en la performance reproductiva del animal

● Cuadro 2. Suplementación con granos de diferente capacidad by-pass del almidón en vacas de lactancia avanzada en primavera: ambiente ruminal y respuesta productiva.

	Control (1)	Maíz (2)	Cebada (3)
Leche (l/día)	12.7a	16.2b	17.4b
GB (%)	3.50	3.30	3.28
GB (g/día)	465	515	581
Proteína (%)	3.51	3.35	3.37
Proteína (g/día)	465	536	608
Lactosa (%)	4.41a	4.64b	4.73b
GPV (g/día)	854c	420d	869d
pH en rumen	6.20	6.12	6.09
Rumen N-NH ₃ (mg/dl)	11.62	13.4	8.45

(1) Sin suplementación. (2) 5.3 kg/vaca/día. (3) 5.6 kg/vaca/día
a y b; c y d: Promedios con distinta letra difieren; Pro.02 y Pr 0.012 respectivamente.

Fuente : Gagliostro y otros (1996b)

La suplementación energética suele producir aumentos en el volumen de leche producida y disminuciones tanto en el porcentaje como en la cantidad de grasa butirosa secretada por la glándula mamaria. Estos efectos negativos sobre la síntesis de grasa butirosa se explican por modificaciones en el perfil metabólico y endócrino de la vaca (aumentos en los niveles circulantes de insulina) (Hart, 1983; Baumann y Elliot, 1983. En este ensayo, la utilización de almidones de diferente capacidad by-pass no afectó las concentraciones plasmáticas de glucosa, urea, triacilglicéridos y ácidos grasos libres. Las concentraciones plasmáticas de insulina no fueron incrementadas por la suplementación. Es importante destacar que la insulina y la suplementación energética en fase descendente de lactancia suelen orientar el flujo de nutrientes hacia tejido adiposo (ganancia de

peso) en perjuicio de la glándula mamaria (producción de leche).

Los resultados correspondiente a otro ensayo de primavera analizado (Kloster y otros, 1994) se presentan en el Cuadro 3. La pastura fue similar a la utilizada en el ensayo anterior con una asignación de forraje de 40 kg MS/vaca/día. El % PB fue de 14,9-17,5; el de % FDN de 40,1-39,8 y los valores de digestibilidad in vitro (MS) oscilaron entre 79,2 y 65,3%.

El suministro de concentrados con mayor velocidad de digestión del almidón (cebada) no se tradujo en ningún efecto positivo sobre la producción y composición de la leche. Se observó una disminución del tenor graso de la leche ante la inclusión de cebada en el concentrado. Este efecto podría explicarse por la baja relación acetato/propionato observada (Cuadro 3) ya que los valores estuvieron muy por debajo de lo que se considera como un cuadro de fermentación ruminal normal (3,5-4,0).

- Cuadro 3. Suplementación con granos de diferente capacidad by-pass del almidón en vacas de lactancia media (140 días postparto) en primavera : ambiente ruminal y respuesta productiva.

	Maíz (1)	Cebada (2)	Mezcla (3)
Leche (l/día)	16,6	18,2	18,1
GB (%)	3,28a	3,13ab	2,89b
GB (g/día)	541	568	527
Proteína (%)	3,30	3,26	3,37
Proteína (g/día)	547	593	570
Lactosa (%)	4,63	4,77	4,57
GPV (g/día)	436b	885a	757ab
pH en rumen	6,16	6,04	6,06
Rumen NH ₃ (mg/dl)	15,7	14,7	13,5
AGV totales mmol/l	78,6	93,2	85,7
Acético/Propiónico	2,35	2,23	2,21

(1) 7 kg/vaca/día (75% maíz). (2) 7 kg/vaca/día (80 % cebada)

(3) 7 kg/vaca/día mezcla de ambos cereales (40%:40%).

a y b: Promedios con distinta letra difieren; P<0,05.

Fuente: Kloster y otros (1994).

- Cuadro 4. Suplementación con granos de diferente capacidad by-pass del almidón en vacas de lactancia media (85 ±17 días postparto) en invierno.

	Control (1)	Maíz (2)	Cebada (3)
Leche (l/día)	17,0a	21,5b	18,4ab
GB (%)	3,45a	3,01ab	2,84b
GB (g/día)	587a	651a	525a
Proteína (%)	3,28a	3,38a	3,31a
Proteína (g/día)	556a	724b	610ab
Lactosa (%)	4,78a	4,84a	4,80a
Lactosa (g/día)	813a	1035b	884ab
GPV (g/día)	-35a	532b	381ab
Consumo Forraje (kg MS/vaca/d)	11,93a	11,02b	10,75b
Consumo de concentrado (kg MS)		6,33a	5,31b

(1) Sin suplementación. (2) 75 % grano maíz en el concentrado.

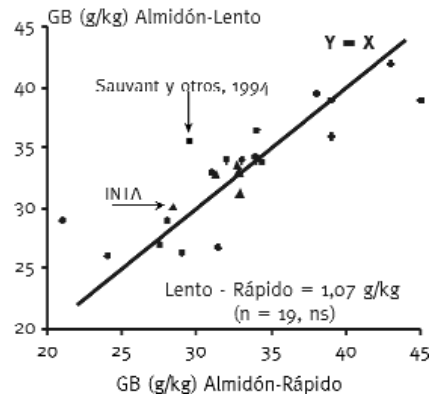
(3) 80 % grano de cebada en el concentrado a, b: Promedios con distinta letra difieren significativamente entre sí P<0,05.

Fuente: Gagliostro y otros (1995).

Los resultados de producción y composición de leche en recursos forrajeros de invierno se presentan en el Cuadro 4. La base forrajera estuvo constituida por verdes de avena (3172 ±482 kg MS/ha; 20 % MS) y pasturas de raigrás y trébol rojo (3131 ± 229 kg MS/ha; 24 % MS). Los valores promedio de PB, FDN y DIVMS fueron de 23,9, 35,2 y 81,7 % para avena y de 15,9, 36,4 y 79,6 % para raigrás respectivamente. La asignación total de forraje fue de 26 kg MS/vaca/día.

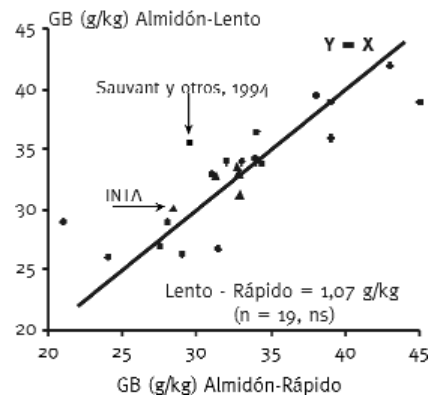
La suplementación a base de maíz aumentó la producción de leche respecto al tratamiento sin suplementación pero al igual que en los ensayos anteriores no se observó ninguna diferencia significativa entre ambos tipos de concentrados. La mayor producción de leche en las vacas suplementadas a base de maíz no estuvo explicada por un mayor tenor de lactosa ni por una mayor captación mamaria de glucosa (Lavandera y Gagliostro, 1995). Puesto que el consumo de forraje estuvo sólo ligeramente disminuido en el tratamiento maíz respecto al control (-0,91 kgMS/vaca/día), la mayor producción de leche podría explicarse por un mayor consumo total de energía como consecuencia de la suplementación. La ausencia de diferencias en producción de leche entre los tratamientos cebada y control podría ser consecuencia de un menor consumo de concentrado (-1,02 kg/vaca/día respecto a maíz) (y por lo tanto de energía) y de los mayores niveles circulantes de insulina observados en las vacas alimentadas con cebada, ya que ambas variables correlacionaron negativamente (Gagliostro y Lavandera, 1995a). El menor consumo de concentrado a base de cebada podría ser consecuencia de una menor palatabilidad como ha sido observado en dietas completas en mezcla (Casper y Schingoethe, 1989; Casper y otros, 1990; McCarthy y otros, 1989). Se observó una importante disminución del contenido de GB (-6.1 g/kg) con la suplementación a base de cebada respecto al tratamiento control. Dicha disminución no resultó significativa en el tratamiento maíz (36% del consumo total de MS). Se han observado efectos nulos (DePeters y Taylor, 1985; Casper y Schingoethe, 1989; Weiss y otros, 1989; Grings y otros 1992; Gagliostro y otros, 1996b; Kloster y otros, 1994) y negativos (Herrera-Saldana y Huber, 1989; Casper y otros, 1990) de la suplementación con cebada sobre el tenor graso de la leche. Los efectos negativos han sido acompañados de una mayor proporción de propionato (Casper y otros, 1990) o de una menor relación acético/propiónico (Herrera-Saldana y Huber, 1989) aunque también se observaron incrementos en la proporción de ácido propiónico sin efecto negativo sobre el tenor graso (McCarthy y otros, 1989; Weiss y otros, 1989). El ácido propiónico aumenta la gluconeogénesis hepática y estimula la producción de insulina lo que induciría una competencia entre los tejidos adiposo y mamario por los precursores lipogénicos (acetato, hidroxibutirato, triglicéridos y ácidos grasos libres). Dicha competencia explicaría la disminución

- **Figura 1. Efecto de la velocidad de digestión del almidón sobre el tenor graso de la leche.**



Fuente : Sauvant y otros (1994) e INTA Balcarce

- **Figura 2. Suplementación con granos de diferente capacidad by-pass del almidón en vacas en lactancia media (67 ± 20 días postparto) en otoño.**



Fuente : Gagliostro y otros (1997)

del tenor graso de la leche (Chilliard, 1987). Sin embargo, el ambiente metabólico observado en este ensayo (Lavandera y Gagliostro, 1995) y los estudios de metabolismo realizados (Gagliostro y Lavandera 1995ab) no sugirieron alteraciones en la repartición de nutrientes como consecuencia de la suplementación. En el presente ensayo, se observaron mayores niveles plasmáticos de insulina en el tratamiento cebada y una correlación negativa entre insulina y tenor graso de la leche ($r = -0,374$).

Sobre un importante número de experiencias (Sauvant y otros, 1994) se ha podido poner en evidencia un efecto negativo de los almidones de rápida y alta digestión ruminal sobre el tenor graso de la leche cuando la densidad energética de la dieta es alta (altos niveles de suplementación) y genera bajos porcentajes de grasa butirosa (Figura 1). Ello significa que si el porcentaje de concentrado en la dieta es alto, el riesgo de reducir el tenor graso de la leche aumenta peligrosamente con los almidones de baja capacidad by-pass y alta utilización ruminal. Sin

embargo, cuando los parámetros de fermentación ruminal son normales (proporción de propionato entre 20 a 25%, relación acetato propionato 3,5 a 4,0) el tenor graso de la leche resulta poco sensible a variaciones en la velocidad e intensidad de degradación ruminal del almidón.

No hubo diferencias en la cantidad de grasa butirosa producida (g/día) ya que el menor tenor graso observado en las vacas suplementadas respecto a las no suplementadas fue compensado por una mayor producción de leche (Cuadro 4). Puesto que la cantidad de leche producida fue mayor en maíz y la concentración de proteína permaneció constante, puede concluirse que la síntesis de proteína fue estimulada por la suplementación a base de maíz. No suelen observarse diferencias en el tenor proteico de la leche de vacas suplementadas con CE respecto a MA (DePeters y Taylor, 1985; Herrera-Saldana y Huber, 1989; Mc Carthy y otros, 1989; Weiss y otros, 1989; Casper y otros, 1990; Grings y otros 1992; Gagliostro y otros, 1996b; Kloster y otros, 1994). La producción de proteína (g/día) fue mayor en MA respecto a los otros dos tratamientos debido a la mayor cantidad de leche producida. Los resultados de este ensayo permiten concluir que sólo la suplementación a base de maíz tuvo efectos positivos sobre la producción de leche, la cantidad de proteína y de lactosa secretadas y la ganancia de peso respecto a un tratamiento sin suplementación. La importante disminución del tenor graso de la leche en el tratamiento con cebada es un factor a tener en cuenta en la formulación de concentrados con alto contenido de almidón degradable en rumen. La comparación entre cebada y maíz sugiere que la utilización de almidones de mayor velocidad e intensidad de degradación ruminal no necesariamente conduce a aumentos de producción de leche y de sus contenidos.

En el ensayo de otoño, la base forrajera fue un verdeo de avena (2055 ± 160 kg MS/ha) con una asignación de $33,8 \pm 3,2$ kg MS/vaca/día. El tenor de MS del verdeo fue de 165 ± 18 g/kg, el de proteína fue de 190 ± 1 g/kg MS, el de pared celular (FDN) fue de 447 ± 43 g/kg MS y la digestibilidad de la MS fue de $72,7 \pm 0,3$ %. Las vacas se encontraban en lactancia media (67 ± 20 días postparto) y los resultados se presentan en la figura 2.

La suplementación aumentó la producción de leche respecto al tratamiento control y al igual que en los casos anteriores no se detectaron diferencias entre cebada y maíz. El aumento de producción de leche podría ser consecuencia del mayor tenor de lactosa observado y de un mayor consumo de energía ya que no hubo disminución en el consumo de verdeo de avena. La suplementación a base de maíz y de cebada tuvo efectos positivos sobre la producción de leche, la cantidad de grasa butirosa, de proteína y de lactosa secretadas y la recuperación de reservas cor-

- **Cuadro 5. Producción y composición de leche en vacas en lactancia media (170 ± 22 días postparto) que consumieron silaje de grano de maíz húmedo (MHu, 6,4 kg MS/vaca/día) y grano de maíz seco (MSe, 5,6 kg MS/vaca/día).**

	MHu	MSe	p<
Leche (l/día)	17,6	17,2	0,61
Grasa butirosa (%)	3,29	3,13	0,21
Proteína (%)	3,39	3,3	0,08
Lactosa (%)	4,57	4,57	0,97
Sólidos Totales (%)	11,96	11,68	0,12
Sólidos no grasos (%)	8,67	8,56	0,32
Ganancia de peso (kg/vaca/día)	1,44	1,43	0,97
Consumo de forraje (kg MS/día)	14,5	14,6	0,94
Consumo Total (kg MS/día)	20,9	20,2	0,68
NH ₃ ruminal (mg/dl)	12,87	19,09	0,005

Los niveles de suplementación fueron de 9 kg de MH (74 % de materia seca) y de 6,8 kg de Mse (85,9 % de materia seca).

Fuente : Alvarez y otros, 1995.

- **Cuadro 6. Efectos promedio de la utilización de granos de diferente velocidad de degradación y utilización ruminal sobre variables productivas en vacas lecheras.**

	Lento Baja - Rápido Alta	P<
Producción de leche (kg/día)	-0,27 (±1,9)	0,76
Grasa butirosa (g/kg)	0,5 (±1,3)	0,41
Proteína (g/kg)	0,1 (±0,6)	0,83
Lactosa (g/kg)	-0,3 (+0,8)	0,38
Grasa butirosa (g/vaca/día)	-6 (+76)	0,85
Proteína (g/vaca/día)	-14 (+73)	0,69

Fuente: Gagliostro (EEA Balcarce).

porales (GPV) pero la comparación entre almidones de lenta y baja degradación respecto a rápida y alta degradación ruminal confirma ausencia de diferencias en los parámetros productivos de las vacas.

Los resultados obtenidos utilizando grano de maíz húmedo (como fuente de almidón degradable en rumen) y grano de maíz seco se presentan en el Cuadro 5 (Alvarez y otros, 1995). La base forrajera estuvo constituida por un verdeo de raigrás (cv Grassland Tama) y avena y el ensayo fue conducido al final del invierno (meses de agosto y septiembre). No se observó ninguna diferencia estadísticamente significativa en las variables productivas analizadas. El aumento en el tenor proteico de la leche fue extremadamente débil (0,9 g/litro de leche) sin ningún efecto sobre la cantidad de proteína secretada. Al igual que el grano de cebada, el grano de maíz húmedo conservado bajo la forma de silaje resultó altamente eficaz a los fines de reducir las concentraciones de NH₃ en rumen lo que podría indicar un aumento en la síntesis de proteína microbiana capaz de explicar la tendencia observada en el tenor proteico de la leche (Alvarez y otros, 1995).

En este ensayo y utilizando los datos de los autores (Alvarez y otros, 1995), puede calcularse que la conservación del maíz bajo la forma ensilada y húmeda significó una importante pérdida de almidón respecto al grano seco del orden de 111 kg de almidón cada 1000 kg de MS. Dicha pérdida implicaría una disminución del orden de 5,6 % en el tenor de energía neta de lactancia o de 0,11 kg de leche por cada kg de MS de maíz húmedo.

Los resultados obtenidos en la Estación Experimental del INTA de Balcarce y se resumen en el Cuadro 6. En dicho cuadro se analizan estadísticamente las diferencias de las variables productivas entre los almidones de lenta y baja degradabilidad (maíz) y los de rápida y alta degradabilidad ruminal (cebada y grano de maíz húmedo). Razonando sobre los valores promedio obtenidos a partir de las cinco experiencias analizadas, no se observa ningún efecto significativo del tipo de almidón sobre la producción de leche o de sus componentes en vacas lecheras en condiciones de pastoreo.

El efecto del procesamiento del grano de maíz (molido vs copos) sobre la respuesta productiva de vacas en lactancia media fue estudiado en INTA Balcarce (Bargo, Pieroni y Rearte, datos no publicados). El trabajo fue conducido durante los meses de marzo, abril y mayo sobre pasturas base alfalfa y pasto ovillo y un aporte adicional de silaje de maíz (2,5 kg MS/vaca/día). El comportamiento digestivo a nivel ruminal fue evaluado mediante vacas provistas de fistula. Los resultados se presentan en el Cuadro 12.

Pese al importante efecto del procesado sobre los parámetros de digestión de la MS del grano de maíz y pese a la reducción significativa de los niveles ruminales de amonio, se observa un efecto nulo sobre la cantidad o la calidad de la leche producida. Similares

- **Cuadro 7. Suplementación con grano de maíz en copos a vacas lecheras en pastoreo.**

	Maíz molido	Maíz copos
Concentrado (kg/vaca/d) (1)	6,18	6,64
Digestión ruminal de MS		
Fracción soluble (%)	1,33a	20,63b
Tasa de digestión (%/h)	4,65a	7,43b
Degradabilidad efectiva (%)	46,87a	69,96b
NH ₃ (mg/dl)	19,09a	13,81b
pH	5,71	5,63
Leche (kg/vaca/día)	20,17	20,95a
Grasa (kg/vaca/día)	0,786	0,777
Proteína (kg/vaca/día)	0,627	0,649
Grasa (g/kg)	39,0	37,1
Proteína (g/kg)	31,1	31,0
Lactosa (g/kg)	47,6	48,7

(1) 75% maíz y 25% harina de girasol

Fuente : Bargo, Pieroni y Rearte, 1998 (no publicado).

conclusiones pueden extraerse ante el mismo tipo de procesado aplicado al grano de sorgo (Cuadro 8).

● *Cuadro 8. Suplementación con grano de sorgo en copos a vacas lecheras en pastoreo.*

	Sorgo molido	Sorgo copos
Sorgo (kg/v/d)	4,2	4,3
Harina de girasol (kg/v/d)	1,7	1,7
Pastura (kg MS/v/d) (1)	13,2	13,2
NH ₃ en rumen (mg/dl)	26,59a	20,63b
Leche (kg/vaca/día)	20,22	20,80
Grasa (kg/vaca/día)	0,676	0,676
Proteína (kg/vaca/día)	0,640	0,664
Grasa (g/kg)	33,5	32,3
Proteína (g/kg)	31,7	32,1
Lactosa (g/kg)	47,2	48,2

(1) Base alfalfa y pasto ovillo.

Fuente: Gagliostro (EEA Balcarce).

Los resultados obtenidos utilizando silajes de grano húmedo de maíz (MHu) y de sorgo (SHu) (como fuente de almidón degradable en rumen) versus grano de sorgo seco (SSe) se presentan en el Cuadro 14 (Romero y otros, 1997a). La base forrajera estuvo constituida por una pastura de alfalfa en un sistema rotativo de franjas diarias con una oferta de 16 kg de MS/vaca/día. Los valores de calidad de la pastura fueron MS = 22,7% ; PB = 22% ; FDN (48,6%).

● *Cuadro 9. Producción y composición de leche en vacas en lactancia temprana (94 ± 8 días postparto) que consumieron silaje de grano de maíz húmedo (MHu), de sorgo húmedo (SHu) y granos de sorgo seco (SSe) sobre pasturas de alfalfa (octubre a diciembre).*

	MHu	SHu	SSe
Datos de los silajes			
MS (%)	76,7	60,2	89,4
PB (%)	10,3	13,4	8,6
pH	5,3	4,5	-
NH ₃ /Ntotal (%)	1,04	5,86	-
Consumo pastura (kg MS)	9,1	9,1	9,0
Consumo de grano (kg MS)	7,0	7,6	7,6
Leche (litros/vaca/día)	19,7	18,9	19,9
GB (%)	3,26	3,26	3,14
PB (%)	2,80	2,77	2,81
Proteína Verdadera (%)	2,60	2,56	2,62
Caseína (%)	2,12	2,11	2,14

Fuente : Romero y otros, 1997a.

Dada la ausencia de diferencias significativas entre tratamientos para todas las variables en estudio, los autores concluyen que la suplementación isoenergética con granos húmedos produjo la misma respuesta en producción y composición química de la leche que la utilización de

grano de sorgo seco cuando la dieta base fue una pastura de alfalfa.

Utilizando silaje de grano de sorgo húmedo, Castillo y otros (1997) analizaron la desaparición de la materia seca en sorgos con bajo y con alto contenido de tanino con y sin el agregado de urea (1,5% base húmeda). Los resultados se presentan en el Cuadro 15. Se destaca la elevada degradabilidad efectiva de la MS en el material SBT y su alta velocidad de digestión. En el sorgo con alto tanino, el agregado de urea habría producido una hidrólisis del 60% del tanino contenido en el grano de sorgo (Romero y otros, 1997b). Ello podría explicar la menor fracción degradable y degradabilidad efectiva de la MS en el material SATur.

Pese a las importantes diferencias detectadas en cuanto a los parámetros de cinética de digestión de la MS y de la PB (Cuadro 10) inducidas por el contenido de tanino del sorgo ensilado como grano húmedo o el agregado de urea, la producción de leche corregida al 4% de grasa fue sólo ligeramente modificada (-6,9%) sin cambios de importancia en la composición química de la misma (Cuadro 11).

La Figura 10 resume el efecto de la velocidad de digestión de los almidones sobre la producción de leche en un rango más extendido de potencial genético de producción (16-40 kg de leche /vaca/día) (Sauvant y Van Milgen 1995). Se incluyen además los datos obtenidos en la EEA Balcarce.

La ubicación sistemática de los puntos por encima de la bisectriz (Y=X) indica que el reemplazo de una fuente de almidón de alta y rápida degradación ruminal por otra de mayor capacidad *by-pass* y menor velocidad de degradación en rumen mejora significativamente la producción de leche. La magnitud promedio del efecto a favor de los almidones con mayor capacidad *by-pass* es de 1,25 kg/día (n=14, P<0,01) y se explicaría por un mayor consumo total de materia seca, ya que tal diferencia desaparece cuando la producción de leche es ajustada por el nivel de consumo de materia seca tomado como covariable (Sauvant y Van Milgen, 1995). Parecería ser que los animales suplementados con fuentes de almidón de rápida y alta degradabilidad ruminal consumen una menor cantidad de MS y que dicho efecto es observado tanto en vacas (Casper y Schingoethe, 1989; Casper y otros, 1990; McCarthy y otros, 1989; Sauvant y Van Milgen, 1995, Cuadro 8) como en novillos en engorde (Perry, 1995). Los efectos son más importantes en situaciones de alto nivel de suplementación y altas cantidades de almidón degradable en rumen (DeVisser, 1993). La utilización de altas cantidades de almidón degradable en rumen puede reducir la digestión ruminal de la fibra (FDN) del forraje y afectar negativamente el consumo (DeVisser, 1993). En esas condiciones, el efecto

- Cuadro 10. Parámetros de digestión de la materia seca (MS) y de la proteína (PB) en silajes de sorgo de grano húmedo. Sorgo Bajo Tanino (SBT) (Dekalb DA 47) (MS = 66,5% y PB = 10,65%). Sorgo Alto Tanino (SAT) (Dekalb DA 49) (MS = 64,3% y PB = 10,8%). SAT con urea (1,5%) (SATur) (Dekalb DA 49) (MS = 64,3% y PB = 11,9%).

Digestión de la MS	Fs(1) (%)	FD(2) (%)	V(3) %/hora	DE (4) (%)
SBT	61,8a	38,2a	11,3a	88,2a
SAT	32,6b	57,7b	6,5b	58,2 b
SATur	22,7c	53,2c	5,2b	49,7c

Digestión de la PB

SBT	78,6a	21,4a	9,7a	92,7a
SAT	62,4b	30,2b	3,0b	72,8b
SATur	57,3b	26,8b	5,1c	70,8b

- (1) Fracción soluble - (2) Fracción degradable
(3) Velocidad de digestión - (4) Degradabilidad efectiva.

Fuente: Castillo y otros, 1997.

- Cuadro 11. Producción y composición química de la leche en vacas en lactancia media (129 ± 21 días posparto) suplementadas con silaje de grano húmedo de sorgo (5,5 kg/vaca/día). Dieta base (Materia seca): 7 kg de pastura de alfalfa, 4,5 kg de silaje de maíz, 1 kg de expeller de soja y 0,025 kg de fosfato dicálcico.

	SATur	SAT	SBT
LGC4% (1)	20,3b	20,2b	21,7a
Grasa butirosa (%)	3,42b	3,54ab	3,60a
Proteína bruta (%)	3,25	3,28	3,34
Proteína verdadera (%)	3,07	3,04	3,15
Caseína (%)	2,54	2,54	2,62

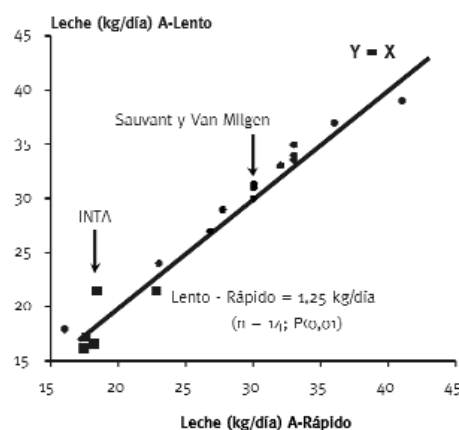
SAT con urea (1,5%) (SATur) (MS = 63,7% y PB = 14,1%)
Sorgo Alto Tanino (SAT) (MS = 64,2% y PB = 8,4%)
Sorgo Bajo Tanino (SBT) (MS = 58,8% y PB = 8,5%)

Fuente : Romero y otros, 1997b.

puede corregirse utilizando cantidades crecientes de almidón no degradable en rumen o atenuarse mediante la mezcla de forraje y concentrado en dietas completas en mezcla (mixers).

Por último es importante comentar que parece existir una importante capacidad de absorción intestinal del almidón pero que la secreción amilásica intestinal sería insuficiente para hidrolizar un alto flujo de almidón bypass. Este hecho podría explicar la disminución de eficiencia de absorción ante importantes llegadas de almidón bypass al intestino delgado. En altos niveles de suplementación, las pérdidas fecales de almidón inducen una menor digestibilidad total de la materia orgánica de la dieta (dMO = 0,11 ADR + 61,4, n=66 ; R= 0,98 ; dsr = 2,2 ; Sauvnt, 1997) (ADR = almidón degradable en rumen). En concordancia con ésta observación, los valores de energía

- Figura 3. Efecto del tipo de almidón sobre la producción de leche.



Fuente : Sauvnt y Van Milgen (1995) y EEA INTA Balcarce.

calculados en bovinos para carne resultan menores para granos de sorgo y maíz que para granos de mayor degradabilidad ruminal del almidón (Owens y otros, 1997).

Conclusiones

Los hidratos de carbono no estructurales como el almidón son compuestos de gran importancia en la nutrición de la vaca lechera. La utilización de almidones con mayor degradabilidad ruminal no conduce a aumentos significativos en la producción de leche o cambios económicamente deseables en el tenor de grasa o proteico de la misma aún en situaciones de exceso de NH_3 a nivel de rumen.

Si los requerimientos de carbohidratos no estructurales a nivel de rumen están cubiertos, existen evi-

dencias metabólicas y bioquímicas para sugerir una mayor eficiencia de utilización de la glucosa para producción de leche cuando la misma es aportada bajo la forma de almidón no degradable o *by-pass*. Parecería existir un requerimiento mínimo de glucosa preformada para maximizar la eficiencia de utilización de la energía para producción que parece situarse en alrededor de 1 kg de glucosa a nivel intestinal.

No se detectaron efectos netos entre ambos tipos de almidones en los ensayos realizados en el País lo que podría ser en parte consecuencia de los bajos niveles de producción de las vacas utilizadas. Las ventajas a favor de los almidones *by-pass* en términos de eficiencia metabólico-bioquímico se manifestarían en altas producciones de leche.

La posibilidad de reducir las concentraciones ruminales de NH_3 y los niveles plasmáticos de urea circulante con la utilización de concentrados a base de cebada (o de silaje de maíz húmedo) podría resultar importante en pastoreos de otoño invierno con alto contenido de proteína degradable en rumen. En esas condiciones, la proteosíntesis microbiana resulta mayor utilizando almidones de alta y rápida degradación ruminal (cebada, avena, trigo, grano de maíz bajo la forma de silaje). La magnitud de tal efecto se considera en 9,5 gramos de N microbiano/kg de materia orgánica digerida en el total del tracto digestivo lo que implica un importante aumento en la cantidad de proteína metabolizable de origen microbiano por Mcal de energía neta ingerida por la vaca. Este hecho debería traducirse en un aumento del tenor proteico de la leche.

Si la cantidad de almidón degradable en rumen supera el 25% de la MS consumida por la vaca, la proteosíntesis ruminal se vería afectada desapareciendo el citado efecto positivo. La suplementación energética con almidones de mayor degradabilidad ruminal constituye una herramienta nutricional para modular la relación Proteína/Grasa butirosa que se pretende actualmente maximizar. Aún en ausencia de un efecto positivo neto sobre el tenor proteico de la leche, el efecto negativo sobre el tenor graso mejoraría la citada relación.

Los almidones de menor degradabilidad ruminal otorgan una mayor seguridad contra fenómenos de acidosis subclínica en dietas diseñadas para entregar alta densidad energética por kg de MS. La absorción intestinal del almidón parecería ser alta pero la eficiencia con la cual dicho almidón es digerido parecería disminuir en la medida que aumenta la cantidad de almidón *by-pass* que llega a intestino delgado. Este hecho implica una disminución en el tenor energético de los granos (maíz, sorgo) en altos niveles de suplementación. La capacidad de absorción intestinal podría mejorarse incrementando la llegada de proteína verdadera al duodeno (microbiana o *by-pass*).

Los almidones de mayor degradabilidad ruminal parecen reducir el consumo total de MS. La capacidad de absorción total y el consumo de energía podría mejorarse a través de la utilización de mezclas de granos con propiedades digestivas diferentes (cebada-maíz, maíz seco-húmedo). ■

Bibliografía

- DePeters E.J. y Cant J.P. 1992. Nutritional factors affecting the nitrogen composition of milk : A review. *Journal of Dairy Science*, 75, 2043-2070.
- DeVisser H. 1993. Characterization of carbohydrates in concentrates for dairy cows. En : *Recent advances in animal nutrition*. PC Garnworthy, D.J.A. Cole (Eds). Nottingham University Press.
- Gagliostro, G.A. y Lavandera, S.E. 1995. Suplementación de vacas lecheras con concentrados a base de cereales de diferente degradabilidad ruminal de sus carbohidratos no estructurales. *Rev Arg Prod. Anim.* 15 (2)
- Gagliostro, G.A., Santini, F.J., Lavandera, S.E, Rearte, D.H. y García, S.C. 1995. Suplementación de vacas lecheras con concentrados a base de cereales de diferente degradabilidad ruminal de sus carbohidratos no estructurales 1. Producción y composición de la leche y ganancia de peso vivo. *Rev Arg Prod. Anim.* 15 (2) 501-503.
- Huntington G.B. 1997. Starch utilisation by ruminants : from basics to the bunk. *J. Anim. Sci.*, 75 852-867.
- Nocek, J.E. y Tamminga, S. 1991. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effects on milk yield and composition. *J. Dairy Sci.* 74:3598-3629.
- Rearte, D.H. y Santini, F.J. 1989. Digestión ruminal y producción en animales en pastoreo. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 9 : 93-106.
- Santini, F.J. y Elizalde, J.C. 1993. Utilización de granos en la alimentación de rumiantes. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 13 (1) : 39-60.
- Sauvant, D. 1997. Conséquences digestives et zootechniques des variations de la vitesse de digestion de l'amidon chez les ruminants. *INRA Prod. Anim.* 10 (4), 287-300.

* Lista completa de referencias disponible por demanda.

Carne derivada del tambo

Utilización de Forrajes Conservados y Concentrados para la Producción de Carne con Novillos Holando Argentino

El principal inconveniente que tiene, en este momento, los novillos en terminación, es la necesidad de contar con pasturas altamente productivas y de calidad, y con áreas relativamente extensas, porque son animales de gran tamaño. Esta situación conduce a que hoy en día haya mayor interés en "acelerar la terminación", tanto sea suplementando sobre pasturas como encerrando para terminar en corral.

● **Ings. Agrs. Horacio Castro y Norberto Andreo**
INTA Rafaela

- La edad promedio actual de faena de los novillos Holando u "overos negros" en nuestro país es de alrededor de 3,5 años de edad. Resulta excesiva si se la compara con los sistemas intensivos de países desarrollados y esto se debe a la alimentación netamente pastoril.

Estos novillos, normalmente, atraviesan su etapa de activo crecimiento o recría sobre pasturas que les permiten desarrollarse a una tasa promedio anual que oscila entre los 400 a 600 g/día. Bajo estas condiciones, si se parte de un ternero de 7 meses y 150 kg de peso se llegaría a completar una recría entre los 450 a 500 kg cuando el animal alcanza los 30 meses de edad. Este ritmo de crecimiento es relativamente bajo para este tipo de

raza de tamaño o *frame* grande. Según los modelos de crecimiento usados por el *National Research Council de USA* (NRC), los machos Holando manifestarían su tasa de crecimiento más conveniente entre los 700 a 800 g/día (se entiende por crecimiento la síntesis de todos los tejidos con excepción de la grasa).

Algunas consideraciones que caracterizan este novillo

Una vez que el animal completó la etapa de recría, su fisiología le permite derivar parte de la energía que consume diariamente a la síntesis de tejido graso, debido a que el desarrollo de los otros tejidos



que conforman su cuerpo comienza a ser más lento. Esta etapa finaliza con la faena y es la que se conoce como “de terminación”.

La terminación supone agregar entre 80 o 100 kg de PV para llegar a los 530 - 600 kg de PV. Si la etapa de terminación se realiza sobre pasturas, puede llevar hasta 6-7 meses y, en el mejor de los casos, se llegará con un animal de alrededor de 3 años de edad.

El principal inconveniente que puede encontrar, en este momento, la categoría de novillos en terminación, está relacionado con la necesidad de contar con pasturas altamente productivas y de calidad, las que se dan en los mejores suelos, compitiendo con la agricultura o el tambo. Además, hay que agregar que, por ser una categoría de gran tamaño y que no puede tener restricciones en el consumo, necesita contar con áreas relativamente extensas. Obviamente, en invierno es aún más crítico. Esta situación conduce a que hoy en día haya mayor interés en “acelerar la terminación”, tanto sea suplementando sobre pasturas como encerrando para terminar en corral.

Cuando se toma la decisión de intensificar la etapa de terminación es conveniente tener en cuenta que este tipo de animal, comparado a los biotipos carniceros, es “poco eficiente” para transformar el alimento en carne. Un novillito de raza británica de 290 a 320 kg, para ganar un kilogramo diario consume entre 5,5 a 6 kg de materia seca (MS) de un alimento de alta concentración energética (70% de grano), mientras que un Holando de 550 kg requiere alrededor de 9 kg MS de ese mismo alimento.

Una alternativa para disminuir los costos de alimentación puede ser reemplazar en la ración el almidón que proveen los granos clásicos por fibra fermentable de calidad.

Por tanto, en el novillo Holando puede ser más importante considerar el costo total de la ración que la eficiencia de conversión y, en este sentido, es imprescindible contar además de con buenas pasturas, con forrajes conservados de alta calidad, como insumos que contribuyan a abaratar la alimentación.

A continuación se presentan diferentes alternativas de alimentación para la terminación de novillos Holando- Argentino, basadas en experiencias desarrolladas en la el INTA Rafaela. Los insumos incluyen diferentes forrajes conservados y granos normalmente producidos en la región.

Suplementación con granos sobre pasturas durante el período primavera-estival

Puede ser interesante plantear algún grado de intensificación sobre el esquema pastoril en la

etapa de terminación, **aun en la época de abundancia de pasturas**. Para esto se puede apelar a la suplementación en pastoreo, con grano en los lotes que ingresan a la etapa de terminación, con el doble objetivo de:

- acortar el ciclo y liberarse de animales pesados antes del invierno
- aumentar la producción por unidad de superficie.

Como consecuencia se podría disponer, además, de una mayor superficie dedicada a la producción de rollos.

En los cuadros 1 y 2 se muestra la respuesta a la suplementación con grano de maíz o sorgo en novillos Holando que pastoreaban alfalfa, durante el período primavera- estival (octubre-febrero) con una carga de 5 nov/ha.

La producción promedio mensual de la pastura durante el período analizado fue de 1750 kg de MS/ha, correspondiendo una asignación diaria por animal de alrededor de 12 kg MS.

Esta experiencia permitió terminar los animales en, relativamente, poca superficie debido a la alta producción de pasto y al aporte del grano.

Incorporación del silaje como suplemento de pasturas de alfalfa en invierno

El planteo de intensificación descrito arriba durante el período primavera-estival, puede tropezar durante el invierno con la falta de pasto. En esta época, los silajes son un recurso importante, ya que por sus características reúnen cualidades de un voluminoso (alta concentración de fibra), apropiado para cubrir el déficit forrajero de invierno, y una considerable concentración energética debido al grano que lleva incorporado. Además, frente a una

● Cuadro 1. Consumo diario de alimentos en kg de materia seca.

Tratamientos	Cons. Past. (kg)	Cons. Grano (kg)
Grano de maíz	5.6	4.4
Grano de sorgo	5.9	4.4

● Cuadro 2. Evolución del peso vivo de novillos suplementados con granos de maíz o sorgo.

Tratamientos	Peso inicial (kgPV)	Peso final (kgPV)	Gan. Diaria (kg/an/día)
Grano de maíz	424	584	1040
Grano de sorgo	428	575	962

relación de precios desfavorable entre los granos y la carne, los silajes se ubican como una opción adicional con claras ventajas.

En los cuadros 3 y 4 se presenta información sobre el consumo y la ganancia diaria de peso de novillos en pastoreo restringido de alfalfa, durante el período invernal, suplementados con silaje de maíz o silaje de sorgo granífero. Además, se incorporó grano de maíz en ambos tratamientos, conformándose una dieta con los tres componentes (pastura, silaje y grano) participando en proporciones similares. El período de ensayo abarcó 104 días entre junio y setiembre.

En ambos tratamientos se utilizó una pastura de alfalfa de dos años de implantación con pastoreo rotativo en franjas que produjo, durante el período analizado, 970 kgMS/ha, con una oferta diaria por animal de 3,1 kg.

La carga animal promedio fue de 3 nov/ha o de 1500 kgPV/ha.

La suplementación en invierno con silaje de maíz en reemplazo del grano, puede ser otra alternativa ya que permite un adecuado balance energético-proteico a un costo aceptable.

● Cuadro 3: consumo diario de alimentos en kg materia seca.

Tratamientos	Past. alfal. (kg)	Silajes (kg)	gr maíz (kg)	Total (kg)
Silaje sorgo	2,2	3,2	3,5	8,9
Silaje maíz	2,1	3,7	3,4	9,2

Terminación en corral con dietas basadas en silajes

Silajes de sorgo uranífero o maíz

La factibilidad económica de realizar la etapa final de la invernada en confinamiento depende en gran medida, de la relación entre el precio de los granos y de la carne.

El novillo Holando, debido a su gran tamaño, tiene altos niveles de consumo para obtener 1 kg de ganancia diaria. Consecuentemente es importante integrar las dietas con insumos de costos relativamente bajos.

Un nutriente importante y de bajo precio al que se puede recurrir es a la fibra de buena calidad. Esta se encuentra no sólo en las pasturas sino además buenas reservas forrajeras tales como silajes de sorgo o maíz o rollos de pasturas de calidad.

Sin embargo, conviene destacar que cuando se hace referencia a terminación en corral es imprescindible balancear correctamente las dietas para conseguir la mayor eficiencia de transformación de alimento en carne. De este modo, si los silajes son de calidad media, se deben complementar con una fuente de energía altamente degradable, como son los granos

● Cuadro 4. Evolución del peso vivo en cada tratamiento.

Tratamientos	Peso inicial (kgPV)	Peso final (kgPV)	Gan. Diaria (g/an/día)
Silaje sorgo	448	540	985
Silaje maíz	450	555	1041



y recurrir a una fuente proteica a fin de lograr un correcto balance energético.

En los Cuadros 5 y 6 se presenta información sobre la ganancia diaria de peso de novillos en confinamiento durante el periodo invernal, alimentados con silajes sorgo granífero o maíz, en dietas integradas además con grano de maíz y semilla de algodón.

Los cultivos de sorgos forrajeros azucarados han demostrado poseer un gran potencial para producir en forma estable alta cantidad de forraje, obteniéndose de ellos silajes de buena calidad a un menor costo que el silaje de maíz, constituyendo otra alternativa para agregar en las raciones.

SILAJE DE SOJA

Algunos sistemas ganaderos de la región central de Santa Fe han comenzado a utilizar el silaje de soja para complementar la baja producción invernal de las pasturas. Por otra parte es común acelerar la terminación de novillos con dietas bases silaje de maíz o sorgo. Por tanto, esta nueva alternativa puede ser interesante para combinarla en una dieta balanceada. El objetivo del presente trabajo fue evaluar comparativamente la ganancia diaria de peso de novillos Holando Argentino (HA) engordados a corral, suplementados con silaje de soja incorporada en dietas base silaje de maíz.

- Cuadro 5. Consumo diario de alimentos (en kg de materia seca).

Tratamientos	Silajes	Grano maíz	Semilla algd.	Total
Sil. Maíz	6.2	3.5	1.8	11.5
Sil. Sorgo	6.4	3.5	1.8	11.7

- Cuadro 6. Evolución del peso vivo en ambos tratamientos.

Tratamientos	Peso inicial (kgPV)	Peso final (kgPV)	Gan. Diaria (kg/an/día)
Silaje maíz	450	551	1.07
Silaje sorgo	451	546	0.963

- Cuadro 7: Calidad promedio del silaje de soja (%/MS).

MS	PB	FDN	FDA	LDA	EE	Cz	NIDA
28,6 ± 2,3	17,5 ± 1,3	44,6 ± 4,2	32,9 ± 2,8	7,3 ± 0,9	8,7 ± 0,7	8,5 ± 0,2	15,5 ± 1,4

- Cuadro 8: Calidad promedio de las mezclas suministradas (%/MS).

	MS	PB	FDN	FDA	LDA	Cz	EE	NIDA
SJ	35,3 ± 3,2	12,7 ± 0,7	43,0 ± 3,8	26,1 ± 3,1	4,1 ± 1,3	7,8 ± 0,6	7,9 ± 0,5	17,8 ± 1,9
T	46,9 ± 4,3	10,9 ± 0,8	42,9 ± 4,1	19,6 ± 2,1	3,0 ± 0,8	7,1 ± 1,1	5,9 ± 1,3	11,2 ± 1,3

Mediante la utilización del software NRC 1996 se determinaron dos tratamientos isoenergéticos e isoprotéicos: el testigo (T): con silaje de maíz, grano de maíz, carbonato de calcio, sal común y el reemplazo de la semilla de algodón por silaje de soja (SJ).

El cultivo de soja utilizado para ensilar fue del Grupo 8 en estado fenológico R6.

En el Cuadro 7 se presenta la calidad promedio del silo de soja utilizado en la experiencia.

En el Cuadro 8 se muestra la calidad promedio de las mezclas, suministradas a los novillos, para los tratamientos SJ y T, respectivamente.

En el Cuadro 9 se muestra el peso inicial (PI), el peso final (PF), la ganancia diaria de peso (GDP), el consumo de materia seca (CMS) y la eficiencia de conversión (EFC) en ambos tratamientos.

La GDP fue superior a un kilo en ambos tratamientos. Esto indicaría que el silaje de soja fue de rápida y alta degradabilidad pues su inclusión en reemplazo de la semilla de algodón mantuvo similares niveles de concentración proteica y energética entre los tratamientos. Asimismo el CMS y la EFC fueron similares en ambos grupos. Cabe agregar que, la EFC responde al tipo de dieta suministrada y a una categoría de animal que demanda una elevada relación entre el alimento consumido y su ganancia de peso. Se concluye que el silaje de soja mostró características apropiadas para ser incluido en raciones de terminación permitiendo obtener importantes ganancias de peso en novillos Holando Argentino.

Terminación a corral con dietas integradas con subproductos de la agroindustria

CASCARILLA DE SOJA

En los últimos años, la industrialización del poroto de soja originó la disponibilidad en el mercado argentino de cascarilla que es la parte externa del poroto y se obtiene como residuo de zaranda en el proceso de extracción de aceite.

● Cuadro 9: Respuesta animal de cada tratamiento, CMS y Ef.C.

	PI kg	PF kg	GDP Kg	CMS kg	Ef.C. Kg
SJ	500,5 ± 27,2	560,3 ± 28,0	1,196 ± 0,276 ^a	14,9 ± 0,7	13,1 ± 3,7 ^a
T	504,2 ± 29,5	551,8 ± 34,6	1,027 ± 0,179 ^a	14,8 ± 0,9	14,8 ± 2,3 ^a

Números seguidos de letras distintas verticalmente difieren significativamente $P < 0,05$.

● Cuadro 10. Composición de las mezclas suministradas (kg de alimento / nov./ día).

	T kg de alimento /nov/día	CS
Heno de alfalfa	5,3	5,3
Silaje de sorgo	15,8	15,8
Cascarilla de soja	-	7,9
Grano de sorgo	6,3	1,6
Semilla de algodón	2,1	-
Total	29,5	30,6

Es un subproducto, constituido por los componentes básicos de la pared celular: celulosa, hemicelulosa y pectinas con bajo nivel de lignificación lo cual permite una rápida degradación en el rumen. Además, presenta un contenido de proteína relativamente elevado, aunque muy variable dependiendo del origen o la forma de procesamiento. Estas cualidades caracterizarían este subproducto como un energético-protéico

El objetivo de la experiencia es evaluar la inclusión de la cascarilla de soja en una dieta totalmente mezclada (TMR) con novillos Holando- Argentino, engordados a corral.

Mediante la utilización del software NRC 1996, se confeccionaron dos dietas TMR isoenergéticas e iso-protéicas, poniendo como condicionante que los forrajes conservados constituyeran el 50 % de la MS. De esta manera se crearon dos tratamientos: **testigo (T)** y cascarilla de **soja (CS)** cuya composición completa se describe en el Cuadro 10.

Debido a que en el mercado argentino se obtiene cascarilla con diferente calidad a continuación, en el Cuadro 11 se muestra la composición química de la que se utilizó en esta experiencia.

En el Cuadro 12 se presenta la composición química de las TMR utilizadas en cada tratamiento.

Como se puede apreciar en los cuadros 15 y 16 el reemplazo del 75 % del grano de sorgo y del 100% de la semilla de algodón de T respecto a CS, permitió obtener mezclas con el mismo contenido de humedad y de proteínas. Pero cuando se analizan los componentes de la pared celular (FDN y FDA) y el contenido de aceites (EE) surgen diferencias por las características de la cascarilla que reemplaza al almidón contenido en el grano de sorgo y al aceite contenido en la semilla de algodón.

En el Cuadro 13 se muestra el PV inicial, el PV final,

● Cuadro 11. Composición química (%) de la cascarilla de soja empleada (promedios ± DS).

MS	PB	FDN	FDA	LDA	EE
92,2 ± 0,7	16,9 ± 0,5	58,2 ± 8,4	40,8 ± 3,7	4,7 ± 1,7	4,8 ± 1,0

● Cuadro 12. Composición química de las TMR (promedios ± DS).

	MS	PB	FDN	FDA	LDA	EE
	%					
T	64,9 ± 3,2	14,4 ± 1,7	48,7 ± 9,7	26,2 ± 3,6	7,3 ± 0,6	9,2 ± 3,7
CS	63,9 ± 4,3	14,2 ± 0,9	54,2 ± 3,6	36,0 ± 4,2	6,8 ± 0,7	6,9 ± 1,8

● Cuadro 13. Respuesta animal de ambos tratamientos, CMS y EfC (promedios ± DS).

	kg		kg/an/día		
T	538,6 ± 22,4	614,3 ± 31,6	1,202 ± 0,273 ^a	16,9 ± 1,5	14,7 ± 3,2 ^a
CS	539,1 ± 21,7	626,6 ± 8,3	1,389 ± 0,264	18,2 ± 1,4	13,5 ± 2,3 ^b

Números seguidos de letras distintas verticalmente difieren significativamente $P < 0,05$

● Cuadro 14. Composición de la dieta en cada tratamiento.

	EC	ES	EG
 kgMH/an/día		
Silaje de maíz	33	33	33
Grano de maíz	2	2	2
Expeller	0,7	0,5	0,9
Cal	0,07	0,07	0,07
Sal	0,07	0,07	0,07

● Cuadro 15. Respuesta animal de cada tratamiento, CMS y EFC (promedios ± DS).

	MS	PB	FDN	%	FDA	LDA	EE
T	64,9 ± 3,2	14,4 ± 1,7	48,7 ± 9,7		26,2 ± 3,6	7,3 ± 0,6	9,2 ± 3,7
CS	63,9 ± 4,3	14,2 ± 0,9	54,2 ± 3,6		36,0 ± 4,2	6,8 ± 0,7	6,9 ± 1,8

la GDPV, el CMS y la Efc en ambos tratamientos durante los 63 días que abarcó la experiencia.

La GDPV superó holgadamente el kilo en ambos tratamientos siendo superior en CS. Esto permitiría confirmar que la cascarilla de soja es de rápida y alta degradabilidad alcanzando en términos de concentración energética valores similares a los granos de sorgo y maíz. El CMS promedio de SC fue tan sólo en un 8,2% superior al T. Sin embargo, esta diferencia junto con la GDPV contribuyeron a que la Efc sea mayor en CS. La cantidad de MS requerida para ganar 1 kgPV responde al tipo de dieta suministrada y a una categoría de animal que demanda una elevada relación entre el alimento consumido y la ganancia de peso.

Se concluye que la cascarilla de soja utilizada en la presente experiencia mostró características apropiadas para ser incluida en raciones TMR para obtener importantes ganancias de peso en el engorde de novillos Holando Argentino.

EXPELLER DE OLEAGINOSAS (colza, soja y girasol)

Una alternativa, para terminar novillos a corral, puede ser reemplazar el almidón de los granos por fibra fermentable de calidad, como la provista por los silajes, complementada con harinas proteicas. En esta sección se presentan resultados de una experiencia cuyo objetivo fue evaluar la ganancia diaria de peso de novillos HA alimentados con harina de colza incorporada a dietas base silaje de maíz,



comparándola con idéntica base adicionada con expeller de soja o de girasol respectivamente.

Se plantearon tres tratamientos basados en la incorporación a la ración de diferentes concentrados proteicos: expeller de colza (EC), expeller de soja (ES) y expeller de girasol (EG). Con estas incorporaciones, se formularon tres dietas isoenergéticas e isoproteicas utilizando silaje de maíz, grano de maíz, carbonato de calcio, sal común y el expeller correspondiente a cada tratamiento en cantidades acordes a su contenido en proteína bruta (PB).

La concentración de proteína de los expeller utilizados fueron: EC 33,7%, ES 43,7% y EG 28,2%.

El porcentaje de PB y de energía neta para mantenimiento y ganancia (ENm y ENg) estimadas por NRC de las dietas, para EC, ES y EG respectivamente fueron: PB: 8,5, 8,1 y 7,9%; ENm: 1,74, 1,74 y 1,73 Mcal/kgMS; ENg: 1,12, 1,12 y 1,11 Mcal/kgMS. Las dietas se suministraron como raciones totalmente

mezcladas (TMR) una vez al día por la mañana, con un *mixer* provisto de balanza.

La composición promedio de las mezclas en todos los tratamientos fue: MS 37,5 ± 0,4%, PB 8,2 ± 0,5%, FDN 44,3 ± 1,2% FDA 21,6 ± 0,6%, LDA 2,2 ± 0,0%, EE 5,5 ± 0,1%, Cz 6,4 ± 0,3%, NIDA 13,0 ± 0,8%.

En el Cuadro 15 se muestra el PVinicial, el PVfinal, la GDPV, el CMS y la EfC en ambos tratamientos.

Ninguna de las variables analizadas en el Cuadro 19 tuvo diferencias significativas. Los niveles de consumo alcanzados fueron compatibles con la concentración energética de las dietas y la relativamente baja eficiencia de conversión se explica por los altos niveles de fibra de las dietas.

Estos resultados permiten concluir que, en las condiciones del ensayo, el expeller de colza tuvo comportamiento similar al de soja y girasol en novillos Holando- Argentino. ■

Bibliografía

- ANDREO, N. y CASTRO, H. 2006. El rastrojo de soja en la dieta de terminación de novillos Holando Argentino. Anuario 2005. INTA Rafaela. 29 -31.
- CASTRO, H., ANDREO, N. y VOTTERO, D. 2001. Evaluación de suplementos para la terminación de novillos Holando. XVII Reunion Latinoamericana de Prod. Anim. La Habana - Cuba. Ed. Cd. Rom.
- CASTRO H., ANDREO N. y VOTTERO D. 2001. Evaluación de dietas integradas por silajes de sorgo granífero o maíz para la terminación de novillos Holando Argentino. 24 Congreso Argentino de Producción Animal. Río IV, Cba. 19-21 de setiembre. Rev. Arg. Prod. Anim. Vol 21 Supl 1.
- CASTRO, H. ANDREO N. y VOTTERO D. 2002. Utilización del silaje de sorgo forrajero azucarado en la terminación a corral de novillos Holando. Rev. Arg. Prod. Anim. - Vol. 22 - Spl. 1.
- CASTRO, H., ANDREO, N. y VOTTERO, D. 2003. Terminación de novillos Holando en invierno sobre pasturas de alfalfa y silaje de maíz. Rev. Arg. Prod. Anim. - Vol. 23 - S°pl. 1.
- CASTRO, H. y ANDREO, N. 2006. Evaluación del silaje de soja como suplemento proteico en dietas de terminación a corral de novillos Holando. Revista Argentina de Producción Animal. Vol 26 Supl. 1. 33 - 34.
- CASTRO, H.; ANDREO, N. y GALLARDO, M. 2006. Evaluación de la harina de colza en la dieta de novillos Holando Argentino en terminación. 2006. Revista Argentina de Producción Animal. Vol. 26. Supl. 1.34 -35.

Recría de Vaquillonas

● **Ings. Agrs. Norberto A. Andreo y Miriam Gallardo**
Meds. Vets. Martín Maciel, Oscar Anziani e Ignacio Fandiño
 INTA Rafaela

En la unidad experimental del INTA Rafaela, se desarrollaron diferentes experiencias tendientes a acortar la edad para el primer servicio y procurar un adecuado crecimiento durante la gestación, para lograr un óptimo desarrollo genital y la máxima producción de leche. El trabajo se realizó con vaquillonas Holando-Argentino.

- La edad que tienen las vaquillonas de reemplazo, en el momento del primer parto, es uno de los indicadores más utilizados para evaluar la eficiencia de la recría. Para acortar este proceso, sólo es posible reducir el período que transcurre desde el nacimiento hasta el primer servicio, dado que la etapa de cría, por su corta duración, tiene escaso impacto en la longitud del ciclo total.

En la región, el promedio de edad al primer servicio oscila entre los 22 y 24 meses, lo que hace que el primer parto se produzca cuando las vaquillonas tienen casi tres años de edad. Por otra parte, tampoco es bueno el crecimiento poservicio, de manera que ingresan a la primera lactancia con un tamaño sensiblemente inferior al adulto. Ambas deficiencias causan dificultades para obtener los reemplazos necesarios, en los tambos con animales bien desarrollados. Asimismo, se somete a los animales a períodos de restricción y realimentación en la gestación, que suelen tener impacto en los eventos reproductivos.

Alimentación de las hembras de reemplazo en un sistema real

El rodeo lechero del INTA Rafaela tiene dos períodos anuales de pariciones de tres meses de duración, uno en otoño y otro en primavera. Por esta razón, las hembras de reposición deben recibir el servicio en los momentos adecuados, de manera tal que los partos se produzcan dentro de los períodos mencionados. Dentro de este esquema de recría, se programó iniciar los servicios a los 15 meses, con un peso superior a los 330 kg.

Para cumplir con esta meta se estableció una estrategia alimenticia basada en pasturas de alfalfa, heno y cantidades reducidas de concentrados, y un control estricto de parásitos internos.

El objetivo consiste en describir los componentes de un sistema alimenticio empleado en la recría de vaquillonas y cuantificar la evolución del peso.

Se inició con la recría de 60 hembras Holando Argentino nacidas entre julio y setiembre, utilizando pasturas de alfalfa. La superficie asignada fue de 12 ha, aunque en el período diciembre - marzo, usaron solamente 5 ha, destinándose el resto a cortes para heno. Desde abril a octubre del año siguiente, se utilizó toda la superficie. El área de pastoreo total fue de 7,6 ha. Además, en este último período se suministró heno a voluntad, consumiéndose la totalidad de los 84 rollos disponibles.

Los concentrados utilizados fueron grano de maíz, grano de sorgo y balanceado comercial al 13% de proteína bruta. El suministro se hizo durante diciembre y enero, se suspendió en febrero y marzo, continuando luego desde abril en adelante. Las variaciones, en el tipo de concentrados, obedecieron a razones de disponibilidad y precios. El nivel de suplementación diario nunca fue superior a 2 kg / animal, ajustándose según la disponibilidad de las pasturas y la demanda alimenticia de las vaquillonas.

En el cuadro 1 se presentan los alimentos utilizados, aclarando que para estimar el consumo se consideró una producción de 12.000 kg de MS / ha para la pastura, 400 kg de MS para los rollos y un 88% de MS para los concentrados. Además, se calculó el valor energético de los alimentos, considerando una eficiencia de utilización del 60% para las pasturas y un 90% para heno y concentrados. En cuanto a la calidad, se consideró 2,3; 2,2 y 2,9 megacalorías (Mcal) de energía metabólica (EM) por kg de MS para las pasturas, el heno y los concentrados, respectivamente.

La duración de la recría fue de 314 días, el peso inicial de los animales fue de 89 kg, el final de 333 kg; por lo tanto, el acumulado fue de 244 kg y la ganancia de 0,777 kg.

Estos resultados indican la factibilidad de obtener adecuadas ganancias de peso durante la recría, con el uso de pasturas, forrajes conservados y bajos niveles de concentrados.

- Cuadro 1. Estimación del total de los alimentos y aporte energético con su participación porcentual.

Alimento	Cantidad (kg de MS)	Energía (Mcal EM)	Porcentaje
Pastura de alfalfa	91.200	128.856	58
Heno de alfalfa	33.600	66.528	31
Grano de maíz	1.056	2.756	1
Grano de sorgo	3.256	8.498	4
Alimento balanc.	5.306	13.849	6

Evolución de peso de vaquillonas bajo diferentes estrategias alimenticias

En los sistemas de producción de la región central de Santa Fe, por diferentes circunstancias, no siempre se dispone de pasturas de calidad y cantidad adecuadas, para que utilizadas como alimento principal de hembras de reemplazo, permitan alcanzar peso de servicio alrededor de los 15 meses.

Por lo tanto, en algunos períodos del año se suele apelar al uso de otros recursos alimenticios, como forrajes conservados y concentrados para obtener un ritmo de crecimiento sostenido de los animales.

El objetivo fue evaluar diferentes estrategias alimenticias, para la cría de vaquillonas Holando Argentino, que permitan alcanzar peso de servicio a los 15 meses.

Se utilizaron 33 hembras Holando Argentino, las que luego de un período de dieta líquida de 45

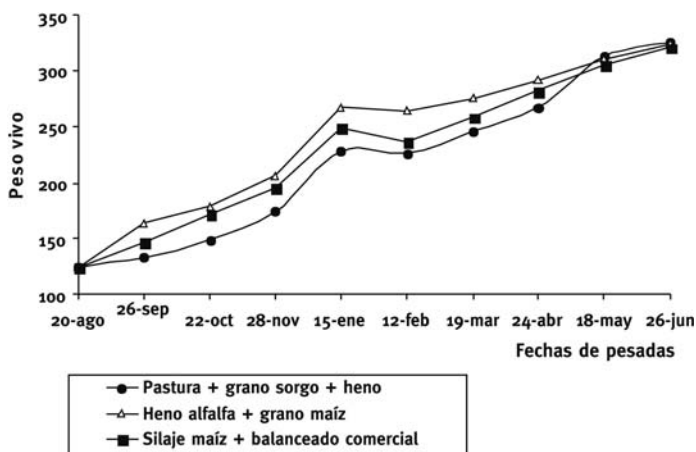
días, permanecieron juntas sobre pasturas, recibiendo además 2 kg/día de concentrado durante cinco meses, posteriormente se dividieron 3 grupos de 11 animales e ingresaron a los siguientes tratamientos:

- Pastura de alfalfa y heno de alfalfa a voluntad y 2 kg de grano de sorgo.
- Heno de alfalfa a voluntad y grano de maíz.
- Silaje de maíz a voluntad y balanceado comercial 13%PB.

Los animales del tratamiento 1 utilizaron pasturas de alfalfa mediante pastoreo rotativo, con cambios de franja a intervalos de 5 a 7 días, heno de alfalfa bajo la forma de rollos y grano de sorgo quebrado en comederos. Los animales de los tratamientos 2 y 3 estuvieron alojados en corrales durante todo el desarrollo de la experiencia. En el gráfico 1 se muestra la evolución de peso de los 3 grupos de animales.

Se puede apreciar que las dietas utilizadas permitieron obtener una evolución de peso similar en todos los tratamientos. El peso inicial fue de

- Gráfico 1. Evolución de peso de vaquillonas en tres estrategias alimenticias.



● Cuadro 2. Cantidades diarias promedio de alimentos ofrecidos en los tres tratamientos.

	1	2	3
	kg MS /día		
Heno de alfalfa	0,6	-	6,8
Silaje de maíz	-	-	5,3
Grano de maíz	-	3,5	-
Balanceado comercial	-	-	3,5
Grano de sorgo	1,8	-	-
Pastura de alfalfa	10,6	-	-

● Cuadro 3. Desarrollo genital de las vaquillonas.

Tratamiento (n)	ovarios			úteros		
	C	A+F	ASE	1	2	3
	----- nº de animales -----					
CR (22)	21	1	0	0	9	13
GS (31)	20	2	9	9	9	13

124 kg para los tres grupos, mientras que los finales fueron de 202, 201 y 197 kg, y las ganancias diarias de 0,651, 0,648 y 0,635 kg, para los tratamientos 1, 2 y 3, respectivamente. A continuación se muestra la oferta de alimento para los distintos grupos de animales.

La oferta de pastura se estimó a partir de la producción de los lotes utilizados, considerando una eficiencia de utilización del 60%. En cuanto a los forrajes conservados en los tratamientos a corral, se aprecia una mayor oferta de heno, debido a que el desperdicio fue más alto durante el período de lluvias excesivas ya señalado.

Las tres estrategias permitieron alcanzar peso de servicio a los 15 meses de edad.

Efecto de la utilización de un concentrado comercial en el primer servicio

Diferentes trabajos experimentales demostraron la factibilidad de efectuar el primer servicio a vaquillonas Holando Argentino (HA) de alrededor de 15 meses de edad, con un peso equivalente al 55 -60% del peso adulto, utilizando pasturas suplementadas con 2 kg diarios de grano de sorgo o maíz. El objetivo fue evaluar el efecto de la suplementación con un concentrado comercial

para recría, para lograr el peso y el desarrollo genital óptimos para comenzar el primer servicio a 13 meses de edad.

Se utilizaron 53 vaquillonas que, luego de la etapa de crianza artificial, accedieron a pasturas de alfalfa suplementadas con 2 kg de grano de maíz. A partir de los cinco meses de edad, 22 recibieron un concentrado comercial para recría (CR), en tanto que las restantes consumieron grano de sorgo quebrado (GS). Los concentrados se suministraron a razón de 1,5% del peso vivo. Cuando tenían 12 meses, se efectuó la palpación rectal y se comenzó con la observación visual de celos durante 24 días. Los ovarios se clasificaron en cíclicos (C): con estructuras correspondientes a distintas etapas del ciclo estral; acíclicos con folículo (A+F): folículos > de 8mm y acíclicos sin estructuras (ASE): ovarios pequeños (15 x 10 mm) sin estructuras palpables. El desarrollo uterino se clasificó en grados: 1 (inmaduros, con cuernos de <20 mm de diámetro, sin tono), 2 (cuernos de 25-30 mm, con tono) y 3 (cuernos de 30-35 mm de diámetro, con buen tono). Los consumos fueron de 3,05 y 2,95 kg de concentrado / día para CR y GS, respectivamente. No hubo diferencias en la GDP. Los animales del grupo CR ganaron 0,928 kg / día, un peso final de 337 kg y 398 días de edad, mientras que para GS fue de

● Cuadro 4. Peso inicial, final, acumulado y ganancia diaria, de vaquillonas alimentadas con dos tipos de heno.

	Inicial	Final	Acumulado	G.D.P.
	kg			
Heno de moha	276,4	334,1	57,7	0,687
Heno de alfalfa	280,6	351,1	70,5	0,840

● Cuadro 5. Duración de las lactancias, producción de leche, grasa butírosa y proteína de vaquillonas con y sin suplementación posparto.

Tratamiento	Duración de la lactancia		Producción	
	(días)	leche (litros)	grasa (kg)	proteína
Sin suplementación	287	5289	192	180
Con suplementación	291	5949	225	185

0,834 kg; 317 kg y 394 días, respectivamente. En el cuadro 3 se muestra la clasificación de los úteros y los ovarios en ambos grupos.

Las vaquillonas del grupo CR llegaron a la madurez sexual (desarrollo uterino y actividad ovárica) en menos tiempo que el GS. Hubo diferencias en la demostración de celos (22 vaquillonas del CR vs. 24 del GS). Sin embargo, durante el período de observación, se vio que a los 14 días, como promedio, apareció el celo en ambos grupos.

Se concluye que la suplementación con un concentrado de calidad superior al grano de sorgo, no mejora la ganancia de peso, pero permite ingresar vaquillonas de 13 meses de edad al primer servicio, con una mayor precocidad en el desarrollo genital y en el comportamiento sexual.

Utilización del heno de alfalfa y moha en la alimentación

La alfalfa y la moha son las especies, habitualmente, más utilizadas en la confección de heno, particularmente, en forma de rollos. Por tal motivo, se comparó la evolución de peso de vaquillonas alimentadas con dos tipos de heno, en forma de rollos. Se utilizaron dos lotes de cinco vaquillonas, cada uno, que recibieron los henos a voluntad, y, además, una suplementación de 2 kg diarios por animal de grano de sorgo. La experiencia tuvo una duración de 84 días. En el cuadro 4 se muestra la evolución del peso.

En las condiciones en que se desarrolló la experiencia, el heno de alfalfa permitió obtener mejores ganancias de peso.

La suplementación preparto

Efecto sobre la producción de leche y los parámetros reproductivos

Diversos autores, han señalado que existiría, una relación directa entre el peso al parto y la producción de leche de la primera lactancia. Por otra parte, en algunos países, se proponen estrategias de crecimiento, para que la vaca lechera complete su desarrollo corporal al iniciar la segunda lactancia o, eventualmente, en su transcurso.

El objetivo fue evaluar el impacto de la suplementación preparto sobre el peso en el momento del parto, la producción de leche, y el comportamiento reproductivo en vaquillonas Holando Argentino.

Se utilizaron 40 vaquillonas del rodeo del INTA Rafaela, que recibieron servicio a la edad, promedio, de 15 meses. Desde ese momento, y hasta finalizar el sexto mes de gestación, se manejaron, en forma conjunta, sobre pasturas de alfalfa y heno de alfalfa a voluntad.

A partir de entonces, 20 continuaron con la misma alimentación, en tanto que las restantes recibieron, además, una ración diaria de 2 kg de grano de sorgo y un kg de semilla de algodón, hasta el parto.

Durante la lactancia tuvieron la misma alimentación, basada en pasturas de alfalfa, silaje de maíz y balanceado comercial.

Todos los animales, incluidos en un esquema de pariciones estacionadas, recibieron servicio a partir de los 45 días posparto. Se determinó el

peso al primer servicio y al posparto, la duración de la lactancia, la producción y composición química de la leche, durante la lactancia, y el comportamiento reproductivo.

El peso de los animales al servicio fue similar para ambos grupos (329 kg), mientras que en el posparto, los suplementados pesaron en promedio 35 kg más, equivalentes a un incremento del 7%, con respecto al testigo. En el cuadro 5 se presentan los principales resultados de producción de ambos grupos.

La duración de las lactancias fue similar para ambos grupos. La producción de leche de las vaquillonas suplementadas fue un 11% mayor, con un incremento de 660 litros. Asimismo, produjo más grasa y proteína (33 y 5 kg, respectivamente.)

Los parámetros reproductivos analizados, no mostraron diferencias. Los valores promedio para ambos grupos en fueron: 1,6 servicios por preñez; 87 días de intervalo parto - primer servicio y un 15% de vacas vacías.

Se concluye que la suplementación preparto en vaquillonas Holando Argentino, incrementa el peso posparto y mejora la producción de leche de la primera lactancia.

Efecto de diferentes planos nutricionales, durante la gestación, sobre el tipo de parto

La sobrealimentación de vaquillonas, durante el último período de la gestación, puede ocasionar dificultad en los partos e inconvenientes en la eficiencia reproductiva.

El objetivo fue evaluar el tipo de parto en vaqui-

llonas Holando Argentino, sometidas a diferentes planos alimenticios, durante la gestación.

A partir de la confirmación de la preñez (60 días posparto) se distribuyeron en dos grupos, restringido (R) y suplementado (S), según peso vivo y fecha probable de parto (FPP). Ambos grupos utilizaron pasturas de alfalfa, en su segundo año de producción hasta tres meses antes de la Farra el grupo S se dispuso de 2 kg/an/día de concentrado comercial. Hasta 21 días antes de la FPP, el grupo R se alimentó con pasturas de alfalfa de cuarto año de producción, mientras que el S siguió con la misma alimentación.

Posteriormente, en corrales hasta el parto, el grupo R recibió heno de alfalfa a voluntad, y el S una dieta integrada por 15 kg de silo de sorgo, 0,6 kg de residuo de soja, 2,4 kg de balanceado comercial y 4 kg de heno de alfalfa por an/día. Se determinó la oferta de las pasturas, mensualmente, y la calidad de los alimentos ofrecidos.

Se evaluó el peso vivo y la condición corporal al iniciar el último tercio de la gestación (inicio de la restricción), 21 días antes de la fecha probable de parto (preparto) y el día posterior al parto (posparto).

El tipo de parto se clasificó en: fácil (F), asistido por 1,2 o 3 personas en A1, A2 y A3, respectivamente, y con extractor de terneros HK 2002@ (E). Se registró, además, el sexo, el peso y la mortalidad periparto.

La oferta promedio de las pasturas de alfalfa de segundo y cuarto año fue de 860 y 420 kg de MS/ha, respectivamente.

El peso promedio de las vaquillonas, al inicio del ensayo fue de 435,8 kg para el grupo R y de 431,2 kg para el grupo suplementado S.

● Cuadro 6. Peso vivo (PV) y condición corporal (CC) al inicio de la restricción, en el preparto y posparto en los grupos Restringido y Suplementado.

	Inicio Rest.		Preparto		Posparto	
	PV	CC	PV	CC	PV	CC
Restringido	527.4	3.36	547.1	2.88	517.9	2,23
Suplementado	526.4	3.60	599.7	3.45	556,1	2,87

● Cuadro 7. Porcentaje de partos fáciles (F), con asistencia de una, dos y tres personas (A1, A2, A3) y con extractor (E) en los grupos Restringido y Suplementado.

Grupo	F	A1	A2	A3	E
Restringido	60,0 %	26,6%	0,00%	0,0%	13,4%
Suplementado	18,7%	6,2%	12,5%	0,0%	62,5%

En el cuadro 6 se muestran los resultados de peso vivo y condición corporal de ambos grupos.

Al inicio de la restricción, no hubo diferencias en el peso, pero sí en la condición corporal; luego, en el pre y posparto, ambos parámetros fueron diferentes entre grupos.

En el cuadro 7 se muestra el tipo de parto en los diferentes grupos.

El peso de los terneros fue de 39,7 kg y 42,5 kg para los grupos R y S, respectivamente. No hubo diferencias de peso entre machos y hembras.

El grupo suplementado tuvo mayores dificultades de parto; probablemente, debido a un aumento del engrasamiento periférico del canal blando. Bajo las condiciones en que se desarrolló la experiencia, se puede concluir que el plano nutricional, en el último trimestre de la gestación, tendría mayor influencia sobre el tipo de partos, que el peso de los terneros y el semen recomendado.

Efecto de la suplementación energética preparto y del balance nutricional posparto sobre el desempeño reproductivo

El objetivo fue evaluar el desempeño reproductivo de vacas primíparas sometidas a diferentes planos nutricionales en el periparto.

Se utilizaron 28 vaquillonas Holando Argentino, con 27 a 29 meses de edad, asignadas a dos grupos de alimentación preparto: restringido (R) y suplementado (S). A partir de la parición fueron redistribuidas, según la fecha del parto, en otros dos grupos, balanceado (B) y testigo (T), constituyéndose cuatro grupos (R/B, R/T, S/B, y S/T).

Durante el período preparto, los animales estuvieron en pasturas de alfalfa de segundo año, hasta tres meses antes de la fecha probable de parto (FPP), pero los del grupo S dispusieron, además, de 2 kg/an/día de concentrado comercial.

Entre los tres meses hasta 21 días antes de la FPP, las vacas del grupo R estuvieron en pasturas de alfalfa de cuarto año, mientras que las del S siguieron con la misma alimentación. Posteriormente, en corrales hasta el parto, el R recibió heno de alfalfa a voluntad y el S una dieta integrada por 15 kg de silo de sorgo, 0,6 kg de residuo de soja, 2,4 kg de balanceado comercial y 4 kg de heno de alfalfa por an/día.

Luego del parto, las dietas fueron las siguientes:

Se evaluó la condición corporal (CC) con la escala de 1 a 5, el día posterior al parto y cada 15 hasta los 90 días posparto.

El servicio, estacionado durante 80 días, se realizó con inseminación artificial (IA). Los indicadores reproductivos de servicio estacionado utilizados fueron:

- Porcentajes de IA a las tres semanas (%IA3S) del inicio del servicio
- Porcentaje de preñez a las seis semanas (% P6S) del inicio del servicio
- Porcentaje de preñez al primer servicio (% P1 S)
- Porcentaje de preñez general (%PG)
- Porcentaje de vacas en anestro (%A)
- Intervalo parto-concepción (IPC).

Se encontraron diferencias entre el grupo R (2,2) y el S (2,8), en la CC, el día posterior al parto. En el cuadro 9 se muestran los indicadores de desempeño reproductivo obtenidos.

El 23% de las vaquillonas, todas del T, se mantuvieron en anestro durante toda la experiencia.

El desempeño reproductivo del grupo Restringido al preparto y Testigo en el posparto (R/T), fue inferior al resto en todos los indicadores.

No hubo diferencias entre el resto de los grupos. Los resultados del grupo Suplementado al preparto y Testigo en el posparto (S/T) no difieren de los grupos "Balanceados", probablemente, porque las vacas del S/T tuvieron una buena CC al parto, que compensó las deficiencias nutricionales posteriores.

De acuerdo con lo observado y con el desempeño de grupo "Suplementado", se puede concluir que además de la CC al parto, una dieta balanceada posparto, puede ser el factor de equilibrio más importante en el desempeño reproductivo. ■

● Cuadro 8. Dietas testigo luego de parto.

Testigo (an/día)	Balanceado (an/día)
24 kg de pastura de alfalfa	27 kg de pastura de alfalfa
14,5 kg de silo de maíz	21 kg de silo de maíz
3,5 kg de heno de alfalfa	4,3 kg de grano de maíz
4,5 kg de afrechillo de trigo	1,7 kg de grano de trigo
	1,0 kg de residuo de soja
	2,5 kg de afrechillo de trigo
	0,3 kg de expeller de girasol
	0,1 kg de harina de pescado
	0,2 kg de monensina

● Cuadro 9. Desempeño reproductivo de vacas Holando Argentino primíparas con diferentes niveles de alimentación en el pre y posparto.

Indicadores	Preparto Restringido	Suplementado		
	Posparto Testigo	Balanceado	Testigo	Balanceado
%IA3S	50.0	71.4	71.4	66.6
%P6S	25.0	42.8	57.1	50.0
%P1S	16.6	57.1	50.0	16.6
%PG	50.0	85.7	71.4	66.6
IPC (días)	171.2	139.1	130.8	148.3

Bibliografía

- Andreo, N.; Maciel, M.; Fandiño, I. y Gallardo, M. 2003. Efecto de diferentes planos nutricionales durante la gestación sobre el tipo de parto en vaquillonas Holando Argentino. *Revista Argentina de Production Animal*. Vol. 23 Supl. 1. 12 – 13.
- Chelikani, P.; Ambrose, J. y Kennelly, J. 2003 Effect of dietary energy and protein density on body composition, attainment of puberty, and ovarian follicular dynamics dairy heifers. *Theriogenology*. Vol. 60. 707 – 725.
- Penno, J. 1994. Target liveweights for replacement heifers. *Proceeding of Ruakura farmers Conference* 46: 70 -75.
- Foldager, J. and Seijersen, K.1987. Mamary development and milk production in dairy cows in relation to feeding and hormone manipulation during rearing. *Cattle Production Research. Danish Status and Perspectives*. Copenhagen 318 -330.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 2001. *Nutrient Requeriments of dairy cattle*. 7th ed. National.Washington DC. 90 p.
- Troccon, T. 1993. Effects of winter feeding during the rearing period on performance and longevity in dairy cattle. *Livestock Production Science* 36: 157 -176
- Waldo, C.; Rexroad, C. and Caputo, A. 1994. Effects and daily gains as heifers on milk production of Holstein cattle. *USDA, Agricultural Research Service*. 217 -221.
- Romero, L.; Bruno, O. y Gaggiotti, M. 1991. Alimentación de vaquillonas con rollos de alfalfa y moha tapados y sin tapar. *INTA EEA Rafaela. Jornadas de información técnica para productores*. 65 -66.

* Lista completa de referencias disponible por demanda.

Curva de Producción y Composición de Leche Bovina

La producción de una vaca lechera a través de su lactancia es muy variable y difícil de controlar; por tanto, contar con las herramientas que permitan caracterizarla, brinda la posibilidad de evaluar diferentes alternativas de manejo para la toma de decisiones.

Importancia del impacto que tiene el contar con información discriminada, para la caracterización de un sistema de producción lechera.

● Ing. Agr. Alejandra L. Cuatrin
INTA Rafaela

- En los principios de su conocimiento poco importaba la forma que adquiría, simplemente se evaluaba la producción total de una vaca desde el parto hasta su secado. Más tarde, a quienes trabajaron en el mejoramiento de los niveles de producción, les interesó saber que forma adoptaba la producción a través del tiempo, con un doble propósito:

1. Desde un punto de vista productivo para lograr las mayores producciones en los momentos en donde la producción era crítica respecto del precio, ubicando de estas forma, mediante distintas estrategias de parto, a los picos de producción en dichos momentos.

2. Desde el punto de vista genético para el desarrollo de estrategias de mejoramiento animal tomando ciertos momentos productivos o características de la curva de producción que les permite lograr una mejora en esos parámetros en particular que inciden directamente en la producción total del animal.

Ya desde 1920 Brody planteó el primer modelo matemático, indicando que la curva de producción, en principio, podía ser expresada como una línea recta que desciende desde el parto hasta el final de la lactancia. Pocos años después, en estudios más profundos, pudo vislumbrar el verdadero comportamiento de la curva de producción, la cual presenta un ascenso desde el inicio de la lactancia hasta los 60 días, para posteriormente descender hasta el momento del secado.

Al igual que la producción, los componentes sintetizados dentro de la glándula mamaria presentan igual comportamiento, pero en sentido inverso, por un efecto de dilución, presentando sus valores menores cuando la producción es máxima, y los valores mayores al inicio y final de la lactancia.

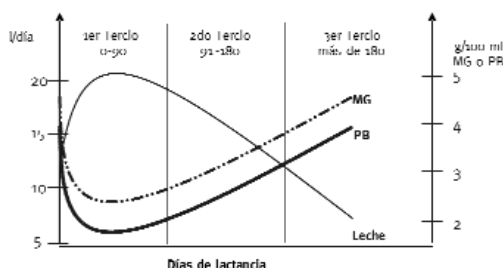
La curva característica de producción de leche a lo largo de la lactancia, ha muy estudiada en el último siglo.

Esta presenta un comportamiento caracterizado por tres parámetros:

- Producción al inicio de la lactancia.
- Tasa de ascenso desde el inicio de la lactancia al punto de máxima producción (pico de lactancia).
- Tasa de descenso desde el pico de lactancia al secado (final de producción).

Una curva típica de producción de leche tiene una duración aproximada de 305 días. En el sistema de producción lechero lo óptimo es que una vaca se preñe y tenga un ternero por año, lo que da a lugar a 305 días de lactancia seguida de un período típico de 60 días de seca (sin producción), lo que permitiría tenerla nuevamente en condiciones de iniciar una nueva lactancia. En la figura 1, se presenta el comportamiento típico.

● Figura 1. Comportamiento de la producción y composición de la leche a través de la lactancia.



Para poder estudiar los sistemas de producción es fundamental conocer como es la curva de producción, como así evaluar el impacto que tienen los diferentes factores que la pueden modificar. La producción de una vaca lechera a lo largo de su lactancia es muy variable y difícil de controlar; por tanto, contar con las herramientas que permitan caracterizarla, da la posibilidad de evaluar diferentes alternativas de manejo para la toma de decisiones. Todo aquello que afecte al animal antes del parto (nutrición sanidad, condiciones ambientales, etc.) y posterior a este, van a modificar la curva típica de producción, haciendo achatar o acortar la curva.

El modelo ajustado para caracterizar la curva fue el propuesto por Word, quien a partir de tres parámetros define a la curva total de producción, con la ventaja adicional que desde el punto de vista productivo, dichos parámetros tienen interpretación.

Para evaluar el comportamiento de la curva de producción en sistemas pastoriles, en el INTA Rafaela se llevaron a cabo repetidos relevamientos de los rodeos disponibles, los cuales variaron en la raza, momento de parto, número de parto, que fueron considerados como factores de cambio de la curva de lactación.

Dentro de los factores que modifican la producción y la composición de leche, específicamente materia grasa (MG) que se pudieron evaluar se encuentra: el momento del parto, teniendo en cuenta la época del año donde se produce el inicio de la lactancia, como así también el número de parto.

A partir de datos obtenidos de registros de 25 años de la Estación Experimental Rafaela del INTA se realizó una caracterización, teniendo en cuenta los primeros y segundos partos, y la primavera (PRIM) y el otoño (OTO) como estaciones del año en donde se producían.

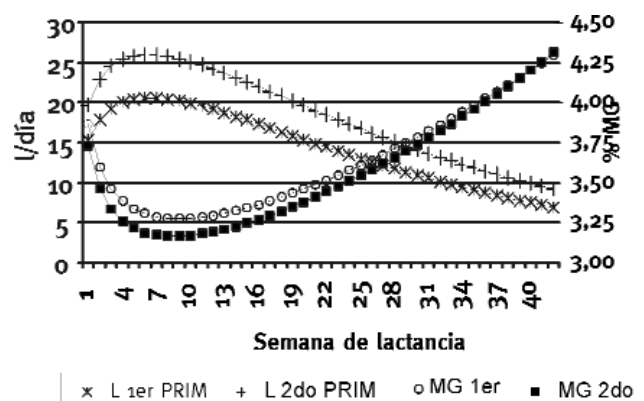
Se consideraron más de 3000 lactancias para hacer estimaciones de curvas de producción de leche (L) y composición de la MG.

La PRIM correspondió a junio a octubre, y el OTO al intervalo de febrero a mayo. Las curvas de ajuste para las combinaciones de estaciones del año y número de parto se presentan en las figuras 2 y 3, respectivamente.

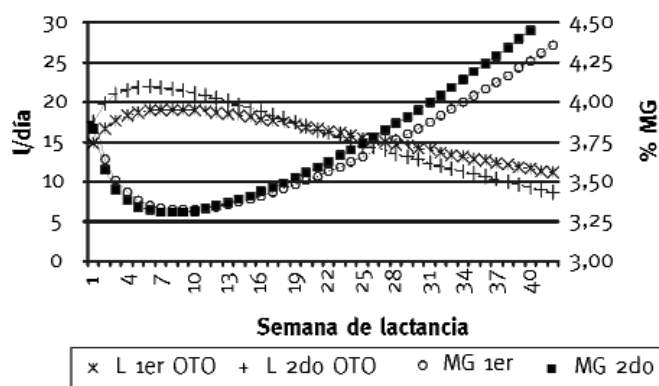
Como se puede visualizar, en la figura 2, la producción de leche se incrementa de la primera a la segunda lactancia, en promedio un 28,5%, dándose la mayor diferencia en términos relativos al final de esta, con valores superiores a un 30%. La MG es inferior en las segundas lactancias vs. las primeras, este descenso oscila alrededor del 2% lo que en términos de porcentaje de grasa sería alrededor del 0,07%.

En la figura 3 se visualizan los cambios entre primeras y segundas lactancias de los partos de otoño, no siendo tan evidentes como en la primavera, las vacas de primer parto presentan un valor menor de producción hasta la semana 20, a partir de la cual el valor es superior para las de segundo parto. Esto estaría indicando que la persistencia de las vaquillonas es mayor. Respecto del porcentaje de MG, el comportamiento es similar, presentando las de segundo parto, valores mayores al final de la lactancia.

● Figura 2. Comportamiento de la producción de leche y de la MG a lo largo de la lactancia para partos de primavera.



● *Figura 3. Comportamiento de la producción de leche y de la MG de la leche a lo largo de la lactancia para partos de otoño.*



La producción es mayor en los partos de primavera respecto de los de otoño, pero la persistencia de los de otoño es mayor. Independientemente de la estación de parto, el pico de producción es mayor en los segundos partos respecto de los primeros y en la primavera respecto del otoño.

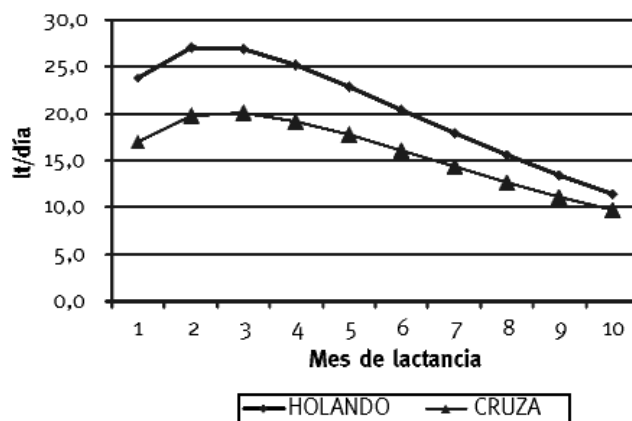
La producción y la composición a través de la lactancia se modifican según el número de parto y estación del año, lo cual concuerda con lo observado en la bibliografía.

Para ver el efecto que tiene la raza de los animales en el comportamiento de la producción y composición de leche se evaluaron vaquillonas que pertenecían a diferentes razas. Durante el período 2002-2003 se evaluaron en la Unidad de Producción Lechera del INTA Rafaela, lactancias para dos grupos de vaquillonas: Holando de parición de invierno- primavera "HI" (julio-agosto) y cruza media sangre Holando x Jersey de parición en la misma fecha "CI".

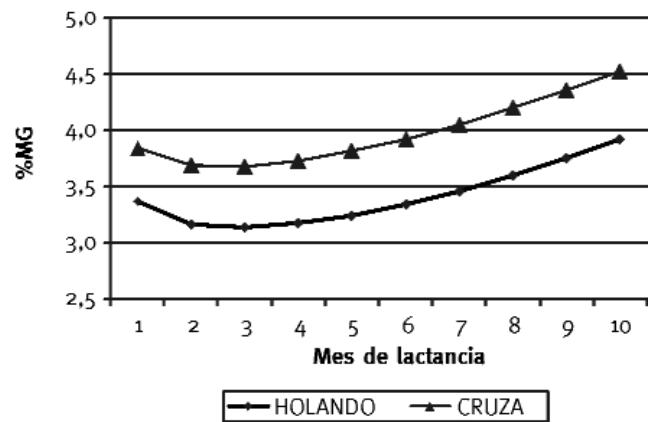
La dieta promedio ofrecida a los animales durante la lactancia, expresada en porcentaje de la materia seca total, consistió en a) Otoño - Invierno = 35% pastura de alfalfa, 30% silaje de maíz y 35% balanceado, b) Primavera - Verano = 70% pastura de alfalfa, 5% heno y 25% balanceado.

Las vaquillonas Holando produjeron más leche que las cruza. Las curvas de lactancia de las vaquillonas presentaron el mismo comportamiento, con un pico de producción bien marcado entre el segundo y tercer mes de lactancia, y una tasa de descenso también pronunciada. Como era de esperar, las vaquillonas cruza (CI) presentaron concentraciones de grasa butirosa y proteína bruta de la leche superiores a las vaquillonas Holando a lo largo de toda la lactancia. Se encontró un paralelismo entre las curvas de evolución de las concentraciones de ambos sólidos de la leche, con un comportamiento típico de descenso desde el primer al tercer mes de lactancia y un incremento marcado hacia su final (Figuras 4, 5 y 6).

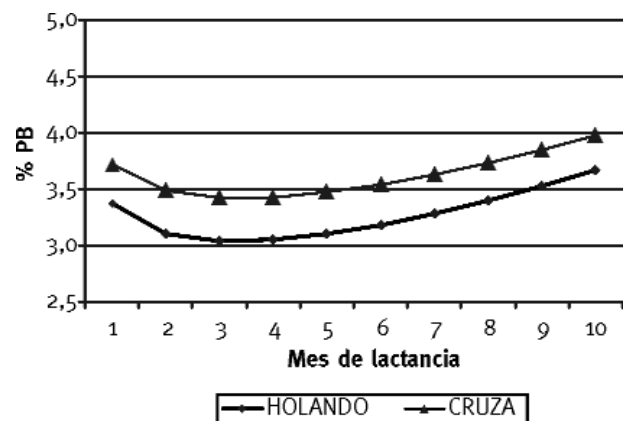
● *Figura 4. Comportamiento de la producción de leche a lo largo de la lactancia para dos razas de vacas.*



● *Figura 5. Comportamiento de la producción de la MG de la leche a lo largo de la lactancia para dos razas de vacas.*



● *Figura 6. Comportamiento de la producción de la PB de la leche a lo largo de la lactancia para dos razas.*



Como se sabe, la nutrición que recibe el animal impacta directamente sobre la curva de producción de la vaca lechera. Por esto se procedió a evaluar la eficiencia de un sistema de producción de leche utilizando vacas paridas en invierno - primavera, las cuales fueron sometidas a un manejo alimenticio basado exclusivamente en pasturas de alfalfa. Las pariciones de las vacas de raza Holstein se concentraron entre julio y agosto. Durante toda la lactancia los animales tuvieron acceso a pasturas de base alfalfa y a sus excedentes (heno o henolaje). El ajuste de la ecuación se presenta en la figura 7.

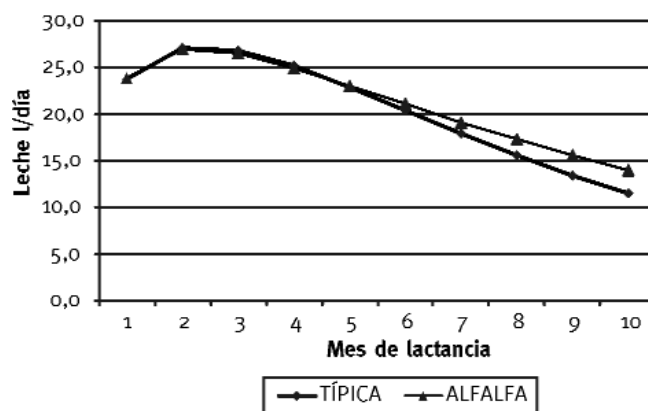
La tasa de crecimiento de la producción, entre el inicio y el pico de la lactancia, fue elevada

para luego ser sensiblemente baja durante la fase descendente de la curva, indicando una mayor persistencia. En comparación con la curva típica presentada anteriormente, se pudo observar que la alimentación afecta la forma que adopta la curva de producción.

Si bien las vacas alimentadas únicamente con alfalfa tuvieron mayor persistencia respecto de una curva típica para esta época de parto, este planteo provoca un balance energético negativo muy prolongado, por lo cual se afecta directamente la eficiencia reproductiva, haciendo insostenible este sistema en el corto plazo.

Esta herramienta de conocimiento de la forma que adopta la curva, nos permite ver el impac-

● Figura 7. Comportamiento de la producción de leche a lo largo de la lactancia para partos de primavera con diferente base alimenticia.



to que tiene el contar con información discriminada, para la caracterización de un sistema de producción lechera. Con esta información como herramienta de trabajo, se puede ver que para lograr una buena representación de los

parámetros productivos reales no se puede trabajar con un único modelo de curva de lactancia ya que en muchos casos se sobrestima o subestima el potencial productivo del sistema analizado. ■



Bibliografía

- Brody, S.; Ragsdale, A.C.; Turner, C.W. ,1923. The rate of decline of milk secretion with the advance of the period of lactation. *The Journal of General Physiology*. 5:441-444.
- Comeron, E.; Maciel, M.; Romero, L. y Cuatrin, A. 2001. Desempeño productivo y reproductivo de un rodeo lechero Holstein en condiciones de alimentación pastoril. *Rev. Arg. de Producción Animal*. 21 Suplemento 1.
- Cuatrin, A., 2005. Curva de lactancia. Factores que la modifican. *Manual Ref. Tcas. Leche de Calidad, Segunda edición*, 135-41.
- Romero, L.; Cuatrin, A.; Comerón, E. y Maciel, M. 2004. Modelos de ajuste de curvas de primeras lactancias de vacas lecheras de un sistema de parición bien estacionado. *Rev. Arg. de Producción Animal*, 24 - Suplemento 1.
- Wood, P. D. P. 1967. Algebraic Model of the Lactation Curve in Cattle. *Nature* 216:164-165.

Residuos en las Instalaciones de Ordeño

● Ing. Prod. Verónica Charlón, INTA Rafaela

Compatibilizar las prácticas de manejo con un desarrollo sustentable, reduciendo la generación de residuos y recuperando un material valioso por las propiedades y nutrientes que contiene, a partir de una propuesta para el manejo de los efluentes del tambo, es una propuesta que el INTA pone en marcha en Rafaela.

- En las instalaciones de ordeño se generan distintos tipos de residuos con características distintas entre ellos. Generalmente, se utiliza la palabra "efluente", que se refiere a un líquido que procede de un proceso, pero no todo lo que se origina en la instalación, encuadra dentro de esta definición.

La palabra "residuo" define la totalidad de los desechos o materiales originados en el establecimiento lechero, incluidos los efluentes. El término "efluentes" define a las aguas servidas con desechos sólidos (materia fecal, restos de alimentos y barro) y líquidos (agua, orina, restos de leche y soluciones de limpieza del equipamiento de ordeño) y son una consecuencia del ordeño. Se agruparon por sus características y por el sector de la instalación de ordeño, donde fueron originados, para una mejor caracterización (Figura 1). Las características químicas, físicas y biológicas de cada tipo de residuo, son aspectos que definen las posibles alternativas de manejo que es necesario aplicar.

Sector Depósito. Aquí está todo el material usado o de reemplazo, que es necesario eliminar de las instalaciones de ordeño.

Este residuo está conformado por materiales de goma (pezoneras, tubos de pulsado, mangueras, guantes, etc.), de plástico (bidones, envases de detergentes, jeringas, pomos de secado, baldes etc.), de vidrio (frascos de medicamentos, etc.), metales (agujas, reemplazo de partes del equipamiento) y bolsas de polietileno. Estos desechos, en su mayoría, son no biodegradables.

Es difícil cuantificarlos dado que la cantidad, durante el año, es muy variable dentro y entre establecimientos.

Dentro de la instalación de ordeño, hay que contar con varios recipientes con bolsa (tipo de consorcio) para disponer todo material de descarte (Foto 1). Los sectores que más convienen son la fosa de ordeño, la sala de leche, brete de inseminación o manga, y toda la zona donde se utilicen y desechen distintos materiales. Estos residuos deben almacenarse en condiciones que no presenten riegos de polución.

Cuando se completa la capacidad de la bolsa, se debe atar y retirar hasta un basural municipal o una planta de clasificación de residuos, de la localidad más cercana. Además, estos no deben arrojarse a las lagunas de almacenamiento de

● Figura 1. Clasificación de los residuos generados en las instalaciones de ordeño.





● Foto 1. Recipiente para residuos sólidos ubicado en la fosa de ordeño.

efluentes, ni enterrarse en el predio del tambo. Tampoco deben ser quemados al aire libre, dado que su combustión libera gases muy nocivos.

Sector leche no comercializada

Este residuo está constituido esencialmente por las siguientes fracciones:

- **Calostro** (leche producida en los primeros días de la lactancia). Su composición imposibilita su comercialización como leche.

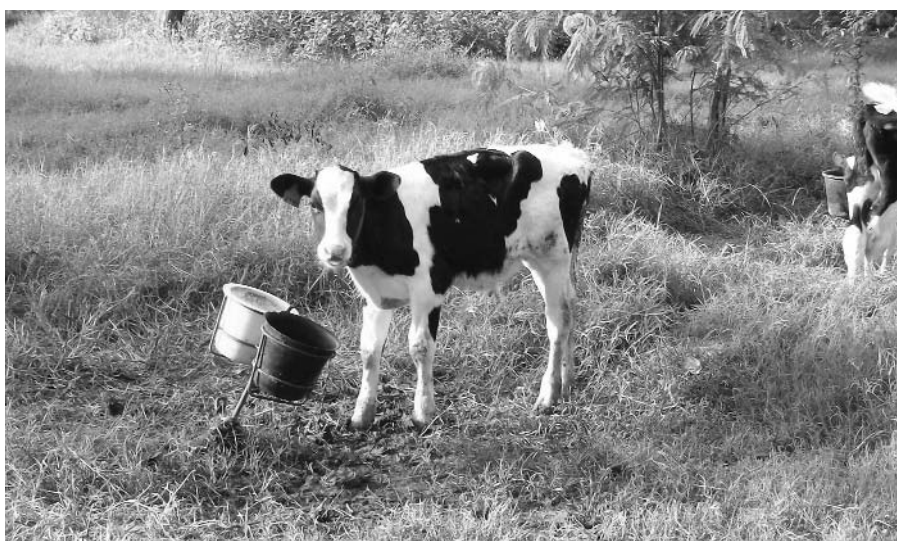
- **Leche proveniente de animales tratados:** comprende a la leche producida por vacas tratadas, con medicamentos u otras sustancias químicas, que inhiben su comercialización.

- **Leche de los primeros chorros:** se trata de la leche extraída de cada pezón antes de la colocación de la unidad de ordeño. La importancia de esta fracción es casi nula, debido a que el volumen diario que queda en la instalación, es muy bajo.

El mayor porcentaje de la leche no comercializada lo conforman el calostro y la leche con residuos. El volumen de estas fracciones puede ser variable durante el año, dependiendo de la cantidad de animales enfermos y de la época de parición. En aquellos establecimientos con pariciones estacionadas, el volumen de calostro es tan grande que, incluso, supera a la cantidad que pueden ingerir los terneros, convirtiéndose en un residuo muy importante.

Debe considerarse que, debido a la elevada carga contaminante de la leche, si esta fracción se volcara a un sistema de lagunas, incrementaría en forma importante su poder contaminante. Esta situación implica otro diseño y costos más altos, para las lagunas de tratamiento de efluentes. Por tanto, hay que evitar derivarla a las lagunas de efluentes.

El calostro y leche con residuos químicos, hay que destinarlos a la alimentación de los terneros machos en su etapa de leche (Foto 2). Se podrá hervir la leche para su posterior uso en las terneras. Si no existe esta categoría, puede aprovecharse en otros animales. Otra posibilidad es esparcir estas fracciones en potreros alejados del tambo, preferiblemente roturados o para roturar (Foto 3).



● Foto 2. Terneros machos alimentados con leche con antibióticos.



● Foto 3. Leche descartada esparcida en el campo.

La prueba de los primeros chorros puede efectuarse utilizando recipientes que permitan recuperar la fracción. Este contenido, debe colocarse en recipientes de mayor capacidad.

SECTOR HIGIENE Y PLACA DE REFRESCADO

Dentro de este sector agrupamos dos fracciones con características y tratamiento diferente de su destino.

- Agua de higiene de equipos

El residuo originado durante la higiene está conformado por restos de leche, y los volúmenes de aguas provenientes del enjuague inicial y final del equipo de ordeño y de refrigeración, a los cuales se le adicionan las soluciones de lavado alcalinas y ácidas (detergentes, desinfectantes, etc.). Esta fracción habitualmente se la denomina "aguas blancas".

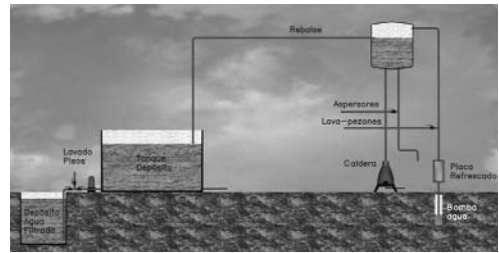
La cantidad de agua utilizada para el lavado, puede variar según las características del equipamiento, el tipo de rutina de lavado y el control que realice el personal, fundamentalmente, en el enjuague inicial y final. Se aconseja no aplicar las aguas blancas al suelo, sin un tratamiento previo.

Los productos que se utilicen en la limpieza y desinfección del equipamiento de ordeño deberán estar aprobados por la autoridad competente, con la dosificación adecuada, según la calidad del agua que haya en el establecimiento. Las aguas blancas pueden mezclarse con el resto de los efluentes del tambo y derivarse, conjuntamente, para su almacenamiento y tratamiento.

- Agua de la placa de refrescado

Esta fracción mantiene las mismas características químicas que el agua de la perforación de la cual se extrae. Sólo la temperatura del agua a la salida de la placa, es levemente superior a la de la perforación.

● Figura 2. Instalación que posibilita un aprovechamiento integral del agua utilizada por la placa de refrescado.



La cantidad de agua utilizada tiene relación directa con el volumen de la leche que se va a refrescar. Se requiere 2,5-3 litros de agua por litro de leche. El volumen total de agua, para un tambo que produce diariamente 2.000 litros de leche, es de aproximadamente 6.000 litros. Debido a la importancia de esta fracción, en el volumen total de efluentes generados, se recomienda efectuar un aprovechamiento integral de esta fracción. Por ejemplo, utilizándola como agua de bebida de los animales o en las instalaciones de ordeño (Figura 2).

Es importante tener presente que la cantidad de agua utilizada para el refrescado de la leche, triplica al volumen normal originado como efluentes en una instalación de ordeño. Motivo más que suficiente para planificar convenientemente su uso, descartando este destino.

En este sector se genera la mayor parte de los efluentes. Si bien está constituido por una fracción sólida y otra mayoritariamente líquida, la caracterización se efectuó por separado (líquida y sólida).

FRACCIÓN LÍQUIDA

Dentro de esta se consideran las siguientes fracciones:

- Agua de la limpieza de pisos de sala de ordeño y corrales.
- Agua de lavado de los pezones
- Agua pluvial recolectada por la superficie cubierta y los pisos de cemento de los corrales.

El agua de la limpieza y lavado de pezones se denomina "aguas verdes". El volumen más importante es el utilizado en la limpieza de los pisos, le siguen el agua de lluvia y, por último, el usado en el lavado de los pezones.

Una menor cantidad de deyecciones en los pisos de material de corrales y sala de ordeño, reduce notablemente el consumo de agua para su limpieza y, por consiguiente, el volumen final de efluentes para almacenar. En este sentido, las recomendaciones se basan en implementar buenas prácticas y criterios constructivos de las instalaciones.

- **Implementar buenas prácticas**

- Arrear el rodeo a su paso normal, sin apresuramiento. Esta práctica posibilita que una gran parte de las deyecciones (líquidas y sólidas) se efectúe en el campo o callejones.
- Retener el rodeo, entre 5 y 10 minutos, en el callejón antes de su ingreso al corral de espera.
- Evitar situaciones estresantes dentro del corral y sala de ordeño (rodeo muy comprimido, presencia de animales o personas extrañas, rutinas de ordeño inadecuadas).
- Mojar los pisos antes del ingreso de las vacas, para limitar la adhesión de la bosta.
- Recolectar la bosta con rabasto y pala, antes del lavado con agua.

- **Criterios constructivos en instalaciones y corrales**

- Dimensión de las instalaciones de ordeño con la suficiente capacidad operativa, para limitar el tiempo de ordeño y la permanencia de los animales a 1,30-1,45 hora/turno.
- Ingresos y salidas que permitan fluidez en la circulación de los animales.
- Incorporación de puertas arreadoras en el corral de espera, para facilitar el ingreso de las vacas a la instalación de ordeño y limitar la superficie ocupada.
- Dimensionamiento del corral, considerando 1,2-1,4 m²/vaca.
- Construcción de pisos no deslizantes

En cuanto al agua de lluvia, es importante que en el momento de diseñar los techos de las instalaciones de ordeño y corrales, se realicen los desagües a una cuneta o camino, para evitar un importante caudal de agua que ingrese al sistema de efluentes.

En cuanto a los líquidos, el depósito permanente más difundido para almacenarlos y tratarlos es una o varias lagunas (Foto 4). El efluente contiene bacterias aerobias (requieren oxígeno), anaerobias (no requieren oxígeno) y facultativas (se desarrollan con y sin oxígeno) provenientes, especialmente, del estiércol, que bajo ciertas condiciones favorables del medio, utilizan la materia orgánica para crecer y multiplicarse. Por tanto, las lagunas son algo más que sitios contenedores de efluentes: son métodos de almacenamiento y tratamiento biológico. Otra opción existente en el mercado son los equipos de riego diseñados para efluentes (Foto 5 - página 28).

Es importante prever la disposición final de los efluentes. Si se dispone de un sistema de lagunas, es necesario definir su localización, la profundidad, el tamaño, la relación ancho-largo, las paredes, el borde, su sellado, el vaciado, las medidas de seguridad y de mantenimiento.

Si se elige un sistema de riego, es indispensable conocer la calidad del efluente utilizado para regar, para prevenir potenciales daños al suelo, además de monitorear, periódicamente, las propiedades físicas y químicas del suelo. Además hay que realizar un mantenimiento adecuado de todos los elementos de la instalación (bomba, cañerías, conexiones, etc.) y controlar periódicamente su funcionamiento.

Es importante considerar que si se utiliza menos agua, se generarán menos efluentes; en consecuencia, el sistema de almacenamiento y tratamiento será de menor tamaño y fácil manejo.



● Foto 4. Laguna de efluentes.



● Foto 5. Molinete de riego de efluentes.



● Foto 6. Decantador de sólidos.



● Foto 7. Almacenamiento de sólidos.

FRACCIÓN SÓLIDA

En las instalaciones de ordeño, en los pisos del corral de espera y sala de ordeño, después de finalizado el ordeño, queda una importante cantidad de barro, arena, restos de alimentos y estiércol.

La cantidad depende, principalmente, de la rutina de ordeño y del tiempo que pasan los animales en los corrales. Estudios previos realizados mostraron que en las instalaciones de ordeño fueron recuperados, en promedio, 0,363 kg/MS por vaca y por día y 0,181 kg/MS por m² y por día, pero con una marcada variación entre tambos. Al tener en cuenta que una vaca adulta produce entre 4 y 5 kg de MS de heces por día y asumiendo que el 90% de la fracción sólida recuperada corresponde a materia fecal (el 10% restante corresponde a

alimento y barro), se puede inferir que en las instalaciones de ordeño se depositan entre el 7 y el 9% del total diario.

Los sólidos se pueden recuperar en el corral de espera, incluyendo en la rutina de limpieza de los pisos, el uso del rabasto y la pala; y, también, a través del uso de un decantador de sólidos (Foto 6), y almacenarlos para su uso estratégico como abono (Foto 7).

Las ventajas de recuperar los sólidos, que más se destacan, son: menor cantidad de efluentes, un efluente menos contaminante por unidad de volumen, menores dimensiones del sistema de almacenamiento y de tratamiento de los efluentes, Además, los sólidos pueden utilizarse como enmienda orgánica en diferentes cultivos.

En los resultados obtenidos utilizando este material, se encontraron respuestas favorables tanto en la producción de materia seca y el porcentaje de proteína de una pastura de alfalfa como en un cultivo de trigo evaluado como verdeo de invierno.

Conclusión

La correcta recolección, disposición y aplicación de los residuos provenientes de tambos, debe ser de tal manera que evite la contaminación de las aguas subterráneas, por escurrimiento o por infiltración en el suelo, o por arrastre hacia aguas superficiales.

Cada tambo tiene un manejo particular de los ani-

males y del ordeño, que va a definir la calidad y cantidad de residuos generados diariamente. Limitar la cantidad de efluentes generados en las instalaciones de ordeño, debe ser el primer paso para minimizar y facilitar su manejo posterior, asegurando que no se deteriore ni se contamine el entorno.

Desde el INTA Rafaela, nos proponemos compatibilizar las prácticas de manejo con un desarrollo sustentable, reduciendo la generación de residuos y recuperando un material valioso por las propiedades y nutrientes que contiene, a partir de una propuesta para el Manejo de los Efluentes de Tambo. ■

Bibliografía

- Charlón, V.; Cuatrín, A.; Vivas, H. Y Taverna, M., 2006. Utilización de residuos orgánicos en la producción acumulada y la calidad de una pastura de alfalfa pura. 29° Congreso Argentino de Producción Animal. Vol. 26. Supl. 1. pp 172-173.
- Charlón, V., Taverna, M., 2005. Sistema de manejo de efluentes de instalaciones de ordeño INTA Rafaela. Anuario 2004. INTA Rafaela. ISSN 1515- 890x. p. 36.
- Taverna, M., Charlón, V., Panigatti, C., Castillo, A., Serrano, P., Giordano, P. 2004. Manual sobre el manejo de los residuos originados en las instalaciones de ordeño. Una contribución al logro de ambientes locales sanos. Ed. INTA ISBN 987-521-121-4, 75 p.
- Charlón, V.; Romero, L; Cuatrín, A. Taverna, M. 2004. Efecto de la utilización de los residuos orgánicos en un verdeo de invierno. 27° Congreso Argentino de Producción Animal. Vol.24 Supl. 1,pp. 324-326.
- Charlón V., Taverna M., Walter E. y Manzi F. Riego por aspersión: un posible destino de los efluentes del tambo. Publicado en febrero de 2004.

Manejo de Efluentes de Tambos "INTA Rafaela"

● Ing. Agr Miguel Taverna, Ing. Prod. Verónica Charlón, Lic. Karina García, Tco. Emilio Walter, INTA Rafaela

El tratamiento adecuado de los efluentes en las instalaciones de ordeño evita que los contaminantes se filtren a través del suelo, por otra parte una buena gestión planifica su destino final.

● **Introducción**

Esta propuesta de gestión de efluentes originados en las instalaciones de ordeño surge como resultados de un conjunto de proyectos desarrollados en la EEA Rafaela del INTA (Taverna, 1999; Charlón, 2000; Taverna, 2000; Castillo; 2001).

El sistema "INTA Rafaela" se fundamenta en dos premisas básicas:

- a) Limitar la cantidad de efluentes generados en las instalaciones de ordeño;
- b) Planificar el destino final de los efluentes generados.

En la elaboración se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos técnicos:

- Respeto a leyes y normas (nacionales e internacionales).
- Reciclado de los nutrientes dentro del sistema.
- Prevención de la contaminación ambiental.
- Baja inversión y costos operativos reducidos.

El sistema "INTA Rafaela"

En la Figura 1 se presenta un esquema general del

sistema donde se identifican cada una de los elementos constitutivos.

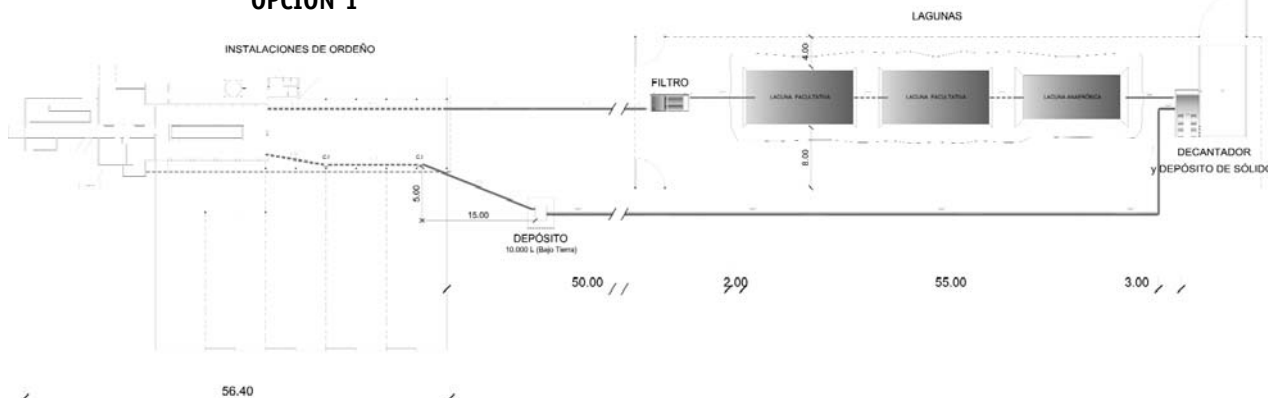
Los lineamientos básicos de la propuesta son:

1. Aprovechamiento integral del agua de la placa de refrescado.
2. Decantador de sólidos.
3. Sistema de lagunas para el tratamiento de efluentes.
4. Filtrado del efluente y depósito del agua para el lavado de pisos.
5. Uso de efluentes filtrado y del agua de la placa para el lavado de los pisos.
6. Depósito de sólidos y forma de distribución en el campo.

1. Aprovechamiento integral del agua de la placa de refrescado

En la Figura 2 se presenta el circuito del agua utilizada para el refrescado de la leche. Una bomba extrae el agua de la perforación y la pasa

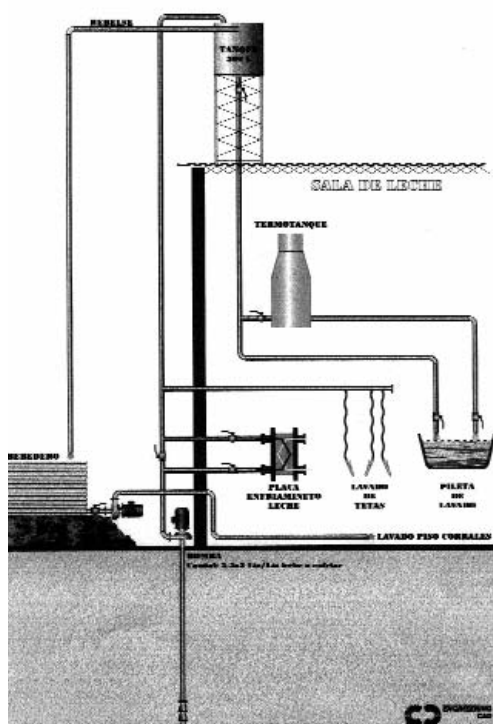
OPCIÓN 1



● *Figura 1. Esquema general del sistema "INTA Rafaela".*

directamente por la placa de refrescado. Una tubería transporta el agua hacia un tanque depósito de la instalación de ordeño, previa derivación hacia la tubería que provee de agua a las mangueras lava pezones y aspersores. El

● *Figura 2. Circuito del agua de la placa de refrescado.*



depósito abastece de agua fría y caliente al tambo. El agua va por revalse a un tanque australiano donde se almacena. Esta puede posteriormente abastecer bebederos o ser bombeada para el lavado de los pisos.

2. Decantador de sólidos

Los sólidos se pueden recuperar en el corral de espera, incluyendo en la rutina de limpieza de los pisos, el uso del rabasto y la pala y también a través del uso de un decantador de sólidos. Las ventajas de recuperar los sólidos más destacables son: Menor cantidad de efluentes, efluentes con menor carga orgánica por unidad de volumen, menores dimensiones del sistema de almacenamiento y de tratamiento, los sólidos retenidos pueden utilizarse como enmienda orgánica.

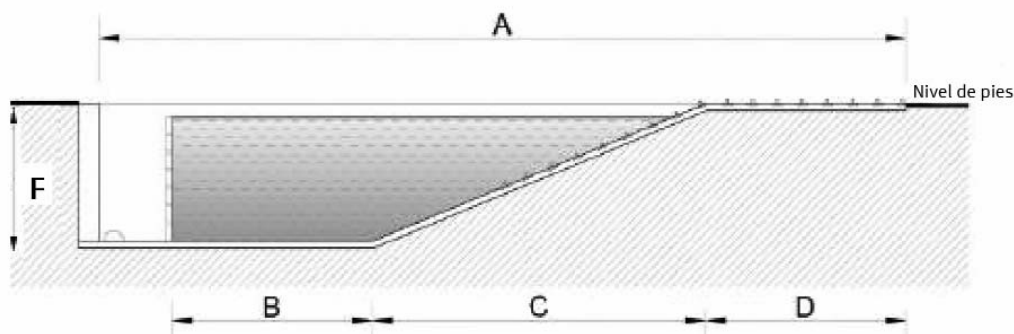
El efluente se transporta a través de una bomba hasta el decantador ubicado preferentemente próximo a la primera laguna de tratamiento. En la Figura 3 se presenta un esquema de esta construcción y en el Cuadro 1, sus dimensiones dependiendo del número de vacas del tambo.

En la Figura 5 se muestra el procedimiento de extracción de los sólidos decantados en el sedimentador a través del uso de un tractor y pala frontal.

Materiales de construcción:

Las paredes del decantador pueden construirse

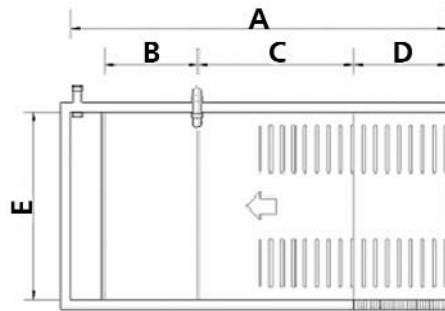
● *Figura 3. Esquema de un decantador de sólidos. Vista lateral.*



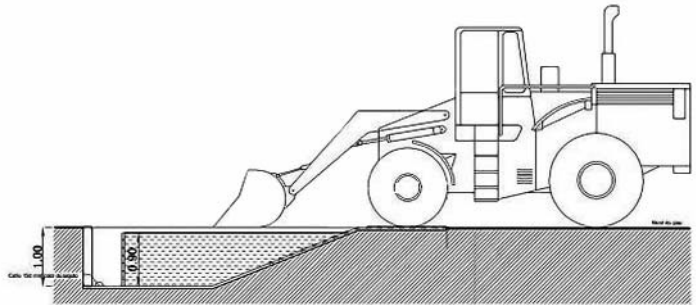
● *Cuadro 1. Dimensiones del decantador según números de vacas del tambo.*

Vacas ordeño	A	B	C	D	E	F
150	6	1.5	2.5	1.5	3	1
300	9	4.5	2.5	1.5	5	1
400	10	5.5	2.5	1.5	3	1
500	10.5	7	2.5	1.5	3	1
600	12.5	8	2.5	1.5	3	1

● *Figura 4. Esquema de un decantador de sólidos. Vista superior.*



● *Figura 5. Procedimiento de extracción de sólidos decantados a través del uso de tractor y pala frontal.*



con mampostería (ladrillo de pared de 15 cm) o con lajas.

Se recomienda agregar al hormigón con el que se construye el piso, un aditivo que tenga alta resistencia a los sulfatos.

En el piso deberán colocarse también, barras de hierro en forma de "T" para que el tractor traccione correctamente, evitando el patinaje de este.

3. Sistema de 3 lagunas para el tratamiento biológico de los efluentes

Las lagunas son métodos de almacenamiento y tratamiento biológico de los efluentes.

La laguna anaeróbica inicia el sistema de tratamiento de los efluentes, siguiendo posteriormente dos lagunas facultativas.



La conexión entre las lagunas se efectúa utilizando caños de PVC, de tipo cloacales de 11 cm de diámetro.

Para evitar que los contaminantes presentes en los efluentes se infiltren a través del suelo y lleguen a las napas de agua subterránea, las lagunas deben ser recubiertas interiormente con 15 cm de arcilla compactada. Esta compactación se realiza utilizando un martillo neumático.

En la Figura 6 se muestra el sistema de triple lagunas en corte y en el Cuadro 2 las dimensiones de

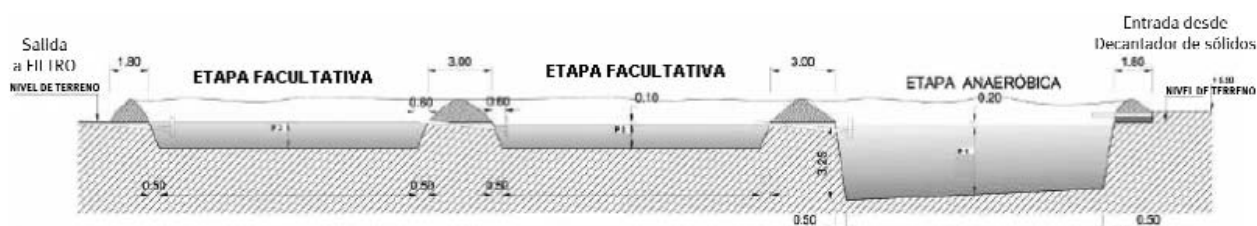
las lagunas (1º, 2º y 3º) considerando tamaños de rodeos de 100 hasta 500 vacas en ordeño.

4. Filtrado del efluente y depósito del agua para el lavado de pisos

El efluente tratado va desde la tercer laguna a el filtro y depósito del efluente filtrado. Todo este desplazamiento se efectúa por gravedad.

En la Figura 7 se muestra un esquema del filtro con las dimensiones.

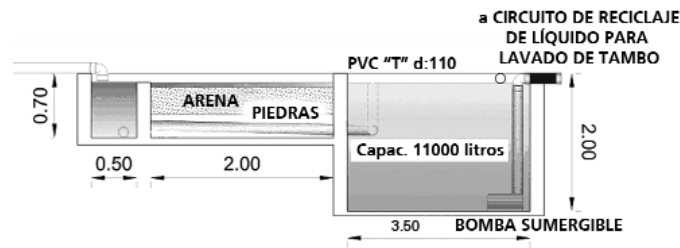
● Figura 6. Sistema de triple laguna vista en corte.



● Cuadro 1. Dimensiones del decantador según números de vacas del tambo.

100 Vacas	LARGO	ANCHO	PROFUNDIDAD	TALUD
1º Laguna	12.5	6	3	1:0.3
2º Laguna	12	8	1.5	1:0.3
3º Laguna	12	8	1.5	1:0.3
200 Vacas	LARGO	ANCHO	PROFUNDIDAD	TALUD
1º Laguna	25	6	3	1:0.3
2º Laguna	23	8	1.5	1:0.3
3º Laguna	23	8	1.5	1:0.3
300 Vacas	LARGO	ANCHO	PROFUNDIDAD	TALUD
1º Laguna	28	6	4	1:0.3
2º Laguna	34	8	1.5	1:0.3
3º Laguna	34	8	1.5	1:0.3
400 Vacas	LARGO	ANCHO	PROFUNDIDAD	TALUD
1º Laguna	38	6	4	1:0.3
2º Laguna	46	8	1.5	1:0.3
3º Laguna	46	8	1.5	1:0.3
500 Vacas	LARGO	ANCHO	PROFUNDIDAD	TALUD
1º Laguna	47	6	4	1:0.3
2º Laguna	57	8	1.5	1:0.3
3º Laguna	57	8	1.5	1:0.3

● *Figura 7. Esquema del filtro y depósito de efluente filtrado.*



5. Uso de efluentes filtrado y del agua de la placa para el lavado de los pisos

El efluente filtrado y almacenado es utilizado para la primer limpieza de los pisos (barrido de lo grueso). El lavado final se efectúa con el agua de la placa de refrescado almacenada en el tanque australiano. Para esto se utiliza una bomba de lavado que tiene dos vías alternativas de absorción de líquido. Una hacia el efluente filtrado y otra hacia el tanque australiano.

6. Depósito de sólidos y forma de distribución en el campo

Tanto los sólidos recolectados en los corrales (si se efectuara esta práctica) como los recuperados en el decantador son almacenados en un depósito de sólidos (Figura 8).

Este sector debe ubicarse próximo al decantador para evitar desplazamientos innecesarios del tractor. Esta ubicación limita, además, la presencia de olores en instalaciones de ordeño.

En la Figura 9 se muestra el mismo tractor y pala

cargando un carro distribuidor de sólidos. Esta máquina, de 3 a 4 tn de capacidad, efectúa una distribución uniforme de este material en los potreros.

Figura 9. Procedimiento de carga del playón y del carro distribuidor de sólidos, utilizando el mismo tractor y la misma pala.

Materiales de construcción:

Las paredes del playón pueden construirse con mampostería (ladrillo de pared de 15 cm) o con lajas. Se recomienda agregar al hormigón con el que se construye el piso, un aditivo que tenga alta resistencia a los sulfatos.

El piso del playón deberá construirse con una pendiente de aproximadamente 1.5% hacia el decantador para que los líquidos que lixivien, sean enviados hacia este último.

Mayores detalles del sistema INTA Rafaela, incluyendo materiales utilizados en la construcción y costos estimados del sistema completo puede consultarse en: www.inta.gov.ar/rafaela ■



● *Figura 8. Playón de almacenamiento de sólidos*



● *Figura 9. Procedimiento de carga del playón y del carro distribuidor de sólidos, utilizando el mismo tractor y la misma pala.*

Bibliografía

Taverna, M. (1999) "Estudio sobre el manejo de los efluentes en el tambo" (1999 - 2000). PIA N° 7328/96 CONICET.
Charlón V. (2000) "Manejo de efluentes de tambos" Proyecto Regional Lechería, EEA Rafaela, PR N° 38-611-421. CL3. (2000 - 2002).
Taverna, M, (2000) "Manejo Integral de los efluentes de tambo" (2000 - 2002). Proyecto INTA-UTN Delegación Rafaela.
Castillo A. (2001). "Contaminación Ambiental por intensificación ganadera" PN. N° 52-522-202, (2001 - 2004). Proyecto Nacional del INTA.

Incrementar la Rentabilidad Económica de la Empresa Lechera. Selección y Cruzamiento

● **Dr. N. López-Villalobos,**
Institute of
Veterinary, Animal
and Biomedical
Sciences, Massey
University, Nueva
Zelanda

● **Ing. Agr. E. A. Comerón,**
INTA Rafaela

● **Ing. Agr. J. Baudracco,**
Fac. Cs. As.
Esperanza, UNL

Los sistemas de cruzamiento combinados con los efectos de la selección, mejoran los animales de las futuras generaciones. Sus beneficios solo pueden ser explotados a través de una planificación cuidadosa para combinar las razas disponibles y para seleccionar los animales de reemplazo, dentro de estas razas. Estos sistemas son seriamente considerados en varios países, porque las formas de pago han cambiado a un sistema de múltiples componentes, donde la proteína se paga con un diferencial más alto que la grasa, y el volumen de la leche es penalizado.

- El mejoramiento genético del ganado lechero se ha logrado a través de la selección dentro de cada raza, debido a que las asociaciones de raza pura tuvieron un papel muy activo en las decisiones relacionadas con programas de mejoramiento y, también, a que el objetivo de selección es mejorar la producción de leche por vaca, estimulado por el sistema de pago, exclusivamente, por litros de leche. Esto originó el proceso de *Holsteinización* en el mundo, lo cual se asoció a una disminución en la sanidad, fertilidad y sobrevivencia de las vacas de esta raza. Actualmente, los sistemas de pago por leche evolucionaron hacia un sistema de componentes múltiples, en los que se paga la grasa y la proteína en forma diferencial y, en algunos casos, como en Nueva Zelanda y algunas empresas de la Argentina, con cargos por volumen. Estas dos razones propiciaron, en gran medida, que el cruzamiento sea considerado como una alternativa para mejorar la rentabilidad de la empresa lechera a través de la reducción de los costos de sanidad, reemplazos y alimentación, y el incremento del ingreso por leche.

Se entiende por cruzamiento al apareamiento entre animales de razas diferentes. Es un método para explotar la variación entre razas y el vigor híbrido. Las bases teóricas de los efectos del cruzamiento en el ganado lechero, se presentaron en varias conferencias. Generalmente, se acepta que el vigor híbrido o heterosis es el resultado de los efectos de dominancia y de epistaxis y de las frecuencias de los diferentes alelos de cada locus que contribuyen a la expresión de una característica.

En la última década, el cruzamiento ha sido evaluado como alternativa para incrementar la rentabilidad económica de la empresa lechera en varios países, incluyendo Canadá, Estados Unidos, Irlanda, Argentina y Chile.

Efectos de raza y de heterosis

Las diferencias en el comportamiento productivo, reproductivo y de sobrevivencia entre razas, son una fuente importante de recursos genéticos para mejorar la eficiencia productiva y económica de los sistemas de producción de leche. La diversidad entre las razas permite hacer uso del vigor híbrido (o heterosis) y de la complementación entre las razas a través de sistemas de cruzamiento que posibilitan desarrollar sistemas de producción, con ganado lechero, que hagan un óptimo uso de los recursos alimenticios y climatólogicos, permitiendo lograr un máximo ingreso neto para el productor.

En el cuadro 1 se muestran las diferencias en producción de leche, grasa y proteína por lactancia, peso corporal adulto y porcentaje de grasa y proteína de las principales razas lecheras de los Estados Unidos y de Nueva Zelanda.

En general, los efectos de heterosis han sido reportados como favorables para las características de importancia económica en ganado lechero (Cuadro 2).

Sistemas de cruzamiento

Los sistemas de cruzamiento deben ser sistemáticamente bien planificados, para aprovechar óptimamente las diferencias y la complementación entre las razas, así como los efectos de heterosis.

Los sistemas de cruzamiento más comúnmente usados son los siguientes:

- Cruzamiento entre dos razas
- Retrocruza
- Cruzamiento rotacional entre dos razas
- Cruzamiento rotacional entre tres razas
- Static Terminal Sire
- Rotational Terminal Sire

- Cuadro 1. Producción de leche, grasa y proteína por lactancia, peso adulto y porcentaje de grasa y proteína de las principales razas lecheras de Estados Unidos y Nueva Zelanda."

Raza	Peso adulto (kg)	Producción por lactancia (305 días)			composición de la leche	
		Leche (kg)	Grasa (kg)	Proteína (kg)	Grasa %	Proteína %
Estados Unidos						
Holstein	680	10.480	382	315	3,6	3,0
Ayrshire	550	7.492	288	235	3,8	3,1
Pardo Suiza	680	8.414	338	278	4,0	3,3
Guernsey	520	7.175	317	234	4,4	3,3
Jersey	450	7.365	337	261	4,6	3,5
Shorthorn lechera	590	6.661	237	206	3,6	3,1
Heterosis general	3,0%	3,4%	4,4%	4,1%		
Nueva Zelanda						
Holstein-Friesian "HF"	489	4.184	181	148	4,4	3,5
Jersey "J"	381	2.989	170	122	5,7	4,1
Cruza "HF-J"	441	3.765	186	143	5,0	3,8
Ayrshire "A"	435	3.731	162	133	4,4	3,6
Heterosis específica :						
HF x J	2,2%	3,9%	4,4%	4,1%		
HF x A	0,0%	2,2%	2,1%	2,1%		
J x A	7,1%	4,3%	4,9%	4,4%		

La heterosis es la diferencia entre el comportamiento productivo de los animales de primera cruce (F1) y el promedio del comportamiento productivo de las razas parentales $((P_1 + P_2)/2)$. Por ejemplo, en Nueva Zelanda las producciones de grasa promedio por vaca fueron de 181,1; 170,2 y 183,4 kg de las vacas Holstein-Friesian (F), Jersey (J) y de las F1 FxJ, respectivamente.

$$\begin{aligned} \text{Heterosis (kg)} &= 183.4 - \frac{(181.1 + 170.2)}{2} \\ &= 183.4 - 175.7 \\ &= 7.7 \text{ kg} \end{aligned}$$

La heterosis es frecuentemente reportada como el porcentaje del promedio del comportamiento productivo de las razas parentales:

$$\text{Heterosis (\%)} = \frac{F_1 - \frac{(P_1 + P_2)}{2}}{\frac{(P_1 + P_2)}{2}} \times 100$$

- Cuadro 2. Promedios y rango de heterosis para diferentes características del ganado lechero en climas templados.

Rasgo	Heterosis			
	Promedio	Rango		
 (%)			
Producción				
Leche (kg/lactancia)	4.7	-0.7	A	12.0
Sólidos totales (kg/lactancia)	5.6	1.3	A	8.6
Grasa (kg/lactancia)	5.6	-0.1	A	12.8
Proteína (kg/lactancia)	4.7	-1.7	A	10.5
Leche por vida productiva (kg)	16.5			
Grasa por vida productiva (kg)	20.0			
Proteína por vida productiva (kg)	17.2			
Composición				
Sólidos no grasos (%)	0.4	-0.2	A	1.2
Grasa (%)	0.2	-2.6	A	2.8
Proteína (%)	-0.3	-3.3	A	1.0
Peso vivo de una vaca madura (kg)	3.0			
Reproducción				
Días del parto al primer celo	3.8	-0.8	A	9.1
Días abiertos	-5.8	-21.7	A	9.4
Servicios por concepción	9.4	5.9	A	12.8
Incidencia de dificultad al parto	2.3	68.7	A	61.9
Sobrevivencia				
Sobrevivencia perinatal (%)	4.4	-2.8	A	15.5
Vida en el rodeo (días)	9.8			
Eficiencia económica por vaca				
Ingreso neto por lactancia (\$NZ)	11.8	-6.9	A	28.9
Ingreso neto anualizado (\$NZ)	20.6			

1Ingreso total menos costos de alimentación, tratamientos veterinarios, mantenimiento de la vaca durante el periodo seco e ingresos no percibidos debido a la mortalidad de la vaca.

Cruzamiento entre dos razas. En este sistema, una vaca de raza pura A es apareada con un toro de raza pura B, resultando en la primera cruce (F1), que contiene 50% de los genes de la raza A y 50% de los genes de la raza B. Este sistema de cruzamiento es frecuentemente usado en el ganado de carne o porcinos donde la progenie que resulta de la cruce es, generalmente, vendida para sacrificio o vendida al sector comercial. En ganado lechero, este sistema no es sostenible, y los productores solo obtienen las primeras vacas cruces en la primera generación, cuando introducen una nueva raza en el rodeo. En las vacas F1 se obtiene el 100% de la expresión del vigor híbrido.

Retrocruza. En este sistema las vacas cruce F1 son apareadas con toros de raza pura de una de las razas parentales (Figura 1). La progenie resultante contiene 75% de los genes de una de las razas parentales y 25% de la otra raza. En este sistema de cruzamiento solo se aprovecha el 50% del vigor híbrido, y no es sostenible en ganado lechero ya que se requeriría el suministro continuo de las vacas de primera cruce.

Cruzamiento absorbente. Este sistema consiste en el uso continuo de toros de una raza A sobre vacas de otra raza B; básicamente, es la continuación de la retrocruza hasta llegar prácticamente al 100% de la raza A. Los niveles de heterosis, paulatinamente se van reduciendo hasta llegar a 0% (Figura 2). El cruzamiento absorbente es una forma de introducir una raza de alto valor genético, usando las vacas de una población local.

Cruzamiento rotacional entre dos razas. En este sistema de cruzamiento se utilizan toros de las dos razas. Las hijas de un toro de la raza A, son apareadas con toros de la raza B. Después de varias generaciones de apareamiento rotacional, las vacas tendrán 2/3 de los genes de la raza paterna y un tercio de la raza materna. Este sis-

tema de cruzamiento aprovecha el 67% del vigor híbrido y es una forma sostenible de cruzamiento en ganado lechero, ya que hay suministro continuo de las vacas producidas en el mismo rodeo (Figura 3). Este sistema de cruzamiento también aprovecha la combinación entre razas.

Cruzamiento rotacional entre tres razas. Este sistema de cruzamiento permitiría la explotación del vigor híbrido en un 86%, pero con más necesidades de manejo y de registros.

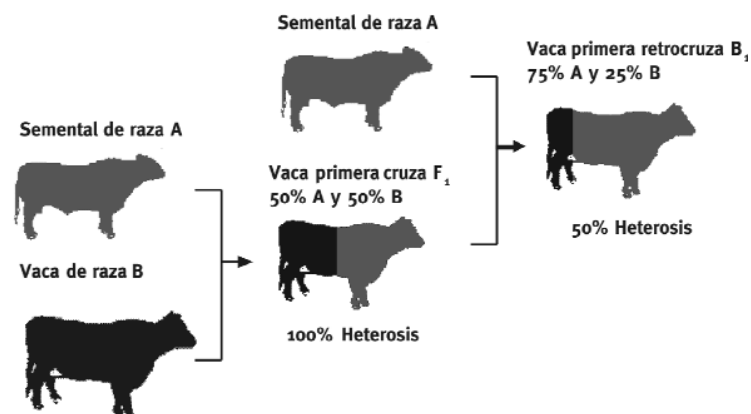
Para evaluar sistemas de cruzamientos es importante predecir la producción esperada de los animales cruzados, producto de animales de razas puras o de los mismos animales cruzados. Considerando solo los efectos de raza y de heterosis, la producción esperada de cualquier combinación de dos o más razas, es el promedio de las medias de cada raza, ponderada por la proporción racial de la vaca cruce más los efectos de heterosis. Por ejemplo, la producción esperada de producción de grasa de una vaca hija de una vaca primera cruce Holstein-Friesian x Jersey y de un toro Jersey sería la siguiente:

Cruzamiento para incrementar la rentabilidad de la empresa lechera

Las diferencias entre las razas y los efectos de cruzamiento sobre la producción de leche la grasa y la proteína, el peso vivo, la sobrevivencia y la fertilidad, han motivado a muchos productores a implementar el cruzamiento en sus rodeos.

Varios investigadores desarrollaron un modelo para simular diferentes sistemas de apareamiento y evaluar los efectos acumulados del cruzamiento para varias características. Aplicando este modelo para Nueva Zelanda, efectuaron una actualización de los sistemas de apareamiento, usando los efectos de raza y de cruzamiento así como costos y valores de leche y carne promedios del año 2005. La producción de leche esperada y los requerimientos de materia seca de vacas bajo dis-

● Figura 1. Retrocruza entre dos razas.



tintos sistemas de apareamiento se pueden observar en el cuadro 3. La rentabilidad económica y diferentes medidas de eficiencia productiva y económica se presentan en el cuadro 4.

El sistema de apareamiento, utilizando vacas puras Holstein-Friesian resultó en vacas que fueron las más pesadas, con las producciones de leche y proteína más altas por vaca y con los más altos requerimientos de materia seca. Por el contrario, el sistema de apareamiento usando vacas Jersey resultó en vacas que fueron las más livianas, con las producciones de leche y proteína más

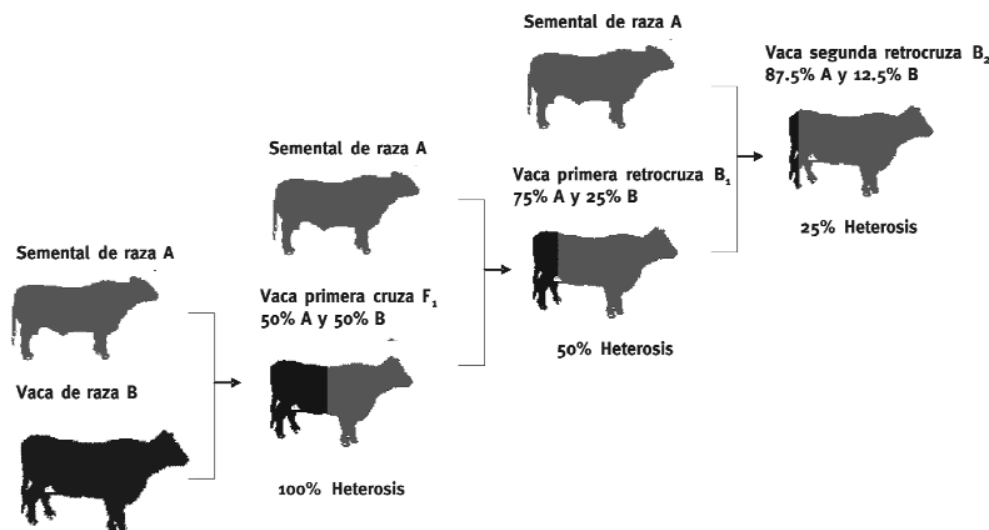
bajas por vaca, y con los más bajos requerimientos de materia seca.

Las vacas del sistema rotacional F J tuvieron una producción de grasa por vaca similar a las del rodeo Holstein-Friesian.

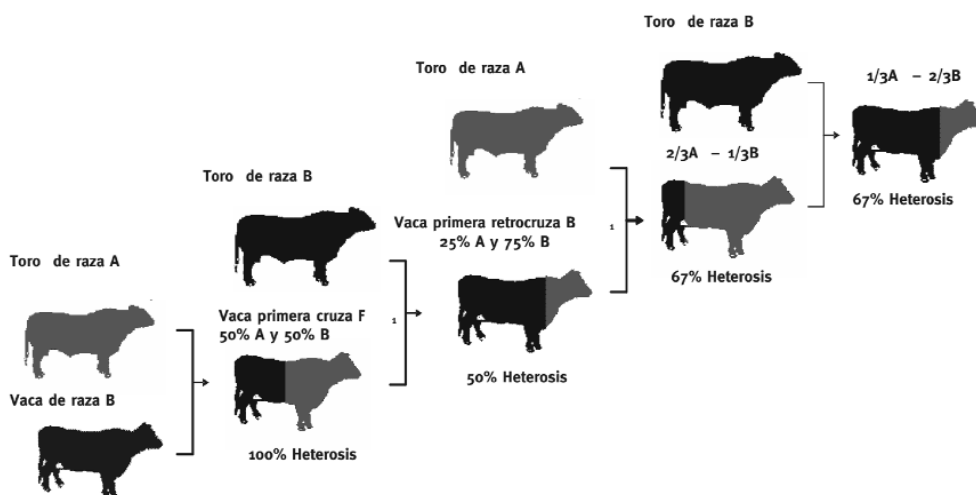
Las vacas Jersey tuvieron la más alta conversión alimenticia [(kg grasa + kg proteína)/t materia seca] y eficiencia biológica [(kg grasa + kg proteína)/kg de peso metabólico], mientras que las vacas Holstein-Friesian y Ayrshire fueron las menos eficientes.

$$\text{Producción de grasa (kg)} = \frac{1}{4}(181.1) + \frac{3}{4}(170.2) + 50\%(7.7) = 176.775$$

● *Figura 2. Cruzamiento absorbente usando toros de la raza A.*



● *Figura 3. Cruzamiento rotacional entre dos razas usando toros de raza pura.*



El ingreso neto por hectárea, en lugar del ingreso neto por vaca, es la medida más importante de la rentabilidad económica de la empresa lechera de Nueva Zelanda. El rodeo, utilizando toros puros Holstein-Friesian y Jersey, en un sistema rotacional, tuvo el ingreso neto más alto por hectárea (NZ\$ 1068), seguido por el sintético F J (NZ\$ 1047).

Estos resultados concuerdan con otros estudios llevados a cabo en los Estados Unidos, Canadá y la Argentina. Un equipo de investigadores resumió los resultados de un proyecto de cruzamiento entre las razas Holstein y Guernsey en los Estados Unidos, desde 1949 a 1969, y concluyó que las vacas cruza fueron superiores en un 14,9% y 11,4%, comparado con el promedio de las razas puras en ingre-

so neto por vaca por lactancia e ingreso neto por vaca por año, respectivamente. Otro equipo de investigadores reportaron los resultados de un experimento sobre cruzamiento llevado a cabo en Canadá, desde 1972 a 1983, considerando las razas Holstein y Ayrshire. La estimación de heterosis para ingreso neto anualizado por vaca fue de 20,6%. Estos autores concluyeron que un sistema rotacional entre dos razas podría incrementar la rentabilidad económica de un rodeo comercial. Investigadores del INTA Rafaela reportaron que bajo condiciones pastoriles en esa unidad experimental, el ingreso neto por hectárea de un rodeo Jersey y de un rodeo cruza Holando x Jersey fue superior en un 28 y 14% comparado con un rodeo modal Holando (Cuadro 5).

● Cuadro 3. Producción de leche y requerimientos de materia seca de vacas Holstein-Friesian (F), Jersey (J) y Ayrshire (A) en Nueva Zelanda, bajo diferentes sistemas de apareamiento en condiciones de pastoreo.

	Razas puras			Rotacional entre dos y tres razas				Sintético
	F	J	A	F x J	F x A	J x A	F x J x A	F x J

Producción por vaca

Leche (l/año)	4167	2974	3739	3663	4012	3454	3733	3640
Grasa (kg/año)	183	173	164	183	176	174	179	182
Proteína (kg/año)	146	122	134	138	142	132	138	137
Peso vivo (kg)	490	378	442	440	466	419	443	439
Longevidad (lactancias)	4.76	4.76	4.76	5.18	5.01	5.00	5.15	5.07
Tasa reemplazo (%)	21.0	21.0	21.0	19.3	20.0	20.0	19.4	19.7

Requerimientos de materia seca por año

Mantenimiento (kg)	1968	1627	1824	1819	1897	1754	1828	1814
Producción (kg)	2133	1825	1923	2034	2057	1931	2021	2020
Preñez (kg)	257	198	232	231	245	220	233	230
Total ajustado (kg)	4454	3732	4064	4176	4290	3991	4172	4156
Reemplazos (kg)	735	561	658	603	662	593	610	613
Total por vaca (kg)	5189	4292	4722	4779	4951	4584	4782	4768

● Cuadro 4. Rentabilidad (en NZ\$) de vacas Holstein-Friesian (F), Jersey (J) y Ayrshire (A) en Nueva Zelanda, bajo diferentes sistemas de apareamiento en pastoreo.

	Razas puras			Rotacional entre dos y tres razas				Sintético
	F	J	A	F x J	F x A	J x A	F x J x A	F x J

Por vaca por año

Ingreso por leche	1331	1183	1215	1293	1291	1235	1281	1284
Ingreso por carne	146	99	124	115	127	110	117	114
Ingreso bruto	1477	1283	1339	1408	1417	1345	1398	1398
Costos variables /vaca	229	229	229	229	229	229	229	229
Costos de reemplazo	40	40	40	37	38	38	37	38
Costos de alimentación	778	644	708	717	743	688	717	715
Costos totales	1048	913	977	983	1001	946	975	973
Ingreso neto	429	370	362	425	416	399	423	425

Eficiencia

Sólidos ¹ /t MS	73,87	79,05	73,33	76,83	74,11	76,57	75,96	76,67
Sólidos/kg PV ^{0.75}	3,16	3,44	3,09	3,34	3,17	3,30	3,28	3,32
Ingreso neto /t MS	82,79	86,11	76,53	88,99	82,27	85,11	86,71	87,25
Ingreso neto /ha	993	1033	918	1068	987	1021	1040	1047

¹ Sólidos = grasa + proteína.

De los resultados obtenidos se desprende, en primer lugar, el importante efecto que tiene la composición química de la leche (porcentajes) sobre el precio de la leche. Si bien la producción individual del tambo "Holando" es superior, esto se vería compensado por la mayor carga animal (Vaca Total/ha ocupada por Vaca Total), que permitiría el sistema con las cruza o las Jersey (20 o 30% más, respectivamente). Como consecuencia, los ingresos brutos o el monto de la facturación resultante en los planteos cruza o Jersey son superiores en un 7 o un 12%, respectivamente, con respecto al tambo modal. La mayor carga animal (o mayor cantidad de animales) en los planteos con cruza o con Jersey aumenta, en forma muy moderada, los gastos totales (alrededor del 5%). Por consiguiente, el ingreso neto (Ingresos brutos - gastos en efectivo - amortizaciones) es superior (+14 y + 28%, respectivamente.) con respecto al tambo modal.

Selección y cruzamiento para incrementar la rentabilidad de la empresa lechera a corto y largo plazo

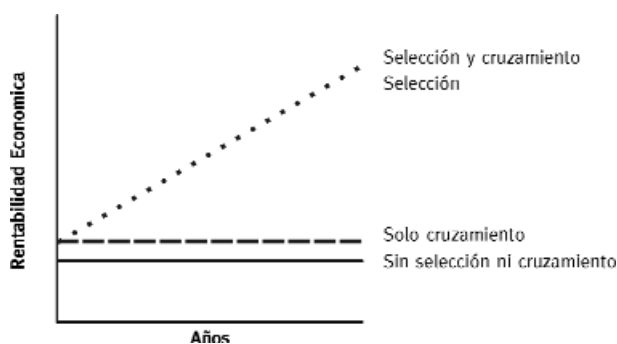
Un programa de mejoramiento genético logra mejorar los animales de las futuras generaciones a través de la selección y apareamiento de los mejores animales disponibles en la presente generación. Los beneficios totales de los efectos del cruzamiento solo pueden ser explotados a través de una planificación cuidadosa para combinar las razas disponibles y para seleccionar los animales de reemplazo dentro de estas razas. El cruzamiento no cambia los genes que están presentes en la población, sino que explota la mejor combinación entre los genes de diferentes razas. Por la tanto, los beneficios del cruzamiento solo son mantenidos en la medida en que los niveles de heterosis también se mantengan. Esto es ilustrado en la Figura 4, donde se observa que una población puede ser rápidamente mejorada por un sistema de cruzamiento; pero, si no hay un mejo-

● Cuadro 5. Parámetros económicos más destacados de la comparación efectuada sobre tres tambos con rodeos de diferentes biotipos (valores en pesos argentinos, correspondientes al año 2003).

Parámetros económicos	Tambo Holando	Cruza H x J	Jersey
Precio de leche (cv/litro)	39,8	44,1	49,3
Ingresos brutos (\$/año)	334.600	357.600	372.800
Gastos en \$/año (cv/litro) :			
• Alimentación (P-F-C)	80.090 (10,0) ¹	80.510 (10,5 -9,0) ²	80.720 (11,2 -8,1) ²
• Mano de obra	47.700 (6,0) ¹	50.900 (6,6 -5,7) ²	53.450 (7,4 -5,4) ²
• Otros	104730 (13,1) ¹	111370 (14,5 -12,5) ²	111320 (15,4 -1,2) ²
Costo (centavos/litro) :			
•Corto plazo	29,1	32,6 (27,3) ³	34,0 (24,7) ³
•Mediano plazo	30,6	33,2 (28,7) ³	35,7 (26,0) ³
Ingreso neto : \$/año	89.560	102.300	114.790
\$/ha/año	755	860	965

(1) Valor expresado en centavos/litro de leche producido - (2) Valor expresado en centavos/litro de leche producido - Idem pero corrigiendo el volumen de la leche Jersey con los valores de GB y PT de la Holando. (3) Valor expresado en centavos/litro de leche producido y corrigiendo el volumen de la leche Jersey con los valores de GB y PT de la Holando.

● Figura 4. Efectos de selección y cruzamiento.



ramiento continuo, los niveles de heterosis se pierden. En cambio, los efectos de cruzamiento tienden a ser siempre favorables en la medida que un esquema de selección es mantenido. La situación ideal para una empresa lechera es aquella en la que se logra combinar los efectos de selección con los efectos de cruzamiento.

Conclusiones

Desde hace varios años se utiliza, ampliamente, el cruzamiento en el ganado lechero y ha sido investigado, en otros países, como una alternativa para mejorar la rentabilidad de la empresa lechera. Existe suficiente evidencia de los efectos favorables del cruzamiento sobre las características relacionadas con la fertilidad, la

sobrevivencia y la producción de las vacas. El efecto acumulado de los efectos de heterosis para cada una de las características podría resultar en una heterosis económica. Los sistemas de cruzamiento están siendo seriamente considerados en varios países, porque los siste-

mas de pago han cambiado a un sistema de múltiples componentes donde la proteína es pagada con un diferencial más alto que la grasa y el volumen de leche es penalizado. El mejoramiento genético del ganado lechero a través de cruzamiento se logra solo para una generación; el mejoramiento real es dado por el uso de toros de alto valor genético, los cuales provienen de un esquema de selección con un objetivo claramente definido. ■

Bibliografía

- Cassell, B. 2007. *Mechanisms of inbreeding depression and heterosis for profitable dairying*. 4th Biennial W. E. Petersen Symposium "Crossbreeding of Dairy Cattle: The Science and the Impact". Department of Animal Science, University of Minnesota, St. Paul, US.
- Comeron, E.A., Romero, L.A., Cuatrin, A. y Maciel, M., 2005. El efecto racial o genético. En : *Manual de referencias técnicas para el logro de leche de calidad*. 2da edición. INTA EEA Rafaela. 119-134.
- González-Verdugo, H., Magofke, J. C. y Mella, C. 2005. *Productividad, consumo y eficiencia biológica en vacas Frison Neocelandés y F1 (Jersey-Frison Neocelandés) paridas a fines de invierno en la X región, Chile*. Archivos de Medicina Veterinaria XXXVII: 37-47.
- López-Villalobos, N. 1998. *Effects of crossbreeding and selection on the productivity and profitability of the New Zealand dairy industry*. Ph.D. Thesis, Massey University, Palmerston North, New Zealand.
- López-Villalobos, N. and Garrick, D. J. 2002. *Economic heterosis and breed complementarity for dairy cattle in New Zealand*. Proceedings of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Montpellier, France. Communication No. 01-37.
- López-Villalobos, N., Garrick, D. J., Holmes, C. W., Blair, H. T. and Spelman, R. J. 2000. *Profitabilities of some mating systems for dairy herds in New Zealand*. Journal of Dairy Science 83: 144-153.
- McAllister, A. J. 2002. *Is crossbreeding the answer to questions of dairy breed utilization?* Journal of Dairy Science 85: 2352-2357.
- McAllister, A. J., Lee, A. J., Batra, T. R., Lin, C. Y., Roy, G. L., Vesely, J. A., Wauthy, J. M. and Winter, K. A. 1994. *The influence of additive and nonadditive gene action on lifetime yields and profitability of dairy cattle*. Journal of Dairy Science 77: 2400-2414.
- Van Raden, P. M. and Sanders, A. H. 2003. *Economic merit of crossbred and purebred US dairy cattle*. Journal of Dairy Science 86: 1036-1044.
- Van Raden, P. M., Tooker, M. E., Cole, J. B., Wiggans, G. R. and Megonigal, J. H. Jr. 2007. *Genetic evaluations for mixed-breed populations*. Journal of Dairy Science 90: 2434-2441.

* Lista completa de referencias disponible por demanda.

Costo de Producción del Litro de Leche

El costo de producción es utilizado con distintos fines: en la toma de decisiones empresariales, en la comparación de empresas o como herramienta de política sectorial. Uno de los rasgos característicos de la estructura del sector primario es la presencia de fuertes heterogeneidades productivas y tecnológicas entre los sistemas de producción, ya sea entre cuencas lecheras como dentro de estas. Por tanto, existen diversos modelos productivos que se traducen en producciones con distintos costos, a partir de combinaciones de uso de los diferentes factores.

- En 2005 la producción de leche de la Argentina fue de 9500 millones de litros, que representaron el 2% de la producción del mundo. En ese año, el 23% de la producción nacional se destinó a la exportación, principalmente como leche en polvo, rubro en el cual la Argentina se destaca como tercer productor mundial. De acuerdo con las estimaciones oficiales, en 2006 la producción se incrementó un 5,9%.

Prácticamente, el total de la producción primaria se concentra en las provincias de Buenos Aires (26%), Santa Fe (34%) y Córdoba (35%), y en menor proporción en Entre Ríos y La Pampa (3,5 y 1,5%, respectivamente). En estas provincias se encuentran las principales cuencas lecheras y casi la totalidad de los tambos e industrias del sector. En cada provincia se delimitan diferentes cuencas: noroeste, Villa María y sur de Córdoba, centro y sur de Santa Fe, Abasto norte y sur, oeste y Mar y Sierras en Buenos Aires, Entre Ríos y La Pampa norte y sur.

Uno de los rasgos característicos de la estructura del sector primario es la presencia de fuertes heterogeneidades productivas y tecnológicas entre los sistemas de producción, ya sea entre cuencas lecheras como dentro de estas. De esta manera, existen diversos modelos productivos que se traducen en producciones con distintos costos, a partir de combinaciones de uso de los factores de producción. Investigadores comparan cuatro modelos de producción de leche de la provincia de Entre Ríos, en donde mencionan que las diferencias entre tamaño de los establecimientos, volumen de producción y estrategias productivas y comerciales, determinan diferentes resultados económicos a nivel de empresa. Al realizar comparaciones entre diferentes esquemas de producción, surge la necesidad de contar con bases metodológicas claras y homogéneas para el cálculo de resultados económicos de establecimientos tamberos diferentes.

El costo de producción es utilizado con distintos fines: en la toma de decisiones empresariales, en la comparación de empresas o como herramienta de política sectorial. Por ejemplo, en el primer caso se aplican para evaluar el posicionamiento de la empresa en relación a los precios obtenidos en el mercado; en segundo lugar, cuando se los utiliza para el análisis comparativo de las variables intervinientes en la producción de leche de diferentes empresas, permite lograr una mayor eficientización del proceso productivo, de acuerdo con diferentes investigadores. Por último, cuando su uso es con fines sectoriales, el costo de producción es de gran importancia para diagnosticar la situación actual y para planificar escenarios futuros, pilares básicos en la definición de políticas lecheras eficientes.

El resultado obtenido como costo de producción está relacionado con un conjunto diverso de variables (tamaño de la empresa, tecnología utilizada, características agroecológicas de la región, calidad de los recursos, precio y cantidad de insumos utilizados, entre otras). Existen tantos costos de producción como empresas agropecuarias se analicen, según las variables de estudio consideradas, y al mismo tiempo cada empresa tiene un costo de producción.

En este sentido, la disponibilidad de un valor que represente el costo de producción del litro de leche para todo el sector primario, surge generalmente de la elaboración de un modelo aceptado por los actores participantes en las distintas negociaciones de la cadena láctea. Existen dos criterios para la formulación del modelo: el de establecimiento promedio, (utilizado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, y el de establecimientos típicos basados en un muestreo de la población, utilizado en la Unión Europea. La desventaja del primero es que, al evaluar los costos de producción del litro de leche, el valor medio obtenido de un modelo deja

- **Ing. Agr. H. Castignani y Lic. J. C. Terán,**
INTA Rafaela
- **Ing. Agr. P. Engler, Ing. Agr. G. Litwin, Ing. Agr. W. Mancuso y Ing. Agr. M. Rodríguez,**
INTA Paraná
- **Ing. Agr. M. Suero,**
UEE San Francisco, Córdoba.
- **Ing. Agr. C. Ghida Daza,**
INTA Marcos Juárez

fuera del análisis la interpretación de la heterogeneidad existente en la población estudiada. Como el "establecimiento promedio no necesariamente tiene costos de producción promedio". Es por ello que para calcular costos de producción a nivel sectorial es importante tener en cuenta el criterio de la representatividad.

Nuestro objetivo es unificar criterios metodológicos para el cálculo del costo de producción del litro de leche, de manera que permita el estudio comparativo de los sistemas de producción de las cuencas lecheras del país.

Aspectos metodológicos

Una de las definiciones más ilustrativas del costo de producción la formula Marcelo Foulon cuando dice que "es la expresión en dinero de todo lo que debemos hacer para atraer y mantener a los factores de la producción hacia una actividad determinada". Estos factores son, en la actividad agropecuaria, la tierra, el capital, el trabajo y al gerenciamiento. El costo de producción contempla la retribución a todos éstos factores de modo que los mismos continúen en la actividad a través del tiempo.

R. Frank define al costo de producción como la suma de los valores de los bienes y servicios insumidos en un proceso productivo, y estos valores se expresan a través de gastos, amortizaciones e intereses.

Costo = Gastos + Amortizaciones + Intereses

- Gastos: insumos y servicios utilizados en el proceso productivo.
- Amortizaciones: compensación por la pérdida de valor por desgaste u obsolescencia de los bienes durables.
- Intereses: costo de oportunidad de los capitales inmovilizados en la actividad.

El enfoque que orienta este cálculo es económico, por lo tanto al costo explícito o pagado es necesario incorporarle el costo implícito o costo de oportunidad. Este último surge como consecuencia de una decisión económica tomada (que se supone que es racional) la cual involucra el costo por no haber utilizado esos recursos en otra actividad económica alternativa.

Algunos componentes del costo deben considerarse al momento de producir (corto plazo) y otros pueden ser imputados a un término más prolongado (por ej. amortizaciones, intereses al capital y retribución al gerenciamiento), definiéndose distintos plazos para el costo de

producción. Dicho de otra forma, se subdivide a éste en distintas instancias temporales. Según el período de tiempo analizado se pueden distinguir, tres plazos en el análisis del costo.

- Costo a corto plazo
- Costo a mediano plazo
- Costo a largo plazo

El costo de producción a corto plazo (CPCP), incluye los gastos directos (GD), las amortizaciones directas (AD) y los gastos indirectos ó de estructura (GE) necesarios para que la actividad se sostenga en el tiempo (sustentabilidad económica); por último se le debe restar el recupero (R) que incluye la venta de productos secundarios y la diferencia de inventario.

$$\text{CPCP} = \text{GD} + \text{GE} + \text{AD} - \text{R}$$

Para expresar el CPCP en términos unitarios (\$/litro) se divide el CPCP total (\$/año) por las unidades producidas (litros de leche producidos).

Son componentes de los gastos directos (GD) los insumos comprados y los servicios pagados ó involucrados en tareas directamente relacionadas al tambo, que son utilizados en el período analizado. Algunos ejemplos son: gastos de implantación de verdeos y maíz para silaje, mantenimiento de praderas, confección de silajes, confección o compra de rollos u otra reserva, compra de granos u otros concentrados, productos veterinarios, inseminación artificial, control lechero, higiene de tambo, mantenimiento de maquinarias de ordeño, energía eléctrica, mano de obra del tambo, honorarios veterinarios, entre otros.

Las amortizaciones directas (AD) consideradas corresponden a la reposición de pasturas y animales de tambo, las cuales junto a los gastos directos totalizan los costos directos de la actividad.

Los gastos de estructura (GE) o indirectos son aquellos que corresponden a toda la empresa ó están vinculados al funcionamiento de la estructura de la misma independientemente del número de actividades que se desarrollen. Se incluyen: el impuestos y tasas, asesoramiento contable y agronómico, honorarios administrativos, movilidad, mano de obra para tareas generales, los gastos de mantenimiento de las mejoras, arrendamiento de la tierra, entre otras.

Cuando la empresa tiene al tambo como única actividad, los gastos de estructura inciden en su totalidad en el cálculo del costo. Si la firma es mixta debe asignarse una proporción de dichos gastos al tambo. Cuando la actividad predomi-

nante de la empresa es tambo, se sugiere adoptar el criterio de prorrateo de gastos en función al ingreso bruto.

En empresas familiares, el empleo de la mano de obra familiar impaga en el campo implica un costo físico real no remunerado y a sabiendas de que los recursos no son gratuitos, este costo implícito debería explicitarse a través de un "jornal equivalente"; es decir, el equivalente que se le pagaría al tambero por realizar esas tareas. Una forma simplificada para valorarla es considerar la dedicación en días/mes para el productor y los demás integrantes de su familia (esposa e hijos) a cada actividad y establecer una escala en base a la producción diaria (l/día) de leche vendida. De esta forma, si las tareas realizadas son de ordeño, a ese jornal equivalente se lo asigna como un gasto directo al tambo (CPCP), si realiza tareas generales y/o administrativas se considera como gasto indirecto (CPCP) y al tiempo dedicado a la toma de decisiones de la empresa como retribución al empresario; este último es asignado al costos de producción a largo plazo (CPLP).

El impuesto al valor agregado (IVA) se considera neutro para aquellas empresas inscriptas, y pleno para el caso de las monotributistas. Por lo tanto, en las empresas monotributistas se deben considerar los precios de los insumos y de los productos con IVA, y en las empresas inscriptas sin IVA. Estas últimas se desempeñan como administradoras de dichos valores.

Por último, se debe restar el recupero, compuesto por la diferencia de inventario y por el ingreso neto generado por la venta de los productos secundarios.

Para obtener el costo de mediano plazo (CPMP) al CPCP se le suman el resto de las amortizaciones, no consideradas en el corto plazo.

$$\text{CPMP} = \text{GD} + \text{GE} + \text{A} - \text{R}$$

El costo a largo plazo (CPLP) agrega a los anteriores la renta a la tierra, el interés al capital fundiario (mejoras extraordinarias y ordinarias), de explotación fijo (hacienda y maquinarias), de explotación circulante y la retribución al empresario por el gerenciamiento de la empresa. Este último no debe confundirse con el retiro a cuenta de utilidades.

$$\text{CPLP} = \text{CPMP} + \text{Renta de la tierra} + \text{Interés Cap. Fundiario y Explotación} + \text{Retribución al empresario}$$

La renta de la tierra se considera equivalente al alquiler promedio de la zona para superficies destinadas a tambo, teniendo en cuenta que dicho monto no debe superar el 4 - 5 % del valor de mercado de la tierra. En dicho caso se considera como renta de la tierra el 5% del valor de mercado.

Para calcular el interés al capital de explotación fijo (maquinarias y hacienda) y circulante se consideran: a) como tasa pasiva del Banco de la Nación Argentina b) maquinarias y hacienda de tambo se valoran a la mitad de su vida útil, c) para el cálculo del interés al capital de explotación circulante se considera como capital y tiempo una inmovilización promedio de un mes del capital promedio mensual.

La retribución al empresario por el gerenciamiento de la empresa corresponde al trabajo real aportado en la toma de decisiones de la misma y se valorará a su costo de oportunidad externo, calculado en función del tiempo dedicado (h/semana), es decir el equivalente al salario que recibiría el empresario por un trabajo similar fuera de la explotación.

1. Como ejemplo para mostrar el uso de la metodología se realiza el cálculo del costo de producción del Tambo Roca¹

La unidad demostrativa tampera Campo Roca (UDTCR), perteneciente al INTA Rafaela, se originó en 1998 como un proyecto integral que pretendía poner a disposición de productores y de profesionales o técnicos, un sistema lechero de máxima eficiencia económica y convertirse en un espacio para el intercambio y el aprendizaje de tecnologías de producción y manejo empresarial.

La UDTCR, se encuentra localizada al centro-oeste del departamento Castellanos (Santa Fe), en el distrito Presidente Roca. Los suelos más comunes de la región son Argiudoles (típicos y ácuicos, familia arcillosa fina), bien y moderadamente bien drenados, con horizontes superficiales de textura franco limosa y muy bajo contenido de arena. La temperatura media anual es de unos 18.0.oC (variación NS = 1.0.oC) y el nivel de precipitación media anual de 1.050 mm (variación WE = 125 mm).

El capital de la empresa es de \$467.000, ocupando gran relevancia (63%) en la composición del mismo el capital hacienda, debido a que se desempeña bajo superficie alquilada.(Figura 1)

Opera un total de 119 hectáreas arrendadas de las

¹-Los cálculos fueron realizados con precios corrientes del año 2006.

cuales 7 son no utilizables (caminos, casa, galpones, parque cerrado) y las 112 ha restantes son afectadas al tambo, vacas ordeño y vacas secas. La recría de vaquillonas se realiza en campo de terceros. La dotación de hacienda es de 184 vacas totales (ordeño + secas).

La producción total de leche durante el ejercicio enero - diciembre de 2006 fue de 1.289.766 litros, de los cuales 99,6% se vendieron. En la tabla 1 se presentan los principales indicadores de eficiencia física del sistema.

El planteo de alta carga y buena producción individual logrado a través de un eficiente uso de los recursos forrajeros se expresa en la productividad cercana a valores que duplican el promedio de la cuenca que es de 6.086 l/ha VT.

Los costos directos ascienden a \$365.003 por año y la composición se detalla en el Tabla 2 (página xx).

Los gastos indirectos totalizan \$127.895 por año, de los cuales \$ 66.937 (52,3%) corresponden a alquiler y \$60.958 (47,7%) a los gastos indirectos restantes. El detalle se presenta en la tabla 3 (página xx).

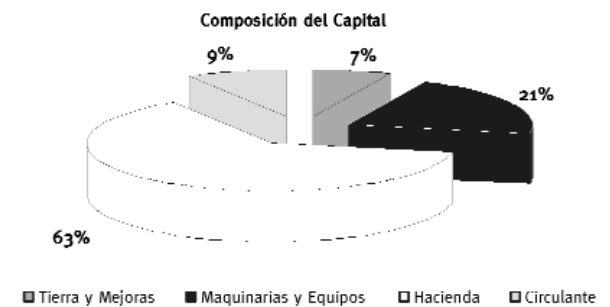
El CPCP es de 0,365 \$/l. En la tabla 4, se presenta la composición de los mismos: incluye los gastos directos, las amortizaciones directas, los gastos de estructura y lo que se recupera por la venta de la producción de carne (como subproducto del tambo).

Si CPCP se le suman el resto de las amortizaciones se llega a un CPMP de 0,363 \$/l y si se adiciona a este último los intereses al capital y la retribución al empresario (\$ 36.000 por año) se obtiene un CPLP de 0,419 \$/l.

Comentarios Finales

Los costos de producción del litro de leche, constituyen una medida de resultado económico de

● *Figura 1. Composición de los Costos Directos.*



Fuente: Elaboración propia basada en datos del Tambo Roca. Ejercicio 2006

● *Tabla 1. Indicadores de eficiencia física de tecnología productiva.*

	Tbo. Roca
Superficie efectiva praderas/Sup. efectiva ganadera	84%
Superficie efectiva silo/Sup. efectiva ganadera	16%
Carga animal VT/ha VT	1,7
Relación VO/VT	82%
Descarte de vientres	22%
Producción de leche l/VO/día	23,2
l/VT/día	18,8
l/VT/año	6.972
Consumo de concentrado/lde leche (g/l)	248
Productividad de la mano de obra (kg GB/EH)	11.654
Productividad del rodeo (l./ha VT)	11.516
(kg GB/Sup. VT)	404

Fuente: Elaboración propia basada en datos del Tambo Roca. Ejercicio 2006

importancia tanto para el sector primario como para el resto de los eslabones de la cadena productiva, con inferencia en decisiones a nivel micro y macroeconómicas.

Si bien, no es posible contar con un único valor del costo de producción, pues hay tantos costos de producción como empresas, el establecimiento de pautas metodológicas homogéneas y unificadas para su cálculo, es la condición necesaria para establecer comparaciones entre distintos sistemas de producción, según objetivos particulares de estudio.

Este trabajo genera un aporte en el esclarecimiento de las pautas metodológicas para el cálculo del costo de producción del litro de leche,

definiendo los componentes a considerar según el plazo de tiempo analizado (corto, mediano o largo plazo).

A los fines de reforzar dicho esclarecimiento, se incluyó el desarrollo práctico de la metodología presentada, en la Unidad Demostrativa Tambo Campo Roca de INTA Rafaela, aplicando cada paso de la metodología a dicho caso.

A partir del objetivo de este trabajo y de la necesidad de contar con modelos de producción representativos de las diferentes cuencas lecheras del país para su estudio (Galletto A., 2004), se plantea un trabajo a futuro con metodología de costos ya unificada que permita la comparación entre cuencas.

● *Tabla 2. Composición de los costos directos.*

	% CD	\$/año
Impl. de verdeos ver y Mant. de prad.	3,4%	12.324
Forr. conservados	6,5%	23.869
Concentrados	35,0%	127.569
Leche consumida en guachera	0,8%	2.943
Sanidad y reproducción	6,4%	23.356
Control lechero	1,2%	4.342
Higiene del tbo.	2,0%	7.356
Energía eléctrica tbo.	2,0%	7.356
Mantenimiento eq. ordeño	1,4%	5.040
Mano de obra	17,3%	63.105
Comercialización	0,8%	2.813
Amort. de Praderas	2,3%	8.354
Amort. vacas tbo. (hotelería)	21,0%	76.577
Total gastos directos	100%	365.003

Fuente: *Elaboración propia basada en datos del Tambo Roca. Ejercicio 2006*

● *Tabla 3: Composición de los Gastos Indirectos.*

	\$/año	% GD
Mantenimiento mejoras	30.032	23%
Mant.vehículos	747	0,6%
Combustibles vehículo	1.391	1,1%
Energía eléctrica	5.305	4,1%
Asesoramiento técnico	10.800	8,4%
Asesoramiento contable	2.400	1,9%
Seguros	696	0,5%
Gasoil,aceite y otros	6.765	5,3%
Gastos Generales	2.822	2,2%
Arrendamiento tambo	66.937	52,3%
Total Gastos Estructura	127.895	100,0%

Fuente: *Elaboración propia basada en datos del Tambo Roca. Ejercicio 2006*

Agradecimiento. Se agradece la colaboración del Ing. Agr. Guillermo Vicente por la lectura del presente trabajo y sus sugerencias. ■

● *Tabla 4: Costo de producción de corto plazo (\$/litro).*

Gastos Directos	0,217
Amortizaciones Directas (pasturas y vaquillonas)	0,066
Gastos Indirectos	0,099
Recupero (venta de hacienda)	(0,026)
Total	0,356

Fuente: Elaboración propia basada en datos del Tambo Roca Ejercicio 2006

Bibliografía

- Castignani M. I., Osan O. y Castignani H. 2002. *Escala, tecnología y organización: análisis de su impacto en los costos de la lechería Argentina. Actas y CD (ISSN 1666-0285) de la XXXIII Reunión Anual de Economía Agraria. Buenos Aires.*
- Frank, R. 1985. *Introducción al cálculo de los costos agropecuarios. El Ateneo. Buenos Aires. 38 pp.*
- Galetto, A. 2004. *El costo de producción de leche: aspectos, usos y metodológicos, posibles usos y resultados actuales. La voz del tambo, año XLVII N° 607, pp. 4 - 7.*
- Ostrowski, B. 2003. *Los costos de alimentación en relación con los costos totales en establecimientos típicos de tambo en países del MERCOSUR. Rev. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, 23 (1): pp 1-10.*
- Ostrowski B. y Deblitz C. 2001. *La competitividad en producción lechera de los países de Chile, Argentina, Uruguay y Brasil. Livestock Policy. Discusión Paper n° 4. Food and Agricultural Organization Livestock Information and Policy Branch, AGAL.*
- Poppe, K. y Boone, J. 1999. *Metodología de cálculo de precios y costos de producción lechera en Holanda y la Unión Europea & Precios recibidos por el productor y sistemas de pagos en Holanda y la Unión Europea. APL Año XIII Boletín 15.*
- Schilder E. y Bravo Ureta B. 1994. *Análisis de costos en explotaciones lecheras de la región central Argentina con algunas comparaciones internacionales. Invest. Agraria. Economía, 9 (2): 199-213.*
- Villanova I y Justo A. 2003. *El tratamiento de los costos según las disciplinas intervinientes: El caso de los costos agropecuarios. Documento de Trabajo N° 27. Publicado en Internet, disponible en [<http://www.inta.gov.ar/ies/actividad/doc-trabajo.htm>].*
- Zehnder R. y Borgia S. 1999. *Pautas metodológicas para establecer el costo de producción en empresas tamberas. Anuario INTA EEA Rafaela. pp 145 - 150.*

* Lista completa de referencias disponible por demanda.

Lechería ovina

Sistemas de Producción de Leche en Ovinos

Los sistemas de producción de leche ovina varían según el grado de intensificación de la actividad y el modo de crianza de los corderos. La elección del sistema adoptado por cada productor estará determinada por las preferencias de cada uno: leche, quesos y carne. En nuestro país, estos sistemas se caracterizan por ser semiintensivos, con una producción de leche estacional que tiene como principal destino la elaboración de quesos.

● Ing. Agr. Ingrid Bain,
INTA Chubut

- Se entiende por sistemas de explotación o de producción ganadera, a una manera de combinar medios, factores y técnicas de producción con el fin de obtener un producto concreto. La mayor o menor dependencia del medio natural para la obtención de las producciones determina la existencia de explotaciones de tipo extensivas, afectadas por el clima, el suelo, los recursos medioambientales, o aquellas intensivas, independientes de las condiciones ambientales. Entre ambas, existen formas intermedias de explotación.

Los sistemas de explotación ovina resultan de la interacción de las técnicas de manejo, alimentación y selección, aplicadas a un rebaño en un determinado medio ecológico y socioeconómico, con el fin de obtener materias primas como carne, leche y lana.

En el caso del ganado ovino lechero, el objetivo principal es la producción de leche cuyo destino primario es la elaboración de derivados lácteos, fundamentalmente quesos. Algunos de los factores que pueden influir y por lo tanto definir el tipo de sistema de producción, son:

- la base animal: raza, aptitud, nivel de producción,
- la disponibilidad y modo de utilización de los recursos forrajeros,
- la época de parto,
- el ritmo reproductivo: número de partos por año,
- la duración del ciclo productivo,
- el tipo de destete o duración del ordeño,
- la metodología de ordeño (manual o mecánica y rutina de ordeño).

En función de estos factores podemos definir distintos sistemas de producción, que pueden ser clasificados según dos criterios:

- Grado de intensificación.
- Método de cría.

Grado de intensificación. Comprende desde siste-

mas más extensivos, típicos de los rebaños nómades de Europa, hasta los más intensivos explotados en estabulación. Los primeros son característicos de explotaciones que cuentan con animales de escasa productividad, rústicos, agrupados en grandes rebaños, que ocupan grandes superficies, y con baja densidad de ganado (número de animales por unidad de superficie). Se encuentran asociados a medios desfavorables de producción, donde los ovinos aprovechan recursos naturales escasos donde otras actividades agrícola -ganaderas se verían limitadas.

Los segundos implican un alto grado de estabulación, aporte de alimento, lactancia artificial, empleo de razas altamente productivas y personal capacitado. Aquí, la mayoría de los factores de producción son aportados al sistema, logrando una gran especialización de la producción lechera, con los inconvenientes de mantener importantes gastos de infraestructura.



Existen además sistemas pastoriles, con un menor grado de intensificación, que se desarrollan en zonas agroecológicas favorecidas, lo que permite mantener una alta carga ganadera, y utilizar técnicas de manejo para realizar un mejor aprovechamiento del forraje.

La intensificación en la lechería ovina esta limitada por la capacidad de hacer frente al incremento de costos de mano de obra, alimentación, instalaciones, equipos de ordeño; por tanto, la selección de la raza fundamental se realiza por su potencial productivo.

La mayor especialización lechera necesita contar con recursos forrajeros de calidad y a un costo razonable, y con razas de marcada aptitud lechera y adaptadas al ordeño mecánico, para rentabilizar las inversiones que implica este tipo de producción.

Método de cría. Existen distintos sistemas de producción de leche, en los cuales los períodos de amamantamiento y ordeño varían considerablemente: desde 1 mes de amamantamiento y 5-6 meses de ordeño (sistemas mediterráneos tradicionales), hasta 3 meses de amamantamiento y 1 mes de ordeño (Europa central y oriental). También existen sistemas donde el amamantamiento y el ordeño son simultáneos (Mediterráneo Oriental: Chipre e Israel, principalmente), de modo que los corderos tienen acceso a sus madres después de que éstas han sido ordeñadas. El caso extremo se da en Alemania, donde los corderos son destetados inmediatamente después del nacimiento y las ovejas ordeñadas por 6-7 meses.

En 1978, otros autores propusieron una clasificación de los sistemas de crianza de ovinos que divide los diferentes esquemas productivos (Gráfico N° 1) en:

Sistema 1: es el sistema desarrollado en todo el mundo para producción de corderos pesados y de lana. Según este, los corderos permanecen al pie

de la madre (durante tres o cuatro meses) hasta el destete.

Sistema 2: los corderos son destetados tres o cuatro meses después de la parición, ordeñándose las ovejas durante un mes posdestete. Esto se da en caso de ovejas de aptitud carne-lana, con aceptable producción lechera luego del destete.

Sistema 3: el destete de los corderos se realiza de cuatro a seis semanas después de la parición y las ovejas son ordeñadas durante, aproximadamente, cinco meses; al principio, dos veces al día y posteriormente una sola vez (hacia el final de la lactación). Se obtienen muy buenos precios por los corderos producidos, que pueden ser engordados luego del destete, para venderlos a mayores pesos.

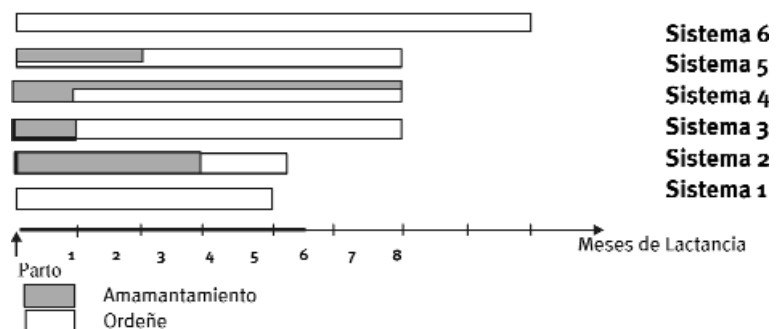
Sistema 4: luego de 2 a 4 semanas de amamantamiento, los corderos son encerrados durante el día mientras sus madres pastorean. Las ovejas se ordeñan, una vez por día, antes de reunirse con los corderos. Este sistema se lo denomina "Media Leche".

Sistema 5: se realiza un sistema Media Leche desde el inicio de la lactación hasta el destete (2 meses después del parto), pasándose posteriormente a ordeñar las ovejas dos veces por día. Este sistema es típico de sistemas intensivos y razas muy productoras de leche.

Sistema 6: es similar a los sistemas de producción de leche de vaca; los corderos son destetados con 24 horas de vida, luego de haber consumido el calostro y criados artificialmente; en tanto las ovejas son ordeñadas durante diez meses, hasta finalizar la lactancia. Los corderos son criados con sustituto lácteo y la leche es destinada, exclusivamente, para la alimentación humana.

La elección de un sistema u otro dependerá, principalmente, del objetivo de producción, sea este lana, carne o leche. Entre los factores que determinan este objetivo, se encuentran las preferencias del productor, el mercado existente para estos pro-

● Gráfico N.º 1. Clasificación de los sistemas de crianza.



ductos y los recursos disponibles tales como la raza, la disponibilidad y utilización de recursos forrajeros, la disponibilidad de mano de obra y de instalaciones.

En los sistemas lecheros ovinos, es muy importante el peso relativo que tiene la producción de carne en el total de ingresos generados en el establecimiento. En este tipo de producción, los corderos compiten por la leche con la ordeñadora. Por lo tanto, la prioridad que se le dé a uno u otro producto (cordero vs. leche), dependerá de la relación de precios del queso, de la carne y de los reproductores destinados a la venta. En función de esta relación y de la disponibilidad de recursos, se deberá definir el sistema de crianza más apropiado en cada caso.

Sin embargo, en sistemas mixtos (carne y leche) de producción, el factor que finalmente determina el período de amamantamiento y de ordeño, es la cantidad y calidad de leche producida por la oveja. Idealmente, ésta debería asegurar una buena producción en kilos de queso sin comprometer el ritmo de crecimiento de los corderos. De este modo, se deberán analizar en forma integral todos estos factores de manera de obtener ambos productos (carne y leche) con el mejor resultado económico.

Sistemas de producción en la Argentina

En la Argentina, las principales zonas productoras de leche ovina son la provincia de Buenos Aires y Chubut, que reúnen el 60% de los tambos ovinos del país.

Los sistemas de producción se caracterizan por ser semiintensivos, basados principalmente en el uso de recursos pastoriles con mayor o menor aporte de suplementación durante la gestación y la lactancia.

La raza más utilizada para el ordeño en nuestro país es la Frisona o Milchschaf, proveniente de Alemania. Esta raza ha sido utilizada como base del cruzamiento para mejorar la producción lechera de animales adaptados a las distintas zonas, entre ellos, las razas Merino, Corriedale, Romney Marsh y Texel. El cruzamiento entre las razas Frisona y Corriedale dio origen a la raza Pampinta (75% Frisona y 25% Corriedale) desarrollada por el INTA Anguil, y el cruzamiento entre Frisona y Texel, originó la raza sintética en formación FxT (50% Frisona y 50% Texel) desarrollada por el INTA Chubut. Estas dos razas son utilizadas en la mayoría de los casos, además de la Frisona, para la producción de leche.

La producción de leche es estacional; las pariciones se concentran entre fines de invierno y primavera. La disponibilidad de forraje, el sistema de crianza de los corderos adoptado y la productividad de leche de la raza utilizada, definirán la duración del ordeño en cada caso, variando entre 4 y 8 meses. El tamaño de las majadas, en la mayor parte de los casos, es menor a 200 animales y la superficie utilizada menor a 40 ha. La producción media diaria de leche ronda los 0,8 litros por oveja por día. El ordeño se realiza, en la mayoría de los casos, dos veces por día, y es mecánico. Los equipos de ordeño, utilizados en estos casos, pueden ser al tarro o de línea de leche (alta o baja). La mano de obra, generalmente, es familiar.

El destino fundamental de la producción de leche es la elaboración de queso, aunque se producen otros derivados lácteos, como el dulce de leche, yogurt, ricota y helados. En la Argentina, no existe la tradición de consumo de leche de oveja fluida, aunque tiene demanda, principalmente, en el caso de niños con alergia a las proteínas y azúcares (lactosa) de la leche de vaca.



Según el número de animales en ordeño, el rendimiento individual de leche y el momento de la lactancia, la leche puede ser destinada directamente a su procesamiento, refrigerada en equipos de frío o frezada. A diferencia de la leche de vaca, la leche ovina puede ser conservada de esta manera sin perder su aptitud para la elaboración de quesos.

El rendimiento quesero obtenido varía según el tipo de queso elaborado; la composición química de la leche y el rendimiento logrado durante la elaboración siendo es de alrededor de 5 l/kg de queso para quesos con 1 o 2 semanas de maduración (frescos), 7 l/kg para quesos de 1 a 2 meses de maduración (semiduros) y 8 l/kg. para quesos con 9 o más meses de maduración (quesos de pasta dura).

Producción de leche en el Valle Inferior del Río Chubut

El sistema de producción de leche ovina en el Valle Inferior del Río Chubut (VIRCH) se caracteriza por ser semiintensivo, donde los animales reciben pasturas como principal fuente de alimentación, y forraje y concentrado como complemento. El nivel de suplementación ofrecido, depende de la época del año y del estado fisiológico de los animales. Los momentos de mayor suplementación son el último tercio de gestación, el parto y la lactancia.

Las explotaciones dedicadas a esta actividad se caracterizan por presentar una superficie promedio de 10-15 ha de pasturas irrigadas, manejadas con alambrado eléctrico dentro de un esquema de pastoreo rotativo intensivo. La carga recomendada bajo estas condiciones es de 8-10 ovejas/ha. El tamaño promedio de los rebaños lecheros ronda los 100-150 animales.

La base de la alimentación son las pasturas implan-

tadas, realizándose también verdeos de cereales (avena, cebada, centeno), y cultivos para la confección de silos puros (maíz, girasol, avena) o combinados con alfalfa. Otro alimento muy utilizado para la producción animal en el Valle es el heno de alfalfa, ya que el VIRCH es una importante zona productora de heno. También se realiza una suplementación con concentrados, fundamentalmente grano de maíz, especialmente durante el ordeño de las ovejas.

Las razas utilizadas para el ordeño son la Frisona, la cruce Frisona x Texel y otras cruces con razas adaptadas a la zona, entre ellas la Merino.

Dado el alto potencial para la producción de leche y carne, estos animales tienen altos requerimientos nutricionales. Esto hace que los costos de alimentación representen una gran proporción de los costos de producción, con lo cual se hace necesaria la producción de forraje (básicamente reservas- fardos de alfalfa) dentro del establecimiento, con el objetivo de aumentar la rentabilidad del sistema.

Una característica importante de estos sistemas de producción de leche es su estacionalidad. El sistema de producción se basa en un parto al año, siendo la época de servicios de abril-mayo, con pariciones de primavera (septiembre-octubre). Los corderos permanecen al pie de la madre hasta los 30-45 días de vida. A partir de ese momento, las madres son ordeñadas en forma mecánica 2 veces/día, y los corderos se destinan a cría o faena. Los corderos producidos en estos sistemas se comercializan como "Corderos lechales", denominándose así al cordero que alcanza un peso de res de 7 a 8 kg (15 a 17 kg de peso vivo) con 30 a 45 días de edad y llega al momento de faena habiendo tenido como principal fuente de alimentación la leche materna.



La producción de leche obtenida en el Valle. en ovejas de la raza Frisona, Texel y Sintética Frisona x Texel, se presentan en el Cuadro 1. En el Cuadro 2 se puede observar la producción de leche y duración de la lactancia de ovejas de la raza sintética Frisona x Texel en los distintos partos. La producción total de leche corresponde a la obtenida durante el período de ordeño, luego del destete total de los corderos a los 30-45 días. ■



● Cuadro 1. Producción media diaria de leche (PMD), porcentaje de materia seca (%MS), grasa (%G) y proteína (%P) en promedio para Frisonas, Texel y Raza Sintética.

	PMD (lt.ov ⁻¹)	% MS	% G	% P
Frisona	0,714 ± 0,14	16,59 ± 0,49	6,00 ± 0,37	4,09 ± 0,16
Texel	0,422 ± 0,10	17,37 ± 0,56	6,98 ± 0,26	4,27 ± 0,20
Sintética	0,758 ± 0,15	16,71 ± 0,49	6,12 ± 0,38	4,15 ± 0,16

Promedio ± desvío estándar.

● Cuadro 2. Producción diaria de leche, días de ordeño y producción total de ovejas la raza sintética Frisona x Texel, en promedio y duración del ordeño, según el número de parto.

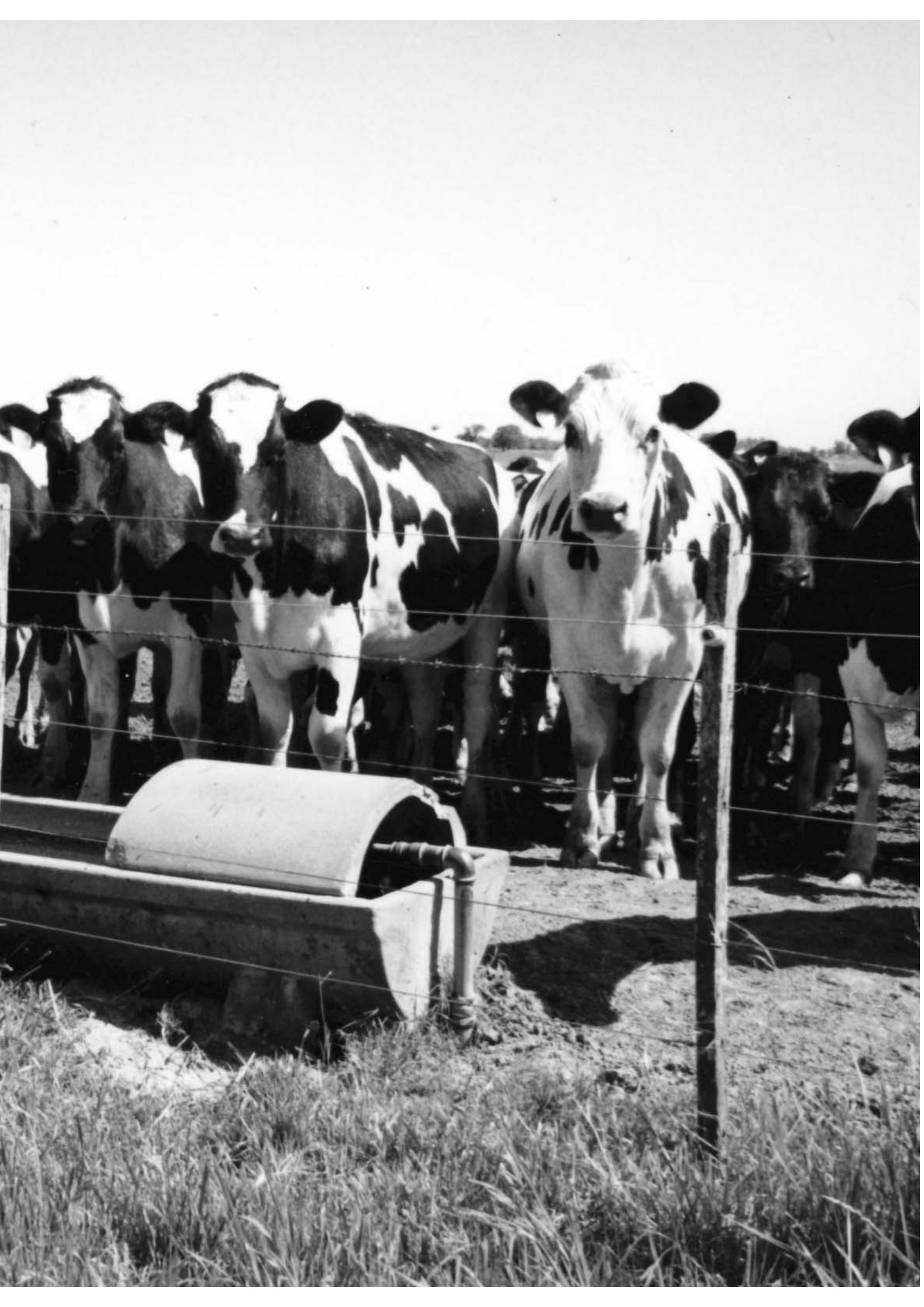
Nº de Parto	Prod. Media diaria (l ov ⁻¹)	Durac. ordeño (días)	Prod. Total (l ov ⁻¹)
1	0,726 ± 0,18	104 ± 24	79,13 ± 39,17
2	0,796 ± 0,11	118 ± 18	94,47 ± 21,97
3	0,889 ± 0,11	123 ± 15	109,58 ± 20,42
4	0,968 ± 0,18	137 ± 8	33,54 29,79

Promedio ± desvío estándar.

Bibliografía

- Bain, I.; Salgado, E.; Iglesias, R.; Iñón, P.; Marguet, E.R. (2002). Características de la producción de leche de ovejas Frisonas, Texel y su cruce en el Valle Inferior del Río Chubut. *Revista Argentina de Producción Animal*. Vol 22 (1). p 351-352.
- Bain, I.; Salgado, E.; Castro, R.; Iglesias, R., 2002. Producción de leche en ovejas cruzas (Frisona x Texel). Efecto del número de parto sobre la producción. *Revista Argentina de Producción Animal*. Vol. 22 (1) p. 352-353.
- Flamant, J.C.; Casu, S., 1978. Breed differences in milk production potential and genetic improvement on milk production. *Milk production in the ewe*. EAP. 23: 1-20.
- Mc Cormick, M.; Borra, G.; Peña, S.; Lynch, G., 2001. El tambo ovino en Argentina. *Cátedra de Ovinos*. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Lomas de Zamora.
- Vergara, H; Pérez-Sempere, J.I.; García, A.J., 1996. Principales sistemas de explotación en el ovino de leche. Cap XIII en *Zootecnia: Bases de producción animal. Producción ovina (Tomo VIII)*. Ed. Mundi Prensa.





Composición Química de la Leche Producida en la Argentina

● Ing. Agr. Miguel Taverna, INTA Rafaela

La calidad de la leche persigue tres objetivos claros, incrementar el consumo, la competitividad y las exportaciones. Por otra parte, se busca obtener una materia prima de excelencia con la finalidad de que la cadena láctea argentina responda a la evolución de las exigentes normativas y a las demandas de los consumidores.

- En un sentido amplio, una estrategia basada en la calidad es considerada como una verdadera política agroalimentaria. Su aplicación responde a tres objetivos concretos: a) Incrementar el consumo doméstico, b) Incrementar la competitividad de la producción nacional frente a productos importados, y c) incrementar la exportaciones.

En el caso de la cadena láctea argentina, el logro de una materia prima de calidad que permita responder adecuadamente a los distintos procesos de industrialización, a la evolución de las exigencias reglamentarias y a los cambiantes requerimientos de los consumidores, ha sido y es un objetivo perseguido y compartido por los actores de la cadena. Las Instituciones acompañaron este proceso. El INTA desarrolló en los últimos 15 años, numerosas acciones enmarcadas en diferentes proyectos de investigación y desarrollo: PROCALE I (1991), PROCALE II, (1997); Proyecto Nacional Lechería (2001).

Dada la importancia nutricional, técnica y económica que tiene la composición química de la leche, el objetivo de esta publicación es presentar un conjunto de resultados, surgidos de los mencionados proyectos, que permiten caracterizar este criterio

de la calidad. La presentación fue dividida en cinco temas: macroelementos, fracción nitrogenada, perfil de ácidos grasos, minerales, vitaminas y parámetros físico-químicos.

MACROELEMENTOS

Estadísticas descriptivas

En el Cuadro 1 se agrupan los resultados obtenidos en diferentes estudios. Como puede visualizarse, los trabajos utilizaron diferentes unidades de muestreo (tambo, cisterna, silo y empresas), abarcaron diferentes períodos cronológicos y distintas Cuencas.

Los promedios surgidos en los diferentes trabajos resultaron similares. En el estudio "5", parte de las muestras de leche provenían de tambos con rodeos conformados por cruza Holando x Jersey, situación que explica promedios algo superiores a las restantes situaciones. Las diferencias en la dispersión de los resultados entre estudios, evidenciado por el desvío estándar, se deben a la unidad de muestreo considerada, siendo lógicamente mayores cuando se consideraron los tambos y menores en empresas.

● Cuadro 1. Concentración de grasa, proteína y lactosa de la leche producida en Argentina.

Estudios	Resultados composición química (gr/100ml)											
	Grasa				Proteína				Lactosa			
	X	S	Mín	Máx	X	S	Mín	Máx	X	S	Mín	Máx
Base Tambos ¹	3,58	0,25	2,50	4,96	3,26	0,14	2,11	4,21	4,70	0,16	3,70	5,22
Base Cisternas ²	3,61	0,24	2,90	4,78	3,26	0,10	2,87	3,87	4,74	0,21	4,24	5,54
Base Silo ³	3,61	0,14	3,52	4,05	3,23	0,07	3,12	3,40	4,71	0,08	4,51	4,87
Base Empresas ⁴	3,55	0,12	3,30	3,90	3,22	0,09	3,01	3,46	-	-	-	-
Base Tambos ⁵	3,69	0,41	2,15	5,91	3,33	0,18	2,92	4,23	4,87	0,13	4,30	5,21

X: media aritmética, D.E.: desvío estándar, Min.: valor mínimo y Mas.: valor máximo.

² Taverna y Coulon 2000. Muestras mensuales 37 cisternas recolección, período muestreo: 1997-1998.

¹ Tavernal 2001. Muestras mensuales 62 tambos, período muestreo:1999-2000.

⁴ Taverna 2006. Promedios mensuales de empresas lácteas que recolectan el 75% de producción nacional.

³ Taverna et al, 2005. Muestras bimensual de silos de 250 mil litros de capacidad, período muestreo: 2000-2002.

⁵ Taverna 2006. Muestreo mensual de 45 tambos ubicados en diferentes cuencas lecheras argentinas. Período: 2003-04.



Del análisis conjunto de los datos relevados, la leche producida en Argentina tiene las siguientes composición: Grasa: 3,60%; Proteína: 3,26%; Lactosa: 4,75%. Adicionando a estos componentes un valor constante de cenizas de 0,67%, obtenemos finalmente una concentración de sólidos no grasos de 8,68% y de sólidos totales de 12,28%.

Variación estacional

Los cambios de la alimentación, del clima y la mayor o menor concentración de partos en determinadas épocas del año, provocan cambios significativos en la producción y composición química de la leche. Con el objetivo de visualizar estos cambios a nivel de grandes volúmenes de leche (70% producción nacional), se procesaron y promediaron 7 años de datos mensuales. En la Figura 2 se presentan los desvíos mensuales de materia grasa (MG) y proteína (Pr), tomado como valor cero al promedio general de la base de datos.

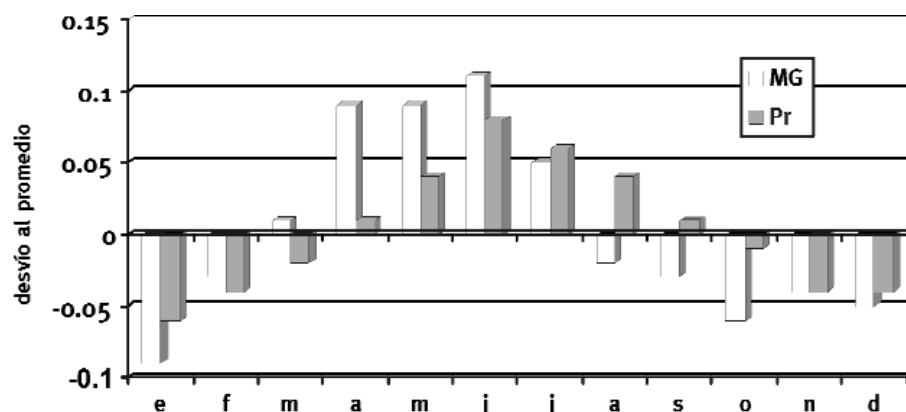
Las dos series muestran un similar comportamiento estacional. Las concentraciones medias de grasa y proteína el otoño y especialmente en el invierno fueron superiores al promedio, mientras que las correspondientes al período primavera-estival fueron inferiores a este valor. Las amplitudes máximas entre meses fueron de +/- 0,1 y 0,06% para la grasa y proteína, respectivamente.

Resulta importante resaltar el efecto negativo que ejerce "el verano" en las ambas concentraciones. El hecho que durante éste momento del año, en general, los rodeos cuentan con una importante proporción de vacas con lactancias avanzadas (aspecto que tiende a incrementar la concentración), magnifica aún más la consecuencia negativa de este período.

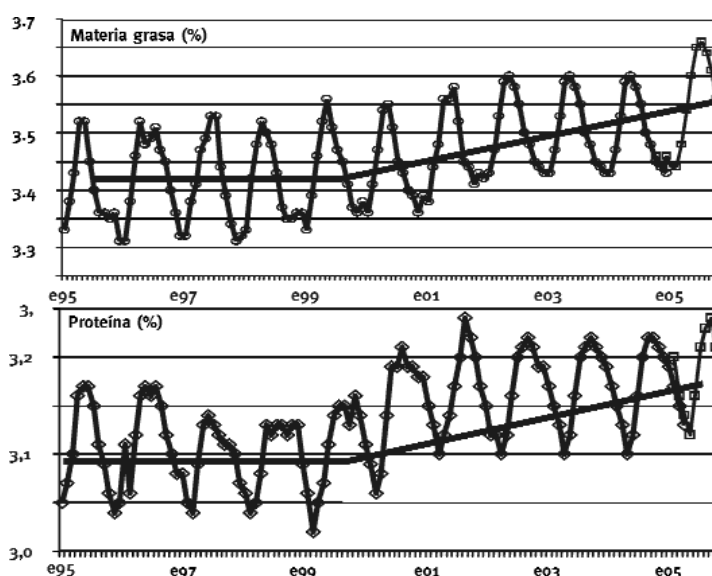
Evolución en el tiempo

Con el objetivo de analizar el comportamiento en el

● *Figura 2. Desvíos mensuales de la concentración de materia grasa y proteína.*



● *Figura 3. Estudio del comportamiento en el tiempo de la concentración de la materia grasa y la proteína de la leche producida en Argentina (Taverna et al, 2002).*



tiempo de la concentración de la grasa y la proteína en la leche producida en la Argentina, se procesó la información suministrada por siete industrias lácteas que operan en distintas cuencas lecheras y que recolectan aproximadamente el 70% de la producción nacional. Cada empresa informó los promedios mensuales de la concentración de ambos parámetros desde enero de 1995 hasta diciembre del 2005. Se utilizó el procedimiento Análisis de Series de Tiempo y Predicción (SAS V 8,1) para analizar los datos, presentándose los resultados del modelo en la Figura 3.

Los ajustes del modelo fueron muy aceptables (R^2 : 0,90 y 0,81 para la grasa y proteína, respectivamente). El trabajo permitió concluir que las mismas variaciones estacionales se mantuvieron en el tiempo y que a partir de los años 1999-2000 se produjo una tendencia de incremento anual de ambos componentes.

La aplicación durante la década del 90 de sistemas de calificación y pago de la leche por su calidad, sumado a la adopción de tecnologías por parte de los productores (alimentación, manejo, genética) se tradujeron en mejoras en la concentración de grasa y proteína en la leche producida en la Argentina. Estos logros de importancia tecnológica y económica para el sector deberían ser sostenidos y, en lo posible, mejorados.

Fracción Nitrogenada

En el Cuadro 2 se muestran estadísticas descriptivas referidas a la fracción nitrogenada de la leche. Este perfil presentó un comportamiento estacional similar al de la proteína total. Las

mayores concentraciones se observaron durante el invierno y las más bajas durante el verano. Contrariamente, durante el invierno se registraron las menores concentraciones de NNP y en el verano las más elevadas. Este último aspecto vinculado al nivel de participación de la pastura en la dieta de las vacas.

Con respecto a las relaciones entre las mismas se ubican dentro de los rangos característicos de la raza predominante en Argentina (Holando Argentino). Las relaciones PV/PT, Cas/PV fueron más altas durante el invierno y más bajas en el verano. Contrariamente, la mayor proporción de PS/PT y NNP/NT se observó en verano y la menor, durante el invierno.

Ácidos Grasos

En el Cuadro 3 se presenta una caracterización del perfil de los ácidos grasos (AG) de leche de tambos ubicados en diferentes cuencas lecheras de Argentina y muestreados durante un año consecutivo. En el Cuadro 4 fueron agrupados los ácidos grasos considerando características físico-químicas y propiedades nutricionales-funcionales.

Esta caracterización general es acorde a otras publicadas previamente en Argentina. Esta caracterización presentó variaciones estacionales, siendo los AG saturados de cadena corta (4:0 al 12:0), los ácidos 14:1, 15:0, 16:1, 17:0, 24:0 y los PUFA (18:2 t, 18:3, CLA, 20:3 n6, 20:4 n6, 20:5 n3, 22:5 n3), los que mayores cambios manifiestan asociados a la estación del año. En particular, la mayor concentración de AG insaturados se asocia al aumento en el consumo

de pasturas, situación que se manifiesta en primavera-verano. Similar comportamiento muestran los AG *trans*-18:1, 18:3 y el CLA.

Minerales

En el Cuadro 3 se presentan estadísticas descriptivas sobre la concentración de los minerales de mayor interés nutricional y tecnológico de la leche.

Los promedios y rangos resultaron coincidentes con referencias bibliográficas. El Na y Cl mostraron promedios por encima de estas referencias. La con-

centración de los minerales analizados no presentaron variaciones estacionales claras que puedan inferir una tendencia en su comportamiento.

Vitaminas y poder antioxidante

En el Cuadro 3 se presentan los resultados de algunas vitaminas y del poder antioxidante de leche. Las muestras corresponden a tambos ubicados en distintas Cuencas y para un período de un año (Descalzo y Rossetti, 2006)

● Cuadro 2. Perfil nitrogenado de la leche.

Variables	Base Cisterna ²		Base Tambo ¹		Base Silo ³	
	X	DE	X	DE	X	DE
Proteína (gr/100ml)	3,26	0,10	3,26	0,14	3,21	0,13
P. Verdadera (gr/100ml)	3,07	0,14	3,02	0,19	3,02	0,09
Caseína (gr/100ml)	2,48	0,14	2,46	0,22	2,37	0,10
NNP (gr/100ml)	0,03	0,003	0,036	0,006	0,035	0,003
N Ur (gr/100ml)	0,015	0,004	0,017	0,004	-	-
PV/Pr (%)	93,7	0,8	92,7	1,1	94,0	0,6
CAS/Pr (%)	75,7	2,9	75,4	4,9	73,8	2,2
CAS/PV (%)	80,1	3,1	81,2	5,0	78,4	2,8
NNP/NT (%)	6,3	0,7	7,0	1,1	7,0	1,0
Nur/NT (%)	2,9	0,6	3,5	0,8	-	-

X: promedio, DE: desvío estándar.

1 Taverna 2001. Muestras mensuales 62 tambos, período muestreo: 1999-2000.

2 Taverna y Coulon 2000. Muestras mensuales 37 cisternas recolección, período muestreo: 1997-1998.

3 Taverna et al, 2005. Muestras bimensual de silos de 250 mil litros de capacidad, período muestreo: 2000-2002.

● Cuadro 3. Caracterización del perfil de ácidos grasos en leche.

Variable	Media	D.E.	Variable	Media	D.E.
C4	3,68	0,56	C18	10,92	1,79
C6	2,24	0,36	C18:1 t	3,19	0,82
C8	1,29	0,27	C18:1 c	19,26	2,28
C10	2,66	0,64	C18:2 t	0,20	0,05
C10:1	0,27	0,07	C18:2 c	2,01	0,52
C12	2,97	0,71	C18:3 n3	0,75	0,27
C14	9,82	1,37	CLA	0,90	0,32
C14:1	0,81	0,19	C22 + 20:3 n6	0,09	0,04
C15	1,19	0,15	C20:4 n6	0,16	0,09
C16	26,31	1,67	C20:5 n3	0,11	0,05
C16:1	1,44	0,18	C24	0,06	0,03
C17	0,70	0,10	C22:5 n3	0,10	0,04

Muestreo mensual de 45 tambos ubicados en diferentes cuencas lecheras argentinas. Período: 2003-04.



Los valores resultan coincidentes con la bibliografía. La concentración de Beta Caroteno no varió estacionalmente. La de Gama Tocoferol y Alfa Tocoferol variaron entre meses analizados pero sin mostrar un claro comportamiento estacional. Con respecto al valor de oxidación lipídica. Los niveles fueron más altos en la leche producida en verano y más bajas en las del otoño-invierno.

Parámetros físico-químicos

En el Cuadro 4 fueron agrupados los resultados referidos a parámetros físico-químicos.

Los promedios generales de pH y acidez se ubican dentro de los rangos citados por la bibliografía para leche fresca normal (6,6 y 6,8 para pH y 14 y 18°D para acidez).

Los valores de pH y de acidez no mostraron un patrón de comportamiento estacional, siendo éste muy variable entre años.

La estabilidad térmica de la leche fue estimada a través del tiempo de coagulación. Los valores obtenidos resultaron comparables a los citados por otros estudios nacionales y extranjeros. El tiempo de coagulación varió estacionalmente, siendo los promedios de invierno y verano similares y los más altos (24 min). El del otoño y fundamentalmente el de la primavera fueron los más bajos (20 y 18 minutos, respectivamente).

La crioscopía no presentó un comportamiento estacional, resultado éste muy variable según el año considerado. ■

● Cuadro 4. Ácidos grasos agrupados por características físico-químicas y propiedades nutricionales-funcionales.

Variable	Media	D.E.	CV	Mín	Máx
Omega3	0,95	0,34	35,59	0,04	1,80
Omega6	2,36	0,55	23,32	1,27	4,30
Omega6/omega3	3,34	5,33	159,46	1,15	63,50
Saturados	61,83	3,09	4,99	53,35	70,53
Insaturados	29,27	2,63	8,99	22,75	35,94
Rel sat vs insat	2,14	0,30	13,81	1,54	3,05

Muestreo mensual de 45 tambos ubicados en diferentes cuencas lecheras argentinas. Período: 2003-04.

● Cuadro 5. Caracterización de la concentración mineral de la leche relevada.

Componentes	Base Silo (g/100ml) ¹		Base Cisterna (g/100ml) ²	
	Media	DE	Media	DE
Ca	111,8	11,3	127,7	13
P	94,3	7,6	88,6	13
Mg	9,9	0,9	12,4	1,7
K	149,7	10,8	144,2	20
Cl	140,9	10,9	141,1	13
Na	57,1	6,9	61,8	10
Citrato	133	6,47	-	-

² Taverna y Coulon 2000. Muestras mensuales 37 cisternas recolección, período muestreo: 1997-1998.

¹ Taverna et al, 2005. Muestras bimensual de silos de 250 mil litros de capacidad, período muestreo: 2000-2002.

- Cuadro 6. Vitaminas y poder antioxidante en leche de tambos.

Ítems	Media	DE
Beta Caroteno (microg/ml)	0,67	0,21
Gama Tocoferol (microg/ml)	0,089	0,028
Alfa Tocoferol (microg/ml)	1,65	0,38
Prueba de oxidación lipídica (TBA) (mg equ.MDA/kg de leche).	0,122	0,025

Descalzo y Rossetti, 2006. Muestreo mensual de 45 tambos ubicados en diferentes cuencas lecheras argentinas. Período: 2003-04.

- Cuadro 7. Caracterización de parámetros físico-químicos.

Componente	Base silo ¹		Base cisterna ²		Base tambo ³	
	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
.pH	6,69	0,04	6,76	0,12	6,68	0,15
Acidez (°D)	16,15	1,37	14,66	1,03	14,71	1,08
E.T.(minutos)	21,9	3,76	-	-	-	-
Crioscopía (°C)	0,520	0,01	0,522	0,01	0,527	0,008

E.T.: estabilidad térmica. D.E. Desvío estándar.

1 Taverna et al. 2005. Muestras bimensual de silos de 250 mil litros de capacidad, período muestreo: 2000-2002.

2 Taverna y Coulon 2000. Muestras mensuales 37 cisternas recolección, período muestreo: 1997-1998.

3 Taverna 2001. Muestras mensuales 62 tambos, período muestreo: 1999-2000.

Bibliografía

- Descalzo, A y Rossetti L. 2006. En: Informe final del Proyecto Nacional de Lechería del INTA (2001-2005). "Incremento de la concentración en la leche de sólidos útiles de compuestos químicos con propiedades terapéuticas y/o sensoriales a través de estrategias de alimentación, de manejo y de la genética" Proyecto N° 520202. 103 páginas.
- Páez, R., 2006. En Informe final del Proyecto Nacional de Lechería del INTA (2001-2005). "Incremento de la concentración en la leche de sólidos útiles de compuestos químicos con propiedades terapéuticas y/o sensoriales a través de estrategias de alimentación, de manejo y de la genética" Proyecto N° 520202. 103 páginas.
- PROCALE I (1991). Proyecto Calidad de Leche I. Mejoramiento de la Calidad Higiénero-Sanitaria.
- PROCALE II (1997). Proyecto Calidad de Leche II. Mejoramiento de la aptitud tecnológica de la leche.
- Proyecto Nacional de Lechería (2001). "Incremento de la concentración en la leche de sólidos útiles de compuestos químicos con propiedades terapéuticas y/o sensoriales a través de estrategias de alimentación, de manejo y de la genética".
- Taverna M., Coulon J.B. 2000. La calidad de la leche y de los quesos. Ed. INTA. 113 pág.
- Taverna, M. 2001. En: Informe final del PROCALE II. 37 páginas.
- Taverna, M., Cuatrín A., Quaino, O., (2002). Estudio del comportamiento en el tiempo de la concentración de la materia grasa y la proteína de la leche producida en la Argentina. Rev. Arg. Prod. Anim., Vol 22, Supl. 1, pág 38.
- Taverna, M. 2005. La Calidad como factor de competitividad de la cadena láctea. En: Manual de referencias técnicas para el logro de leche de calidad, 2° Edición, Ed. INTA, pág. 7-16.
- Taverna, M., Chavez, M., Páez, R., Cuatrín, A., Negri, L.. (2005) Caracterización de la aptitud tecnológica de la leche destinada a la elaboración de leche en polvo entera en la cuenca lechera central. Revista Argentina de Lactología N° 23 - 2004-05. Ed. UNL. Santa Fe. 33-49.

Valor Saludable de la Grasa Butirosa y Producción de Lácteos con Alto Impacto Sobre la Salud Humana

● Ing. Agr. Gerardo A. Gagliostro, INTA Balcarce

La leche y sus derivados contienen valiosos nutrientes, particularmente estas propiedades se le atribuyen a los ácidos linoleicos conjugados (CLA) que contienen los llamados agentes estimuladores de la salud. Aunque, no está claro aun la cantidad efectiva mínima de CLA a consumir diariamente por un ser humano para obtener un efecto terapéutico sobre la salud.

● I) Introducción.

La leche y los derivados lácteos representan una fuente valiosa de nutrientes como las proteínas, la energía, el calcio, las vitaminas y otros minerales. El término genérico de *alimento funcional* se utiliza para identificar alimentos y/o componentes de los mismos que poseen propiedades adicionales sobre la salud de los consumidores que superan al beneficio clásico de un aporte de nutrientes (Milner, 1999). Existe un reconocimiento general de que ciertos alimentos ejercen una acción preventiva frente a la aparición de ciertas enfermedades en el ser humano y la investigación se orienta actualmente hacia una "obtención natural" de dichos alimentos. La grasa de la leche (**GB**) contiene AG reconocidos como "agentes estimuladores" de la salud y la modificación del perfil de AG de la GB vía suplementación de la vaca puede aún incrementar esas propiedades benéficas. Dicha modificación resulta de interés debido a las propiedades que se le atribuyen a los ácidos linoleicos conjugados (**CLA**) los que resultan predominantemente consumidos en los productos lácteos (Chilliard y otros, 2000, Parodi, 1999). Los efectos potencialmente favorables de los CLA sobre la salud se resumen en el Cuadro 1.

Los CLA representan una mezcla de isómeros del ácido linoleico (C_{18:2}) y la forma biológicamente activa de los CLA estaría representada por el isómero *cis-9, trans-11* CLA (también llamado **ácido ruménico, AR**) que representa entre el 75 al 85% del total de CLA en leche (Bauman y otros, 2001, Stanton y otros, 2003). En orden de importancia le sigue el isómero *cis-9, trans-7* CLA que representa un 10% del anterior (*cis-9, trans-11* CLA). Luego le sigue el isómero *cis-12, trans-10* CLA cuya presencia en

leches naturales es muy baja (Bauman y otros, 2001). Este último isómero (*trans-10 cis-12* CLA) ha sido asociado a una menor acumulación de tejido adiposo (efecto anti-obesidad no claramente demostrado aún en el ser humano) y a hiperinsulinemia e hiperglucemia en roedores. El isómero *cis-9, trans-11* CLA estaría asociado a la prevención del cáncer (Ip y otros, 1999).

II) Revalorizando el valor saludable de los lácteos.

Los AG de la leche (y carnes de rumiantes) son el blanco de críticas por parte de especialistas en nutrición humana debido a su contenido relativamente alto en AG saturados capaces de elevar el colesterol plasmático "malo" asociado a las lipoproteínas de baja densidad (**LDL**) (Banni y otros, 2002). Este aspecto resulta de importancia ya que según los hábitos alimenticios y el poder adquisitivo de la población los lácteos pueden aportar entre un 25 a un 60% del total de grasa saturada que un ser humano consume diariamente. Aún en sistemas de producción base pastoril, la composición en AG de la GB (Figura 1) dista de ser ideal debido al exceso en AG saturados y a un déficit en AG mono y AGPI (Gagliostro, 2001) juzgados como más adecua-

● Cuadro 1. Algunos efectos benéficos de los CLA a partir de estudios biomédicos sobre animales de laboratorio.

Efecto biológico

Anticancerígeno (estudios in vivo e in vitro).

Antiaterogénico.

Alteración de la repartición de nutrientes y el metabolismo de los lípidos.

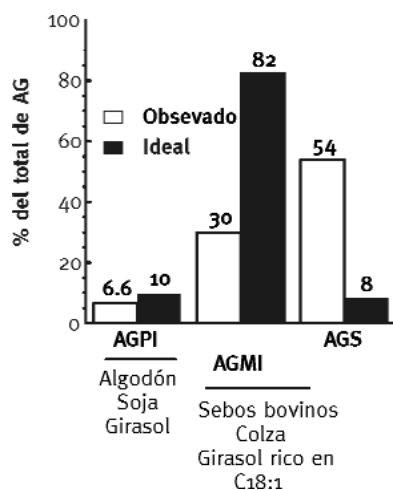
Antidiabéticos (diabetes tipo 2)

Efectos positivos sobre la respuesta inmunitaria

Favorecimiento de la mineralización ósea

(Bauman y otros, 2001).

● **Figura 1.** Composición de la grasa butirosa en ácidos grasos juzgada dietéticamente como ideal (Grumer, 1991) y composición observada en la Argentina (Maritano y otros, 1986). AGPI = ácidos grasos (AG) poliinsaturados. AGMI = AG monoinsaturados. AGS = AG saturados.



dos en nutrición humana (Schrezenmeir y Jagla, 2000).

La relación óptima recomendada entre los AGPI y los AGS en nutrición humana es de 0,45. Tal relación resulta de tan sólo 0,18 en la leche bovina (Figura 1) siendo de 0,11 en la carne bovina y de 0,15 en la carne ovina (Geay y otros, 2002). Los valores promedio registrados en los productos lácteos y cárneos se encuentran por lo tanto alejados del ideal. Esta "mala" imagen de la GB (y en consecuencia de los lácteos) debería atenuarse y ser reconsiderada a la luz de los avances en el conocimiento de los factores protectores e inductores involucrados en el llamado riesgo cardiovascular y también en el cáncer. En primer término mencionaremos que el consumo de AG de cadena corta a media ($C_{4:0}$ a $C_{10:0}$ que representan de un 7 a un 10% del total de AG de la leche) no conduce a elevaciones en el colesterol circulante (Ulbritch y Southgate, 1991) ni estaría asociado a riesgos de muerte por afecciones coronarias (Hu y otros, 1999). Los AG contraindicados son los ácidos láurico ($C_{12:0}$), mirístico ($C_{14:0}$) y palmítico ($C_{16:0}$) que resultan ser los más peligrosos (Ulbritch y Southgate, 1991) cuando son consumidos en exceso ya que elevan el colesterol plasmático total y el colesterol asociado a las LDL (Schrezenmeir y Jagla, 2000, Legrand y otros, 2001). El ácido mirístico presenta el mayor potencial aterogénico ya que tiene un efecto cuatro veces más fuerte que el palmítico sobre los niveles plasmáticos de colesterol (Ulbritch y Southgate, 1991). Los resultados

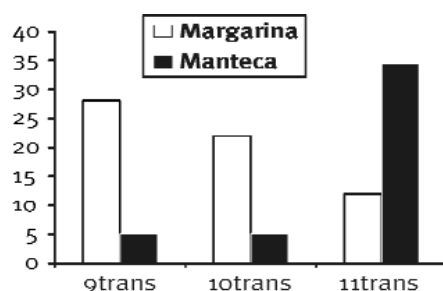
obtenidos en la EEA Balcarce del INTA demostraron que la suplementación de la vaca permite reducir la concentración de los AG aterogénicos en un 63% para el $C_{12:0}$, un 51% para el $C_{14:0}$ y un 29% para el $C_{16:0}$ (Gagliostro y otros, 2006 y Figura 3). El suministro de una manteca producida en la Universidad de Auckland (Nueva Zelanda) con menor cantidad de los ácidos mirístico (12,0 vs 8,3%) y palmítico (31,5% vs 18,8%) en relación a los ácidos oleico (18,6 vs 30,0) y linoleico (1,2 vs 7,2%) redujo significativamente el colesterol total (-7,8%) y el asociado a las LDL (-9,5%) en hombres de buena salud sin una disminución paralela en el HDL colesterol "bueno". Los autores concluyeron que el riesgo cardiovascular puede ser exitosamente reducido en humanos a través de cambios moderados en el perfil de AG de un alimento natural bien aceptado como la manteca (Poppit y otros, 2002).

El ácido esteárico ($C_{18:0}$), importante en la carne y leche (un 10% del total de AG) de ruminantes, es considerado como neutro (sin peligro) (Ulbritch y Southgate, 1991) o aún con efecto positivo sobre la salud humana en base a los resultados obtenidos utilizando hamsters alimentados con raciones ricas en colesterol. En este modelo experimental, una suplementación con $C_{18:0}$ redujo en un 21% la absorción de colesterol dietario y duplicó la tasa de excreción de colesterol endógeno (Schneider y otros, 2000). El ácido oleico ($C_{18:1}$ *cis* 9), principal mono insaturado *cis* en los lípidos de la carne y que representa de un 28-30% del total de AG en los lácteos, es un protector contra la aterogénesis debido a sus propiedades benéficas sobre la composición de los lípidos plasmáticos (Legrand y otros, 2001).

Los AG *trans* han sido denominados sustancias no naturales debido a que los mismos son producidos durante la hidrogenación de los aceites naturales para fabricación de margarinas (Mensink, 2002). Son AG insaturados con al menos una doble ligadura en la configuración *trans* lo que les confiere un ángulo mayor de ligadura respecto a los isómeros *cis*. La cadena carbonada resulta en consecuencia más extendida y se parece más a los AG saturados que a los insaturados de configuración *cis*. Esta propiedad les confiere una mayor tendencia a la adhesión o alineamiento de las cadenas carbonadas lo que resulta a su vez en una menor movilidad del ácido graso (aterosis). Esto implica una menor fluidez en comparación a los isómeros que contienen una doble ligadura de tipo *cis*. La hidrogenación parcial de los aceites poliinsaturados (que constituye la base de fabricación de las margarinas) trae como consecuencia un

enriquecimiento de los isómeros *trans* y con ello una grasa más peligrosa para el ser humano. En efecto, existe una correlación positiva entre el consumo de AG *trans* y las concentraciones plasmáticas del colesterol "malo" asociado a las LDL. Se ha demostrado a su vez una relación dosis-respuesta dependiente y positiva entre el consumo de los AG *trans* y la relación LDL/HDL con el agravante de que la magnitud del efecto resultó aún mayor para los AG *trans* que para los AG saturados (Ascherio y otros 1999). Los AG *trans* son transportados en los ésteres de colesterol y en las fracciones triglicéridos y fosfolípidos de las lipoproteínas y están presentes en alimentos que contengan margarinas, en la leche, la manteca y las carnes. Si bien el llamado Nivel de Consumo Máximo Tolerable de AG

● *Figura 2. Distribución porcentual de los ácidos grasos trans-C 18:1 (% del total de trans-C 18:1) en los aceites vegetales parcialmente hidrogenados (margarinas) y la manteca.*



Fuente: International Dairy Federation 393/2005.

trans debería ser de cero, alcanzar el mismo resulta impracticable debido a su presencia en alimentos indispensables para el ser humano como las carnes y leches.

Resulta importante considerar y diferenciar **la naturaleza y las propiedades funcionales** de los distintos isómeros *trans* según provengan de los aceites vegetales hidrogenados (**margarinas**) o de productos naturales como **la manteca**. En las margarinas la concentración total de *trans*-C_{18:1} alcanza valores cercanos al 60% del total de AG mientras que en la mantecas dicho valor promedio es del 5%. Durante el proceso industrial de hidrogenación de aceites se obtiene un amplio rango de concentración de isómeros *trans*-C_{18:1} siendo el ácido eláidico (9*trans*-C_{18:1}) el principal monoinsaturado *trans* (Figura 2) cuyos efectos negativos sobre el colesterol plasmático y la incidencia de enfermedades cardiovasculares en el ser humano es un hecho aceptado.

En los lácteos, predomina en cambio el ácido *trans*-vaccénico (**ATV**, 11*trans*-C_{18:1}) que repre-

senta un 50% del total de isómeros *trans* (Figura 2). Otros isómeros *trans* presentes en los lácteos como los CLA parecen no ejercer efectos negativos o inclusive positivos sobre la salud humana (ver Cuadro 1). El rol del *trans*11-C_{18:1} como metabolito precursor para síntesis del CLA fue considerado como favorable en los estudios asociados a salud humana (Mensik, 2002; Banni y otros, 2002). La tasa de metabolización de los AG *trans* contenidos en los lácteos y en las carnes sería superior que la de los aceites vegetales hidrogenados y por lo tanto presentarían un menor grado de riesgo para la salud humana (Aro y Salminen, 1998). Hasta el presente, la evidencia de los efectos desfavorables de los AG *trans* presentes en los aceites parcialmente hidrogenados sobre las LDL y los parámetros aterogénicos en el ser humano es sólida pero tales evidencias no son extrapolables al *trans*11-C_{18:1} presente en los lácteos. A la inversa de la correlación positiva que existe entre el consumo total de AG *trans* no naturales y el riesgo cardiovascular, se ha demostrado una correlación negativa (o nula) entre dicho riesgo y el consumo de lácteos o mantecas (International Dairy Federation 393/2005).

Ya que resulta posible incrementar significativamente la concentración de *trans*11-C_{18:1} y de CLA en los lácteos bovinos y caprinos (Gagliostro, 2004bc) las áreas de investigación actuales sobre el tema apuntan a responder las siguientes preguntas:

- 1) ¿Cuáles son realmente los AG *trans* responsables de los efectos negativos sobre salud humana?
- 2) ¿es el consumo de ATV en sí mismo un factor negativo (como el caso del eláidico de las margarinas) asociado a riesgo cardiovascular?
- 3) Aún aceptando que lo fuera, ¿su rol como precursor del CLA y sus otros efectos positivos no induciría un efecto global positivo sobre la salud humana?

Parece importante entonces redefinir el concepto de *grasa trans* aplicado a los alimentos en general evolucionando desde la actual definición estrictamente bioquímica hacia otra basada en las funciones asociadas a parámetros de riesgo metabólico para el ser humano. En los países Europeos el debate está también planteado y en Dinamarca (1º de junio del 2003) se limita el contenido de AG *trans* en grasas y aceites a un máximo de 2% pero explícitamente se excluye a los AG *trans* naturales presentes en los productos de origen animal.

- Cuadro 2. Consumo diario estimado de CLA (mg) en diferentes países.

País	Rango de consumo de CLA
Australia	500-1500
Alemania	Hombres : 430 Mujeres : 246-350
Suecia	160
USA	Hombres : 3-486 Mujeres : 1-399 Hombres : 0-516 Mujeres : 0-300

Fuente: Parodi, 2003.

Los ácidos linoléico ($C_{18:2}$ n-6 y derivados) y linolénico ($C_{18:3}$ n-3 y derivados) son AG esenciales ya que los mismos son sintetizados por las plantas pero no por los mamíferos. Deben por lo tanto ser aportados por la alimentación y juegan un rol de precursores para la síntesis de AGPI de cadena más larga e insaturados de la serie n-3 y n-6 respectivamente. La presencia de estos AG en leche y sus relaciones es también modificable vía alimentación de la vaca o cabra (Gagliostro, 2004abc).

III) Los CLA integrados en alimentos funcionales.

Aunque la presencia de los CLA en la leche de rumiantes resulta conocida desde el año 1930 sus propiedades biológicas permanecieron ocultas durante unos 60 años y entre los 28 isómeros posibles de los CLA sólo dos (*cis*-9, *trans*-11 y *trans*-10 *cis*-12) han sido estudiados (Banni y otros, 2002). Pequeñas cantidades de AG *trans* y también de CLA están presentes en la dietas del ser humano y sus propiedades benéficas se manifestarían aún a concentraciones muy bajas (0,5 a 1%) en la ración (Banni y otros, 2002). Las estimaciones del consumo de CLA en el ser humano oscilan entre entre 0,3 a 1,5 gramos por persona y por día (Cuadro 2) observándose los mayores consumos en aquellos países donde la leche y la carne son producidas bajo condiciones de pastoreo.

La ingestión diaria de CLA con los alimentos convencionales puede resultar insuficiente para que los mismos puedan expresar sus potenciales efectos bioquímicos, moleculares y fisiológicos contra el cáncer, aterosclerosis y obesidad (Watkins y Li, 2003). Una adecuada alimentación del rumiante (vaca, cabra, novillo) puede permitirnos lograr sustanciales incrementos de CLA en el producto y desarrollar así los alimentos funcionales. Un aspecto de importan-

cia práctica y no claramente dilucidado aún reside en la estimación de la cantidad efectiva mínima de compuesto (CLA) a consumir diariamente por un ser humano para obtener un efecto terapéutico o protector sobre la salud. En animales de laboratorio (ratas) se demostró que con concentraciones muy bajas de CLA en la ración total (0,1% de CLA) se lograba disminuir significativamente el número de tumores mamarios cancerígenos (Ip y otros, 1994). Para una rata de unos 350 g de peso vivo el consumo diario preventivo de CLA sería del orden de 0,015 g. Una ingestión equivalente de CLA en el ser humano utilizando el peso metabólico en el cálculo permite proponer que un consumo diario de 0,8 g/día de CLA podría ejercer un efecto terapéutico sobre el cáncer en una persona de unos 70 kg de peso vivo (Watkins y Li, 2003). Cabe comentar que el consumo juzgado preventivo de CLA sería aún unas diez veces menor al enunciado (Dr. D. Bauchart, INRA Clermont Ferrand-Theix, comunicación personal). Los efectos reductores sobre la aterosclerosis se alcanzarían a partir de consumos diarios cercanos a los 0,25 g de CLA y los efectos adelgazantes o anti-obesidad no están claramente establecidos ni aceptados aún en el ser humano. Las estimaciones existentes de consumo diario de CLA se encuentran en general por debajo de los valores mencionados salvo en países como Australia (Cuadro 2) donde predominan sistemas pastoriles de producción de carne y leche. El nivel de consumo diario de CLA aconsejable sería más fácil de alcanzar si logramos enriquecer naturalmente los productos de origen animal (carnes, leches y derivados) en CLA. Si los potenciales efectos benéficos de los CLA son tenidos en cuenta en conjunto (cáncer, aterosclerosis, diabetes, obesidad) el interés de trabajar en el desarrollo de lácteos funcionales resulta evidente. Puesto que la leche de rumiantes resulta la fuente más importante de CLA en el ser humano las condiciones más propicias de alimentación de los animales para lograr leches crudas alto CLA debe explorarse. El objetivo es *aumentar la calidad integral de los alimentos y valorizar la producción agropecuaria mediante la diferenciación de productos*. La leche es el principal alimento proveedor de CLA para el ser humano aportando un 85% del consumo total de CLA en una dieta normal y el 47% en una dieta funcional alto CLA (ver Gagliostro 2004^a).

El contenido de CLA en la leche materna humana es de importancia al proteger a la mujer del cáncer mamario y ejercer efectos saludables sobre el lactante. Dicho contenido puede variar desde un mínimo de 0,09 g/100 g de AG en mujeres de USA (Idaho) hasta un máximo de

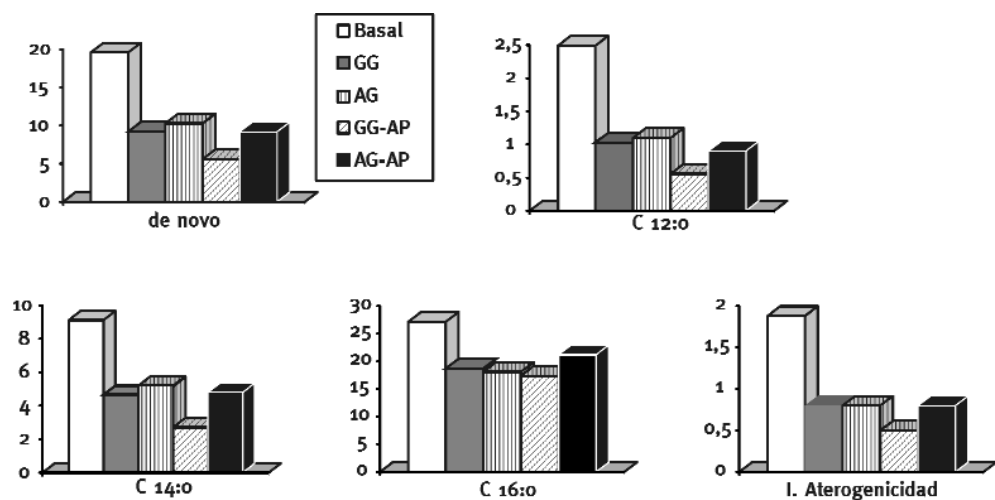
1,25 g/100 g en mujeres Australianas. La diferencia poblacional (+205%) estaría explicada por un consumo de lácteos ricos en CLA en Australia debido al sistema predominante pastoril de alimentación de las vacas (Parodi, 2003). Estudios recientes sugieren la existencia de una asociación positiva entre el consumo de CLA y la disminución del riesgo de contraer cáncer mamario en mujeres postmenopáusicas (Aro y otros, 2000). El trabajo mencionado concluye que al menos para este tipo de cáncer el consumo regular de productos alto CLA puede constituir una importante medida preventiva en el ser humano. Los estudios sobre prevención del cáncer utilizando métodos *in vivo* o cultivos celulares *in vitro* sugieren que el agente anticancerígeno activo de la leche sería sin duda el CLA (Ip y otros, 1995; Thompson y otros, 1997). Un estudio realizado en Francia sobre el contenido en CLA de tejido adiposo mamario humano (261 mujeres con cáncer mamario localizado y 99 con tumores incipientes) reveló que el *cis-9 trans-11* CLA fue el isómero más abundante (85% de total de CLA). El contenido de CLA fue mayor en el tejido adiposo mamario de mujeres sin cáncer lo que indicaría un efecto protector del *cis-9 trans-11* CLA sobre la enfermedad (ver Banni y otros, 2003).

IV) La alimentación pastoril: un escenario favorable para la obtención de lácteos alto CLA.

El hecho de que una alimentación pastoril resulta predisponente a obtener leches enriquecidas en dienos conjugados ha sido demostrado hace

ya más de 40 años (Kudzdal- Savoie y Kudzdal, 1961; Riel, 1963). Numerosos trabajos han destacado el enorme impacto que la alimentación pastoril tiene sobre los valores basales de CLA en leche cuando se los compara a los obtenidos en condiciones de alimentación invernala o estabulada sin forraje fresco (Chilliard y otros, 2000; Chilliard y otros, 2001; Chilliard y otros, 2002; Stanton y otros, 2003; Schroeder y otros, 2004). Los resultados obtenidos en INTA Balcarce (Schroeder y otros, 2003) demuestran que la alimentación pastoril resulta predisponente a obtener altos valores basales de CLA (0,80 a 1,12 g/100 g AG) los que pueden aún ser amplificados mediante una suplementación estratégica de la vaca (1,29 y 1,91 g/100 g AG). Según Griinari y Bauman (1999) el efecto enriquecedor de las pasturas sobre los niveles de CLA en leche son consecuencia del consumo de ácido linolénico proveniente del pasto, su posterior conversión en *trans-11 C_{18:1}* a nivel de rumen y la subsiguiente conversión a *cis-9-trans-11* CLA por actividad *delta-9* desaturasa mamaria. Una alimentación pastoril podría no ser una condición suficiente a fines de asegurar una producción estable de leche enriquecida en CLA sin recurrir a suplementaciones estratégicas. La concentración lipídica en las pasturas y el porcentaje de ácido linolénico suele ser alto en crecimientos tempranos de primavera (forrajes muy tiernos) o al final del otoño para decaer marcadamente con la madurez del forraje (Bauchart y otros, 1984). Los resultados experimentales (ver Gagliostro 2004b) confirman nuestra hipótesis de que aún en condiciones de alimentación pas-

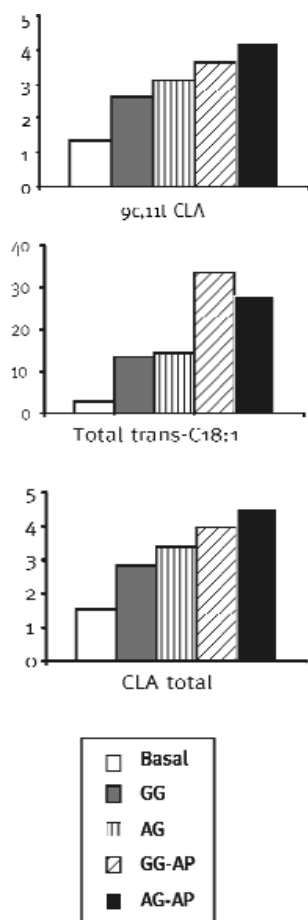
● Figura 3. Efecto de la suplementación con grano de girasol (GG), aceite de girasol (AG) y la combinación con aceite de pescado (AP) sobre la concentración de ácidos grasos (g/100g AG) en leche de vacas en pastoreo.



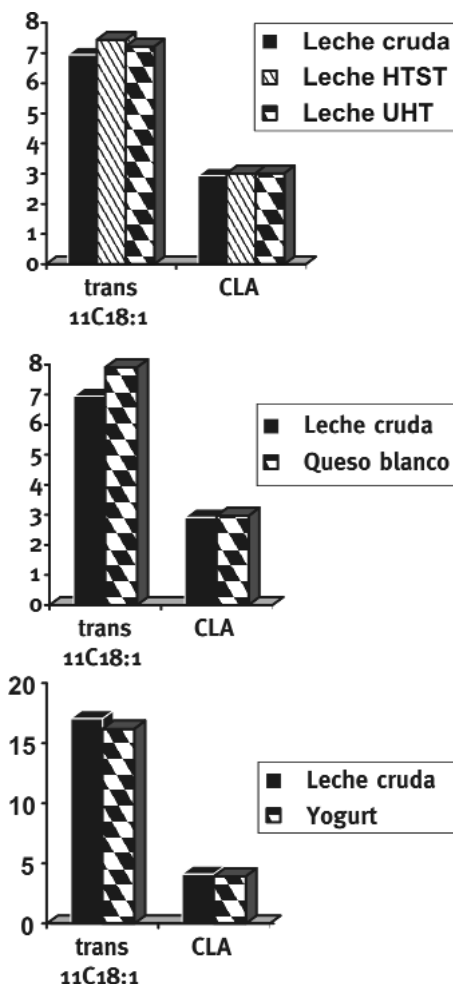
Indice de aterogenicidad: $[(C_{12} + 4C_{14} + C_{16}) / S \text{ insaturados}]$ (Ulbricht y Southgate, 1991)

Fuente : Gagliostro y otros, 2006.

● **Figura 4.** Efecto de la suplementación con grano de girasol (GG), aceite de girasol (AG) y la combinación con aceite de pescado (AP) sobre la concentración (g/100g AG) de 9-cis 11-trans CLA, CLA total y trans-C18:1 total en leche de vacas en pastoreo.



● **Figura 5.** Concentración (g/100g AG) de trans11-C18:1 y CLA en leche cruda y su transferencia a leche pasteurizada (HTST y UHT), yogurt y queso blanco unttable.



Fuente: INTA Balcarce e INTI Lácteos, Parque Tecnológico Miguelete, PBA.

toril resulta necesario suplementar estratégicamente a la vaca lechera a fines de maximizar el contenido de *trans*-C_{18:1} y CLA (9-cis, 11-trans C_{18:2}) en la leche. El aporte de granos oleaginosos ricos en C_{18:2} puede constituir una alternativa de suplementación para incrementar los valores de CLA en leche. Se evaluó el efecto de la suplementación con 0,8 kg/día de aceite de girasol (AG) o 2 kg de grano de girasol (GG) como fuente de C_{18:2} para la síntesis de CLA combinado o no con 0,24 kg/día de aceite de pescado (AP) potente inhibidor de la biohidrogenación de los AG en el rumen. La inclusión de ambas fuentes de C_{18:2} (GG o AG) solos o en combinación con AP disminuyó la concentración de los AG sintetizados *de novo*. La reducción de concentración de los AG aterogénicos fue de

63% para C_{12:0}, 51% para C_{14:0} y 29% para C_{16:0}. El índice de aterogenicidad de la leche observado en pre-suplementación (basal) fue drásticamente reducido por la suplementación, particularmente cuando el grano de girasol fue combinado con aceite de pescado (GG-AP) (Figura 3).

El incremento de concentración de 9-cis 11-trans CLA promedió un 144% sobre basal sin diferencias entre GG o AG. El AP incrementó (+37%) el contenido de CLA de 2.86 a 3.92 g/100g AG (Figura 4).

La suplementación de la vaca en pastoreo con AG insaturados produjo un cambio importante en el perfil de AG de la leche incrementando su valor funcional.

VI) Transferencia de los AG saludables desde leche cruda a diferentes productos lácteos.

Los resultados obtenidos en INTA Balcarce confirman que es posible manipular la composición en AG de los lácteos a través de la alimentación de la vaca a fin de enriquecer naturalmente en CLA a la leche cruda. Resulta necesario conocer si las transformaciones de leche cruda a productos pueden afectar negativamente la concentración de los AG benéficos en el producto final que llega al consumidor. Se obtuvo leche alto CLA ($2,93 \pm 1,71$ g/100 g AG, 9c, 11t C_{18:2}) utilizando 6 vacas Holando Argentino en pastoreo de avena suplementadas con grano de maíz (1,3 kg MS/vaca/día), silaje de maíz (5.6 kg DM/cow/d), expeller de girasol (0,89 kg MS/vaca/d), aceite de girasol (0,8 kg/vaca/d) y aceite de pescado (0,24 kg/vaca/d). Se estudiaron los efectos de pasteurización (72 °C durante 15 segundos (HTST) y 140 °C durante 5 segundos (UHT)), elaboración de yogurt y de queso blanco unttable (Figura 5).

La concentración del *trans*11-C_{18:1} resultó ligeramente incrementada (+7%) por el proceso HTST de pasteurización. La concentración del CLA no varió. La calidad funcional de la leche pasteurizada permaneció intacta reflejando la composición en AG de la leche cruda. La elaboración de yogurt no modificó las concentraciones de CLA o de su precursor en el producto. La calidad nutricional del yogurt permaneció intacta estando fuertemente condicionada por la composición en AG de la leche de origen. Para el queso blanco unttable la recuperación de los diferentes AG fue alta y la del CLA en particular alcanzó un promedio de 101% reflejando la concentración de la leche de origen. Resulta necesario expandir esta información hacia otras técnicas de elaboración integrando eventuales efectos de diversos procesos y bacterias iniciadoras involucradas en cada variedad de queso.

Conclusiones.

Los productos lácteos pueden vehiculizar entre un 25-60% de las grasas saturadas que consume el ser humano y por lo tanto han sido objeto de críticas de parte de los especialistas en nutrición humana. Esta mala imagen de la GB debe ser reconsiderada en función al conocimiento del balance entre los efectos positivos y negativos sobre la salud de los diferentes AG que ella contiene. El consumo de AG saturados de cadena corta a media (C_{4:0} a C_{10:0}) no conduce a elevaciones en el colesterol circulante ni estaría asociado a riesgos de muerte por afecciones coronarias. Los AG saturados como el C_{12:0},

C_{14:0} y C_{16:0} son aterogénicos sólo cuando son consumidos en exceso y su presencia en los lácteos puede ser significativamente reducida a través de la suplementación de la vaca. El ácido esteárico (C_{18:0}, 10% del total de AG en la leche) es considerado como neutro o aún con efecto positivo sobre la salud humana. El ácido oleico (C_{18:1 cis 9}, 28-30% del total de AG en los lácteos) es un protector contra la aterogénesis debido a sus propiedades benéficas sobre la composición de los lípidos plasmáticos. Respecto a las denominadas grasas *trans* sus efectos metabólicos difieren entre los aceites vegetales parcialmente hidrogenados (margarinas) y los lácteos. En las margarinas la concentración total de *trans*-C_{18:1} alcanza valores cercanos al 60% del total de AG mientras que en la mantecas dicho valor promedio es del 5%. La hidrogenación parcial de aceites conduce a la formación de ácido eláídico (9*trans*-C_{18:1}) como principal monoinsaturado *trans* cuyos efectos hipercolesterolémicos y la incidencia de enfermedades cardiovasculares en el ser humano es un hecho aceptado. La grasa *trans* de los lácteos está representada por el 11*trans*-C_{18:1} y los CLA que parecen no ejercer efectos negativos e inclusive positivos sobre la salud humana. Los efectos desfavorables de los AG *trans* presentes en los aceites parcialmente hidrogenados sobre los parámetros aterogénicos en el ser humano es sólida pero tales evidencias no son extrapolables al *trans*11-C_{18:1} presente en los lácteos. Los CLA se destacan como agentes anticancerígenos y antiaterogénicos.

El consumo de lácteos funcionales enriquecidos naturalmente en CLA representa el mayor aporte a fines de alcanzar las dosis terapéuticas de CLA sobre enfermedades degenerativas como el cáncer y la aterosclerosis. Las dosis preventivas a ingerir diariamente de estos alimentos resultarían desde luego mucho más bajas (al menos unas 10 veces menos) y por lo tanto más fáciles de obtener. La recuperación de los CLA (y de su isómero precursor, el *trans*-11 C_{18:1}) desde leche cruda a lácteos transformados (leche pasteurizada, mantecas, quesos, yogures, leche en polvo) estaría garantizada partiendo de una leche natural alto CLA. Se destaca la importancia para la cadena leche de trabajar en la obtención de productos naturales alto CLA a fin de optimizar la acumulación de CLA en los tejidos humanos y con ello su efecto protector. Si bien la información acumulada sobre el efecto anticancerígeno de los CLA en el ser humano puede calificarse aún como insuficiente los resultados obtenidos son muy promisorios. Las propiedades antiaterogénicas de los CLA podrían ser alcanzadas a través del consumo de alimentos naturales alto CLA.

La alimentación pastoril resulta predisponente a obtener leches enriquecidas en dienos conjugados (CLA) los que pueden aún ser amplificados mediante una suplementación estratégica de la vaca utilizando alimentos que contengan AG insaturados. La importante variabilidad detectada entre las vacas resalta también la importancia de avanzar en la obtención de marcadores

moleculares indicativos de una alta capacidad de generación de CLA. Este procedimiento sumado a manipulaciones precisas en la nutrición de las vacas más aptas del rodeo permitirán ser más eficientes a la hora de generar productos lácteos diferenciados por sus propiedades benéficas sobre la salud de los consumidores. ■

REFERENCIAS

- Banni, S. Heys, S.D., Wahle, K.W.J. 2003. *Conjugated linoleic acids as anticancer nutrients: Studies in vivo and cellular mechanisms*. In : *Advances in Conjugated Linoleic Acid in Food*. Volume 2. J.L Sébédio, W.W. Christie, R. Adloff (Eds.). AOCS Press, Champaign, Illinois. pp 267-282.
- Bauman, D.E., Cori, B.A., Baumgard, L.H., Griinari, J.M. 2001. *Conjugated linoleic acid (CLA) and the dairy cow*. In: P.C. Garnsworthy and J. Wiseman (eds.) *Recent advances in Animal Nutrition*. Nottingham University Press, Nottingham, UK, pp 221-250.
- Gagliostro 2001. *Los Nutrientes Bypass en la Alimentación de la Vaca Lechera*. Publicaciones INTA EEA Balcarce. 200 páginas.
- Gagliostro, G.A. 2004. *Control nutricional del contenido de ácido linoleico conjugado (CLA) en leche y su presencia en alimentos naturales funcionales*. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 24, 113-185
- Milner, J.A. 1999. *Functional foods and health promotion*. *J. Nutr.* 129, 1395S-1397S.
- Parodi, P.W. 2003. *Conjugated linoleic acid in food*. In : *Advances in Conjugated Linoleic Acid in Food*. Volume 2. J.L Sébédio, W.W. Christie, R. Adloff (Eds.). AOCS Press, Champaign, Illinois. pp 101-122.
- Schrezenmeir, J. y Jagla, A. 2000. *Milk and diabetes*. *Journal of the Am. College of Nutrition*, 19 (2), 176s-190S.
- Schroeder, G.F., G.A. Gagliostro, F. Bargo, J.E. Delahoy, and L.D. Muller. 2004. *Effects of fat supplementation on milk production and composition by dairy cows on pasture: a review*. *Livestock Production Science* 86 (1-3),1-18.
- Stanton, C., Murphy, J., McGrath, E., Devery, R. 2003. *Animal feeding strategies for conjugates linoleic acid enrichment of milk*. In : *Advances in Conjugated Linoleic Acid in Food*. Volume 2. J.L Sébédio, W.W. Christie, R. Adloff (Eds.). AOCS Press, Champaign, Illinois. Pp 123-145.
- Ulbricht, T.L.V, Southgate, D.A.T. 1991. *Coronary heart disease : seven dietary factors*. *Lancet* 338, 985-992.

* Lista completa de referencias disponible por demanda.

Vida útil en la leche entera en polvo

Impacto de la Calidad de la Materia prima

- Ing. en Alimentos
Roxana Páez y Ing.
Química Mónica
Chávez,
INTA Rafaela

La Argentina presenta marcados cambios estacionales en la calidad de la leche utilizada como materia prima, que afectan su aptitud tecnológica. Estas variaciones están asociadas a diferentes alimentaciones recibidas y al estado de lactancia de los animales así como a variaciones en la calidad higiénica, que generan inconsistencias en la calidad de los productos lácteos elaborados.

- La leche entera en polvo (LEP) es el principal producto de exportación de la Argentina. La vida útil de este producto, está determinada por tres factores: la calidad de la materia prima empleada durante el proceso de elaboración, la tecnología utilizada, y la forma de envasado y conservación del polvo.

La estabilidad durante el almacenamiento de la leche en polvo está constituida principalmente por su capacidad de retener flavour fresco y natural cuando es almacenada bajo ciertas condiciones. Un cambio importante, que afecta negativamente la estabilidad y vida útil de este producto, es la oxidación lipídica. En diversos estudios realizados en el INTA, se estudió el efecto de algunos factores de calidad de leche sobre la estabilidad oxidativa y vida útil de leche entera en polvo.

Efecto de la calidad composicional

Los macrocomponentes presentan una relación directa con la eficiencia del proceso de elaboración de la leche en polvo.

Los resultados obtenidos en el INTA Rafaela, demuestran que el conjunto de cambios asociados al efecto denominado "estación del año" (clima, alimentación, partos, etc.) introdujo marcadas modificaciones ($P < 0,05$) en todos los componentes mayores de la leche. En este sentido, surgió como un aspecto relevante la baja concentración de proteína que se registra en la materia prima durante el período estival, la cual puede condicionar el mínimo a alcanzar en la LPE.

Efecto de la calidad microbiológica

Existe un marcado efecto de la conservación de la leche sobre su calidad. Al respecto, existe un incremento de bacterias lipolíticas, proteolíticas y dominio total de psicrótrofos luego del almacenamiento de leche cruda a 4°C por dos o tres días. La principal flora de alteración de la leche cruda refrigerada es la psicrotrofa. A pesar que esta es

destruida durante la pasteurización, algunas especies producen lipasas y proteasas termoestables que mantienen su actividad aun después de la pasteurización y el secado spray.

La calidad de la leche en polvo está determinada por el número inicial y, fundamentalmente, por el tipo de microorganismos presentes en la leche cruda a partir de la cual se elabora, así como por el desarrollo poscontaminación.

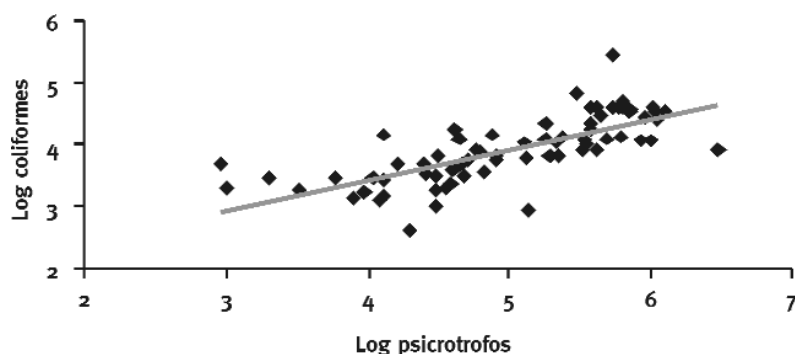
Por lo tanto, el principal requisito de la calidad de la leche cruda es que el recuento de bacterias psicrótrofas no exceda el nivel a partir del cual las exoenzimas termoestables pueden causar alteraciones de calidad, sobre todo en las propiedades sensoriales del polvo. Al respecto, varios autores, establecen que el umbral de bacterias psicrotrofas a partir del cual se inician los procesos degradativos es 2×10^6 UFC/ml.

Los resultados obtenidos en el INTA demuestran que este valor es excesivo y que la leche con recuentos mayores a 5×10^5 UFC/ml dan a lugar a inconsistencias en la calidad de la leche en polvo. También se verificó ausencia de cambios estacionales marcados. Esto indicaría que el valor de psicrotrofos en la leche se relaciona, en mayor medida, con el manejo por parte de la industria, que con la estación del año.

Ya en 1989 otros investigadores comprobaron que existía relación entre la calidad higiénica de la leche cruda evaluada a través el recuento de coliformes y el flavour de la leche en polvo durante el almacenamiento. Los estudios realizados en el INTA mostraron una importante relación entre el nivel de bacterias psicrotrofas y el de coliformes ($r = 0,75$; $p < 0,01$) (Fig. 1 - Pag XXX).

Por tanto, puede inferirse que la calidad higiénica de leche cruda evaluada con el recuento inicial de psicrotrofos o el de coliformes puede servir como indicadores del potencial proceso de deterioro del flavour de la leche entera en polvo durante su almacenamiento.

● *Figura 1: Relación entre recuento de psicrotrofas y recuento de coliformes en leche cruda de silo.*



Efecto de la calidad sanitaria

La leche con elevado recuento de células somáticas tiene la composición química alterada, con importantes diferencias en la composición proteica y un desbalance mineral.

La leche entera en polvo elaborada a partir de leches con elevado número de células somáticas tiene poca estabilidad térmica, elevadas concentraciones de nitrógeno no caseico (NNC), nitrógeno no proteico (NNP) y Na. La alta concentración de NNC en polvos elaborados con leches mastíticas está relacionada directamente con la concentración de constituyentes de la leche, mientras que la alta concentración de NNP está probablemente relacionada con el incremento en la concentración de productos de la proteólisis en la leche. La mastitis también afecta las propiedades organolépticas del polvo durante el almacenamiento, probablemente debido a la alta actividad lipolítica y proteolítica. Durante el almacenamiento el polvo manufacturado con leches con alto RCS desarrolla flavours indeseables. Esto puede deberse a la liberación de ácidos grasos libres, producto de la lipólisis.

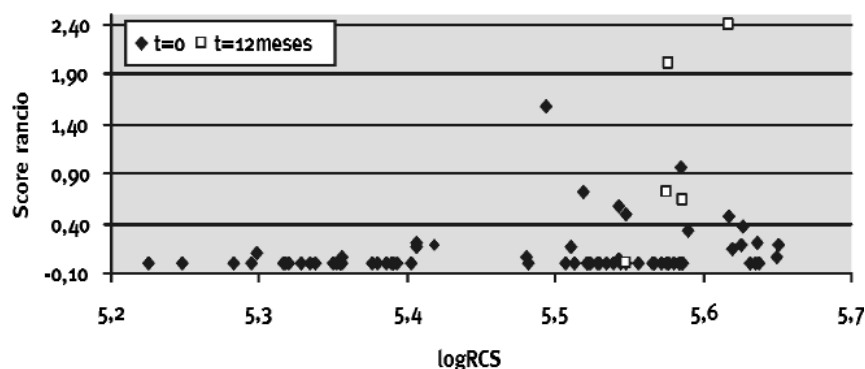
Los resultados de las investigaciones llevadas a cabo en el INTA demostraron una importante variabilidad en la aparición de sabores anormales, tales como el rancio, en leches almacenadas durante un año, elaboradas con leche con más de 350.000 células somáticas (Fig. 2)

Los resultados obtenidos en el INTA Rafaela, que caracterizaron la calidad higiénico- sanitaria de la leche, se ubicaron, en gran medida, por debajo de los límites a partir de los cuales existen riesgos de condicionar la calidad del producto. Aun así, sería conveniente continuar y ahondar en los trabajos tendientes a reducir, a nivel de grandes volúmenes de leche, los recuentos de bacterias psicrótrofas y el recuento de células somáticas por su impactos sobre otras alteraciones en la leche que condicionan la calidad y vida útil de la LEP.

Efecto de la lipólisis

La lipólisis es la hidrólisis de los triglicéridos por acción de las lipasas, generando ácidos grasos libres (AGL). Elevados niveles de AGL en la leche, particularmente los que tienen entre 4 y 12 átomos de carbono, son los responsables de la apa-

● *Fig. 2: Relación entre recuento de células somáticas en leche cruda de silo y score sensorial rancio en LEP a diferentes tiempos de almacenamiento.*



riación de gustos anormales (rancio, jabonoso) en ciertos productos lácteos tales como la leche entera en polvo.

La lipólisis pasa a tener importancia como factor de materia prima asociado al recuento de psicrotrofos y al de células somáticas. En trabajos realizados en INTA Rafaela se verificó que la leche de tanque con recuentos de células somáticas mayores a 400.000 cel/ml y recuentos de bacterias viables mayores a 300.000 UFC/ml presentó una mayor concentración de ácidos grasos libres (AGL), indicando una mayor tendencia lipolítica.

En diversos estudios se verificó que el almacenamiento de la leche cruda previo a la manufactura, resulta en materia prima con mayores niveles de lipólisis desarrollada y dan lugar a la obtención de un polvo con mayor concentración de AGL

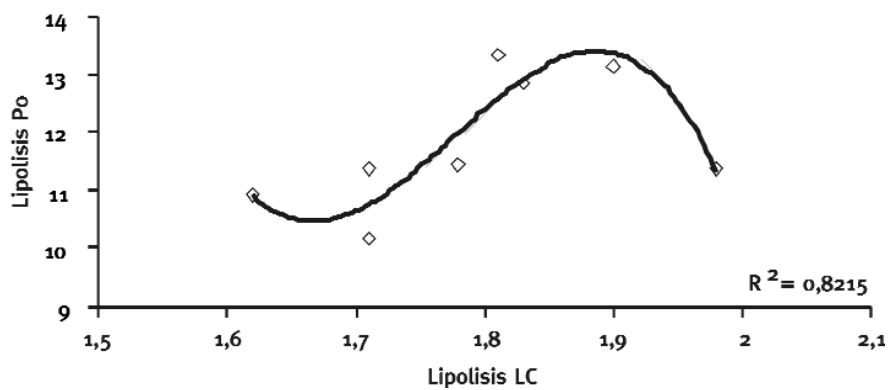
En estudios realizados en el INTA se verificó la

relación existente entre los niveles iniciales de lipólisis en leche cruda y en leche en polvo. La gráfica muestra una relación no lineal entre la lipólisis en leche de silo y la lipólisis en polvo al inicio del almacenamiento. Se observa una caída en la lipólisis del polvo a altos niveles de lipólisis en cruda, por disponibilidad de sustrato (AGL) para dar lugar al inicio de la oxidación (Fig. 3)

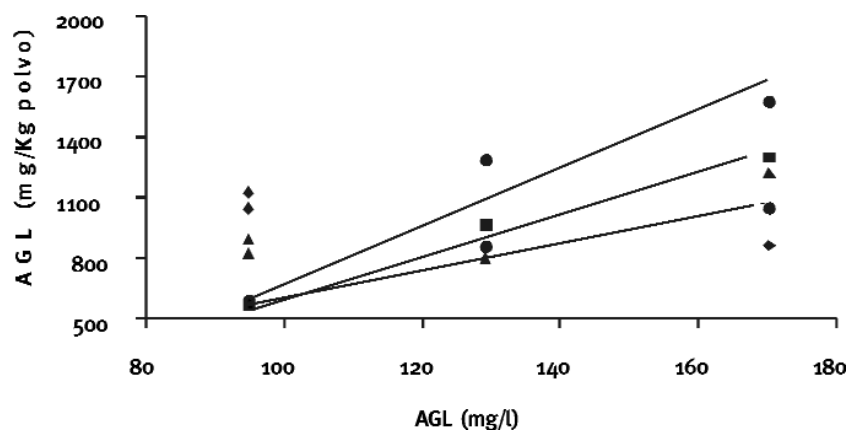
También se corroboró la relación entre la lipólisis en la materia prima y en la leche en polvo, en diferentes períodos de almacenamiento (Fig. 4 - Pag. XXX). Estos parámetros correlacionan positiva y significativamente durante su vida útil. Esto indicaría que las lipasas termoestables de origen bacteriano, son las responsables de la lipólisis desarrollada durante el almacenamiento de la leche en polvo entera.

Estos resultados ponen de manifiesto la relación

● Figura 3: Relación entre lipólisis en leche cruda de silo y lipólisis en LEP al inicio del almacenamiento.



● Figura 4: Correlación entre lipólisis en leche cruda de silo y lipólisis en LEP a diferentes tiempos de almacenamiento.



existente entre la calidad bacteriológica de la leche y la lipólisis desarrollada en el polvo.

El desarrollo de lipólisis en leche cruda está, a la vez, muy relacionado con el deterioro oxidativo en leche en polvo. Esta ruta degradativa se da por la autooxidación de los ácidos grasos libres y de los ácidos grasos poliinsaturados de la leche. La oxidación normalmente se evalúa a través de diversos índices químicos tales como el ácido tio-barbitúrico (TBA) o Valor Peróxido (VP). En el caso de la leche en polvo entera, estos dos fenómenos degradativos (lipólisis y oxidación) están estrechamente ligados, afectando la vida útil del producto.

Diversos estudios demuestran que la estabilidad oxidativa de la leche en polvo entera es menor cuando se elabora a partir de leche cruda, con alto recuento total y altos valores de ácidos grasos libres.

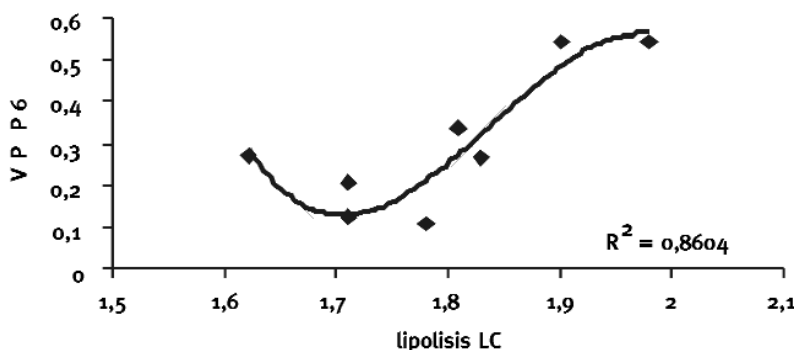
En la Fig. 5 -Pag. XXX se observan resultados, obtenidos en el INTA Rafaela, que muestran la relación entre el nivel de lipólisis inicial en leche en polvo y el valor peróxido a los 6 meses de almacenamiento de las leches en polvo.

Dentro de los parámetros de calidad de materia prima, y considerando los valores relevados en la Argentina a nivel de leche de tambos, de cisternas de transporte y de silos de industria, la lipólisis surge como uno de los aspectos que hay que mejorar, especialmente por su marcado impacto sobre la calidad y vida útil de la LEP

Conclusiones

Podemos mencionar que algunos factores claves de calidad de materia prima que condicionarían la calidad y vida útil de la leche entera en polvo serían: un bajo nivel de proteínas y altos niveles de bacterias psicrotrofas, células somáticas y lipólisis. ■

● *Figura 5: Relación entre lipólisis en leche cruda de silo y valor peróxido en LEP a los 6 meses de almacenamiento.*



Bibliografía

- Deeth, H. C. and Fitz, Gerald, C. H., 1994 *Lipolytic enzymes and hydrolytic rancidity in milk and milk products*. In *Advanced Dairy Chemistry*, vol. II, pp 247-308. Fox P F ed. London: Chapman & Hall.
- Ipsen & Hansen, 1988. Report 274. The Danish Government Research Institute, Hillerod, Denmark. 35 p.
- Muir, D., 1996. *The shelf-life of dairy products: 3. Factors influencing intermediate and long life dairy products*. J. of the Society of Dairy Tech, Vol 49, N° 3, 67-72..
- Páez, R.B.; Taverna, M.A.; Cuatrín, A.L.; Negri L. y Charlón V., 2001. *Efecto del recuento de células somáticas y de bacterias totales sobre la concentración de ácidos grasos libres y la relación caseína/proteína verdadera en leche de tambo*. Libro de resúmenes del Congreso AAPA 2001, Vol 21, Supl. 1.
- Páez, R., 2002. *Efecto de las condiciones de almacenamiento sobre la estabilidad oxidativa de leche entera en polvo*. Tesis de Magister Ciencia y Tecnología de Alimentos, UNL. 151 p.
- Páez, R., 2005. *Caracterización del nivel de lipólisis en leche cruda de la Cuenca Lechera Central Argentina - Manual de Referencia para el logro de leche de calidad*, 2da. Ed. INTA Rafaela.
- Shamsuzzaman K. et al., 1987 *Survival of lipase during manufacture of nonfat dry milk*. J. Dairy Sci 70, 746 - 751.
- Taverna, M., Chavez, M., Páez, R., Cuatrín, A., Negri, L., 2004/05, *Caracterización de la aptitud tecnológica de la leche destinada a la elaboración de leche en polvo entera en la cuenca lechera central*. Revista Argentina de Lactología. N° 23, 33-50 Ed. UNL, Santa Fe.

Trabajos realizados en el marco del Proyecto BID 1201/OC - AR 09-04904, otorgado al INTA EEA RAFAELA.

Influencia de la Estación de Recolección de Leche Cruda, sobre el Sabor y el Aroma de Leche Entera en Polvo

- **Dra. Andrea Biolatto y Dra. Gabriela M. Grigioni, Analista Ana. M. Sancho, Dra. Norma A. Pensel,** Instituto Tecnología de Alimentos, INTA

Las características que componen la leche cruda empleada en la elaboración de leche en polvo, determinan su calidad organoléptica, que esta asociada a los aspectos relacionados con el aroma, sabor, color y textura de un alimento. El olor y sabor son atributos que tiene en cuenta el consumidor en el momento de seleccionar de un alimento. El olor y sabor de la leche en polvo se encuentra influenciado por la estación del año en la cual se recolecta la materia prima.

- Se define como **Calidad Organoléptica** de un alimento, al conjunto de sensaciones experimentadas por una persona, cuando ingiere un alimento. Se relaciona con las características del producto como su sabor, aroma, color y textura. Estos atributos influyen en la decisión del consumidor en el momento de elegir un producto.

Cuando se ingiere un alimento, el sabor y aroma se perciben en forma simultánea, por la acción de las papilas gustativas y olfativas. Esta percepción esta determinada por compuestos químicos que se hallan en distintas cantidades. En determinados niveles, estos compuestos le confieren al alimento, sabor y aroma agradable. Sin embargo, cuando los compuestos químicos superan determinados niveles, provocan la aparición de sabores y aromas desagradables.

En la leche cruda y los productos lácteos, los compuestos químicos responsables de su sabor y aroma se pueden originar por la acción de enzimas que se encuentran naturalmente en la leche, enzimas bacteriales y cambios químicos catalizados por luz o metales pesados. Además, el tipo de alimentación dada al ganado determina la presencia y nivel de compuestos químicos en la leche cruda. Por ejemplo, cuando los animales se alimentan con pasto, la presencia de algunos compuestos químicos se ven afectadas por variables ambientales tales como la estación del año, ubicación geográfica de la pastura, su composición botánica y el tiempo en que el animal se alimenta con pasto. Por otro lado, los métodos de procesamiento y las condiciones de almacenamiento de productos lácteos son otros factores que influyen en el nivel de compuestos químicos responsables de su sabor y aroma.

Es importante la representatividad que tiene

nuestro país en el mercado mundial de productos lácteos. Según información del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), en el 2005, la Argentina resultó el tercer exportador mundial de leche en polvo entera, y el séptimo de leche en polvo descremada.

Dada la importancia que los productos lácteos, en general, y la leche entera en polvo, en particular, tienen para la economía nacional, el INTA Rafaela y el Instituto Tecnología de Alimentos de Castelar) con el apoyo de las universidades nacionales, llevan adelante diversos estudios asociados a la **Calidad de Productos Lácteos**.

Se obtuvieron muestras de leche entera en polvo instantánea (LEP) se obtuvieron a partir de leche cruda proveniente de la Cuenca Lechera Central Argentina. Estas muestras de leche cruda fueron colectadas quincenalmente durante un año. La elaboración de LEP instantánea se realizó mediante la aplicación de procesos térmicos de alta temperatura a partir de leche estandarizada. Los tratamientos térmicos usados fueron de 90-93°C durante 3 min (tratamiento térmico indirecto: TTI) y de 105°C durante 30s (tratamiento térmico directo: TTD). Las LEP correspondientes al proceso indirecto se envasaron en bolsas de polietileno de 400 g en caja de cartón en aire, y las LEP manufacturadas bajo el proceso directo se envasaron en latas de aluminio de 800 g en atmósfera inerte de N₂. Inmediatamente a la elaboración las LEP, se almacenaron a -20±1°C hasta el análisis.

Un conjunto de compuestos químicos se seleccionaron por su contribución al sabor y al aroma de la leche en polvo: dimetil sulfuro, 3-metil butanal, pentanal, hexanal y ácido butírico. Los compuestos se determinaron por cromatografía de gases.

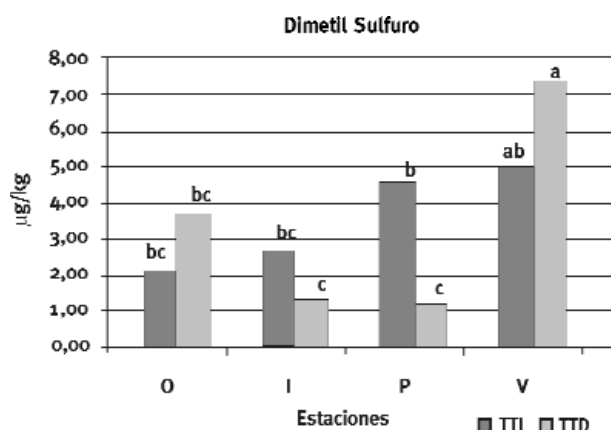
Las figuras 1 a 5 muestran los niveles de dimetil

sulfuro, pentanal, hexanal, 3-metil butanal y ácido butírico hallados en LEP, procedente de leche cruda colectada en las distintas estaciones del año y procesadas aplicando dos tratamientos térmicos (directo e indirecto).

Diversos trabajos de investigación mostraron que cuando el ganado consume pastura de alfalfa, aumenta el contenido de dimetil sulfuro, producto de degradación microbiológica ruminal del aminoácido metionina, en los productos lácteos. Dicho componente estaría asociado a descriptores de forraje o ensilaje, y se asoció a la degradación microbiológica ruminal del aminoácido metionina.

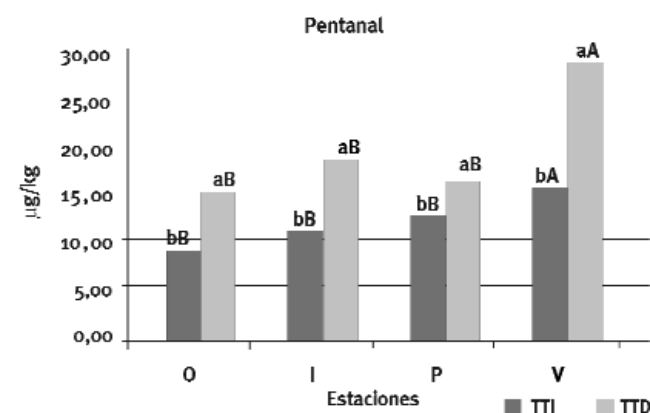
En la cuenca lechera santafesina, en otoño e invierno, los sistemas de alimentación están basados en una ración mezcla basada en silaje, grano y heno de alfalfa. En primavera y verano, la pastura de alfalfa es introducida sin límite en el programa de alimentación, mientras que el grano y el heno de alfalfa, se reducen rápidamente de la dieta. Es importante hacer notar que los mayores niveles de dimetil sulfuro en este trabajo se hallaron en la LEP de verano, para ambos tratamientos térmicos (Figura 1). Sin embargo, los valores de dimetil sulfuro hallados no superaron el nivel de 14 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Niveles mayores de 14 $\mu\text{g}/\text{kg}$ se informaron como responsables de la

● *Figura 1. Nivel de dimetil sulfuro (mg/kg) en LEP elaboradas en las distintas estaciones del año, bajo los tratamientos térmicos directo e indirecto^a.*



^aMedias con diferentes letras indican diferencias significativas ($P < 0,05$) relacionadas con el efecto de interacción Tratamiento Térmico*Estación.

● *Figura 2: Nivel de pentanal (mg/kg) en LEP elaboradas en las distintas estaciones del año, bajo los tratamientos térmicos directo e indirecto^a.*



^aMedias con diferentes letras indican diferencias significativas ($P < 0,05$) relacionadas a: a: letras minúsculas y mayúsculas correspondientes a efecto del Tratamiento Térmico y Estación, respectivamente.

aparición de defectos en el sabor y aroma de la leche en polvo.

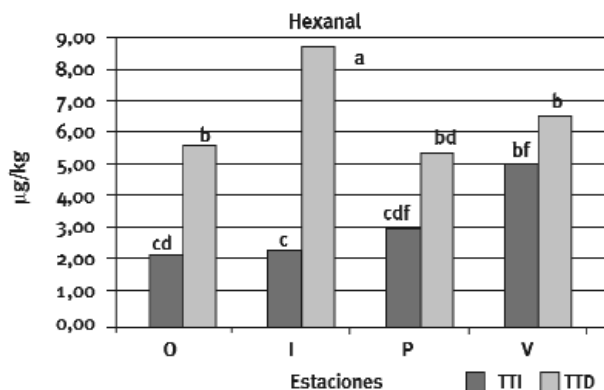
Diversos autores han identificado a los aldehídos de cadena lineal (ejemplo: pentanal, hexanal, heptanal, octanal, nonanal) como compuestos que contribuyen significativamente a la descripción del sabor y el aroma de aceptación de leche entera en polvo. Estos componentes son productos de la degradación de los ácidos grasos presentes en la leche. Entre estos componentes, pentanal y hexanal son los más abundantes.

En la Figura 2 se puede observar que el contenido de pentanal, para ambos tratamientos térmicos, mostró un incremento a través de las estaciones, evidenciándose el valor más alto ($P < 0,05$) en el verano. Por su parte, el hexanal en las LEP del TTI siguió la misma tendencia estacional que el dimetil sulfuro y el pentanal (Figura 3). Como se explicó, para el dimetil sulfuro, este

comportamiento estacional observado en los niveles de pentanal y hexanal, podría deberse a los cambios en la composición de la dieta de los animales, la cual influye directamente sobre las propiedades de la leche. Es importante señalar que ensayos realizados por la EEA-Rafaela y el ITA-CIA-Castelar, en leches de cuencas lecheras locales, mostraron mayores concentraciones de los ácidos grasos linoleico (n-6) y linolénico (n-3) en aquellas leches procedentes de animales alimentados con pasturas frescas, respecto de aquellos alimentados con dietas a base de grano. Estos ácidos grasos, n-6 y n-3, manifiestan una gran vulnerabilidad a los procesos de degradación. Consecuentemente, los niveles de pentanal y hexanal hallados podrían ser una respuesta de la composición de ácidos grasos de la materia prima.

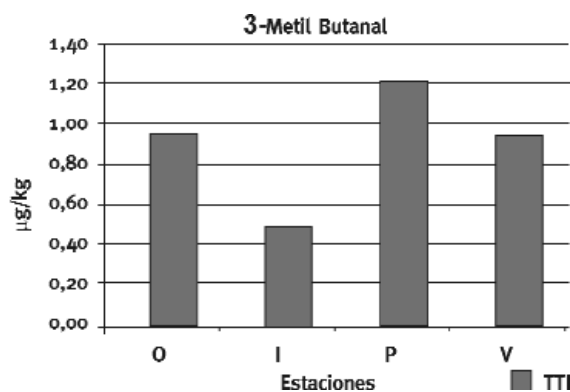
Por otro lado, el contenido de pentanal y hexanal es distinto ($P < 0,05$), según el tratamiento tér-

● *Figura 3: Nivel de hexanal (mg/kg) en LEP elaboradas en las distintas estaciones del año, bajo los tratamientos térmicos directo e indirecto^a.*



^aMedias con diferentes letras indican diferencias significativas ($P < 0,05$) relacionadas al efecto de la interacción Tratamiento Térmico*Estación.

● *Figura 4: Nivel de 3-metil butanal (mg/kg) en LEP elaboradas en las distintas estaciones del año, bajo los tratamientos térmicos directo e indirecto^a.*





mico aplicado a la leche. Las LEP elaboradas bajo el TTI mostraron las cantidades más bajas de estos compuestos. Este comportamiento podría deberse a que la acción combinada de temperatura y tiempo empleada en el TTI dio lugar a la formación de ciertos componentes denominados sulfidrilos que actúan protegiendo a la leche del proceso de degradación de ácidos grasos.

Finalmente se debe resaltar que, en general, los niveles hallados de pentanal y hexanal estuvieron por debajo de los niveles umbrales de olor de 130 $\mu\text{g}/\text{kg}$ para pentanal y 50 $\mu\text{g}/\text{kg}$ para hexanal, reportados para leche homogeneizada con un 3,8% de grasa.

Los diferentes tipos de tratamientos térmicos (pasteurización, esterilización, secado, etc.) a los que se somete la leche conducen a diferentes estadios de la reacción de Maillard, que provoca el desarrollo de compuestos que le otorgan color y aroma a los productos lácteos. El 3-metil butanal es un aldehído de cadena ramificada resultante de la citada reacción.

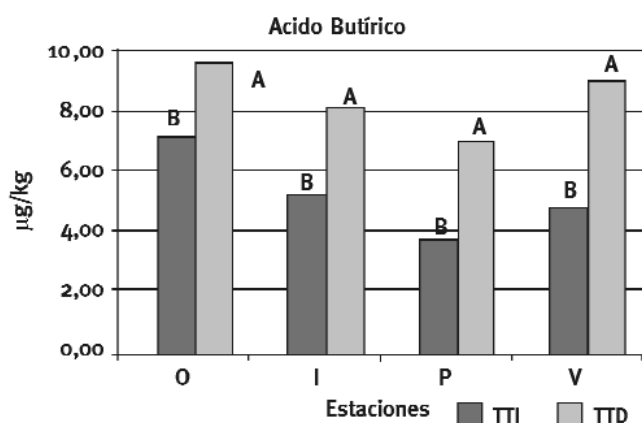
En la Figura 4 se observa que las LEP elaboradas

bajo el TTI dieron lugar, en general, a cantidades detectables de 3-metil butanal a diferencia de las LEP provenientes del TTD. Los resultados observados para el 3-metil butanal podrían deberse al efecto diferencial de los tratamientos térmicos aplicados, siendo las LEP elaboradas bajo el TTI las que desarrollaron, en mayor grado, la reacción de Maillard comparadas con las LEP manufacturadas con el TTD. En general, los procesos de calentamiento directos causan menor grado de reacción de Maillard que el calentamiento indirecto. Esto se debe a que en los procesos indirectos se necesita un tiempo de residencia mayor para llegar a la temperatura de trabajo; por lo tanto, la dosis de calor impartida a la leche es mayor en este tipo de tratamientos.

Los niveles de 3-metil butanal encontrados en las



● *Figura 5. Nivel de ácido butírico (mg/kg) en LEP elaboradas en las distintas estaciones del año, bajo los tratamientos térmicos directo e indirecto^a.*



distintas estaciones, se encuentran por debajo del nivel umbral de sabor y aroma reportado en agua de 0,2-2 mg/kg.

La lipólisis es la hidrólisis enzimática de la grasa presente en la leche (triglicéridos) en glicerol y ácidos grasos libres. Esta alteración no constituye uno de los principales criterios de calidad de la materia prima requeridos por la industria lechera. Sin embargo, en determinados tipos de fabricaciones (manteca, cremas, leche entera en polvo, etc.) la lipólisis puede resultar determinante sobre la calidad final de los productos.

En la Figura 5 se puede observar que el ácido butírico mostró el mayor nivel en la estación de otoño y el menor en la estación de primavera, para las LEP elaboradas bajo ambos tratamientos térmicos. Aun cuando las etapas de evaporación y secado, durante el proceso de elaboración de leche en polvo, podrían remover algunos ácidos grasos de cadena corta, se observó que el contenido de ácido butírico en las LEP evaluadas guarda relación con el contenido de ácidos grasos libres totales (mg/g grasa) en leche cruda (TTI: otoño: 3,61; invierno: 2,91; primavera: 1,70;

verano: 2,19; TTD: otoño: 3,86; invierno: 3,60; primavera: 2,51; verano: 2,50). Este comportamiento evidencia cómo el perfil de ácidos grasos libres está asociado a la estación del año, lo que a su vez podría tener relación con los cambios en las características de la materia grasa asociado a la estación y a la alimentación. Para el ácido butírico, los umbrales de percepción en leche que indica la bibliografía son: 25 mg/kg, 46,1 mg/kg. En este estudio, el máximo valor de ácido butírico obtenido correspondió al otoño de las LEP del TTD (9,8 mg/kg).

Los resultados obtenidos mostraron que tanto la estación de recolección de la leche cruda como el tratamiento térmico aplicado en la elaboración de leche entera en polvo, afectaron en forma significativa el nivel de compuestos químicos asociados a su sabor y aroma. Sin embargo, los niveles hallados de los distintos componentes estudiados no superaron los niveles umbrales de percepción asociados a la aparición de defectos en el sabor y el aroma. El efecto de la estación se asoció a los diferentes programas de alimentación, utilizados a lo largo del año en la cuenca lechera santafesina. ■

Agradecimientos

Esta investigación formo parte del Proyecto de Investigación de Ciencia y Técnica: "Incidencia de la calidad de la leche cruda en silo sobre la calidad de la leche en polvo entera" (PICT 09-0494-1998/INTA), financiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT).

Además, los resultados mostrados fueron presentados como parte de la Tesis Doctoral "Incidencia de la estación del año sobre el perfil de olor y la evolución de color en leche entera en polvo bajo practicas comerciales de procesamiento y almacenamiento" presentada por Andrea Biolatto en la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de la Plata.

Referencias

- García, P. T.; Pensel, N. A.; Margaría, C. A.; Olga Rosso, C. M.; Machado, C. Intramuscular fat, cholesterol, and 18:2 n-6/18:3 n-3 ratio in total lipids in two frame steers under different dietary regimen. *Proceeding of the 45th international congress of meat science and technology*; Yokohama, Japan, 1999; pp 76-77.
- Páez, R. B.; García, P.; Comerón, E. A.; Romero, L. A.; Ahorna, M. S.; Taverna, M. A. Perfil de ácidos grasos de leche de vacas Holando y Jersey en condiciones similares de oferta alimenticia. *Libro de resúmenes del Congreso Argentino de Producción Animal AAPA, Buenos Aires, Argentina, 2002a*, vol. 22, suplemento 1, pp 43.
- Mariaca, R., Bosset, J. O. ,1997. Instrumental analysis of volatile (flavour) compounds in milk and dairy products. *Lait* , 77, 13-40.
- McSweeney, P.L.H., Sousa, M.J., 2000. Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheese during ripening: a review. *Lait*, 80, 293-324.
- Zhang, Z., Yang, M., Pawliszyn, J. ,1994. Solid phase microextraction, a solvent free alternative for sample preparation. *Analytical Chemistry*, 66, 844-853.

Color de la Leche en Polvo

El color de un alimento es uno de los atributos que afecta su calidad por parte de los consumidores. Y es el resultado de un conjunto de factores aportados, tanto por las características de la materia prima utilizada para la elaboración del alimento como por compuestos coloreados generados durante el procesamiento. Un alimento vital para la alimentación como es la leche, también es estudiado desde el punto de vista de su color.

● **Dra. Gabriela Grigioni, Dra. Andrea Biolatto, Dr. Martín Irurueta, Analista Ana M. Sancho y Dra. Norma Pensel,**
INTA CNIA, Castelar

● **Ing. Agr. Miguel Taverna,**
INTA Rafaela

- En los productos lácteos, los cambios de color están asociados, principalmente, a una reacción de pardeamiento no enzimático (reacción de Maillard) la cual ocurre entre los azúcares reductores y las proteínas o aminoácidos. Los productos lácteos en polvo son susceptibles a esta reacción ya que presentan un alto contenido de lactosa y proteínas, con altos niveles de lisina. Además, las altas temperaturas relativas y el contenido de agua, durante el procesamiento, contribuyen a la alta susceptibilidad de los productos lácteos deshidratados.

Durante la elaboración de la leche en polvo, el pretratamiento térmico aplicado antes de la concentración, es una etapa importante en el proceso, porque muchas de las propiedades físicas, químicas y funcionales del polvo para uso posterior, quedan determinadas por las condiciones utilizadas en ese tratamiento. Algunos de los cambios físicos y químicos, que ocurren en esta etapa, involucran a los constituyentes de la leche.

La acción combinada de temperatura-tiempo de un proceso térmico, determina la calidad microbiológica y los cambios químicos de un alimento. Cuanto más severo es el proceso térmico aplicado a un alimento, menor será la alteración microbiológica que este sufrirá. Sin embargo, estas condiciones promueven cambios químicos, los cuales, en su mayoría, están asociados a su calidad organoléptica y valor nutricional.

Los métodos utilizados para determinar el grado de las reacciones de pardeamiento incluyen análisis químicos; medición de color, utilizando métodos instrumentales (tanto colorímetros como espectrofotómetros) y examen visual de las muestras.

Aquí se muestran las variaciones en el color de leche entera en polvo, debidas a la estación del año en la que se recolectó la materia prima, y al pretratamiento térmico empleado, previo a la etapa de secado.

Una experiencia realizada Cuenca Lechera Central de la Argentina

La leche utilizada para la elaboración de leche entera en polvo (LEP) se recolectó durante un año, en la

Cuenca Lechera Central de la Argentina. La leche entera en polvo, se elaboró a partir de leche estandarizada, con un contenido de 0,375 grasa/sólidos no grasos, siendo los tratamientos utilizados de 90-93°C durante 3 minutos (proceso indirecto) y 105°C durante 30s (proceso directo). Las muestras provenientes de proceso indirecto, se envasaron en bolsas de polietileno de 800g y, luego, en cajas de cartón, mientras que las muestras provenientes del proceso directo, se envasaron en latas de 400g, bajo atmósfera de nitrógeno.

La evaluación del color se realizó utilizando un espectrofotómetro de reflectancia. De cada muestra se extrajo una alícuota de 25g y se determinaron los parámetros de color L* [claridad, L=0 para negro y 100 para blanco], a* [componente rojo (valores positivos) - verde (valores negativos)] y b* [componente amarilla (valores positivos) - azul (valores negativos)].

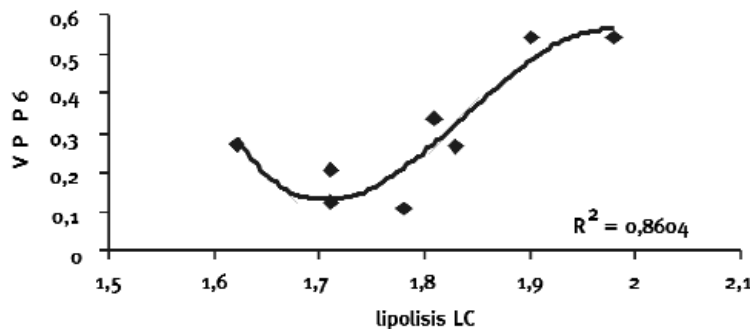
Las determinaciones químicas realizadas fueron hidroximetilfurfural libre (HMF libre) y el contenido de proteínas de suero no desnaturalizadas (WPNI).

En las figuras 1 y 2 se muestran los resultados obtenidos para los parámetros de color en la leche entera en polvo. Se puede observar que la LEP manufacturada bajo tratamiento térmico indirecto (TTI: 90-93°C, 180s) mostró valores menores en los parámetros L* respecto de la LEP elaborada bajo tratamiento térmico directo (TTD: 105 °C, 30s). Los valores más bajos de L* (LEP más oscuras) pueden atribuirse a la formación de pigmentos marrones como consecuencia de la reacción de Maillard. El parámetro b* mostró una tendencia diferente ya que se observaron valores más bajos (LEP menos amarillas) para las muestras de TTD (Figura 2).

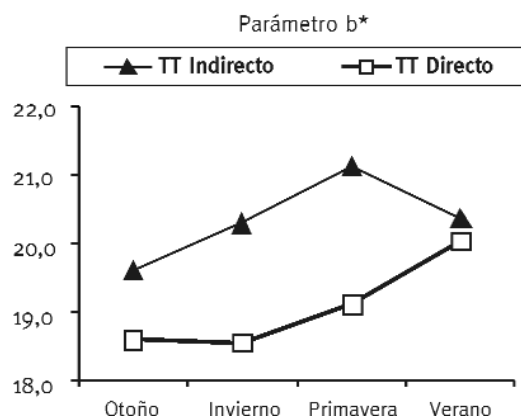
De los resultados obtenidos se observa que el TTI dio lugar a cambios más pronunciados en el color de la LEP comparado al TTD. Este resultado podría deberse a un mayor desarrollo de la reacción de Maillard, como consecuencia de la acción combinada temperatura-tiempo empleada en el tratamiento.

En general, los procesos de calentamiento directos causan menor amarronamiento que el calentamiento indirecto. Esto se debe a que en los procesos indi-

● Figura 1. Parámetro L* (claridad) en función del tratamiento térmico y la estación de elaboración.



● Figura 2. Parámetro b* (componente amarilla) en función del tratamiento térmico y la estación de elaboración.



rectos se necesita un tiempo de residencia mayor para llegar a la temperatura de trabajo. Por tanto, la dosis de calor impartida a la leche es mayor en este tipo de tratamientos.

Por otro lado, el HMF es un intermediario de la reacción de Maillard, se lo utiliza para evaluar su desarrollo y como indicador de daño térmico.

La figura 3 muestra los valores obtenidos de HMF libre. Como se observa, la LEP manufacturada empleando el TTD mostró valores más bajos de HMF libre que la LEP procesada con el TTI. Estos resultados estarían indicando que el TTD resultó menos severo que el TTI, explicando así las diferencias encontradas en los parámetros de color.

Otro parámetro que nos permite explicar las diferencias en el color en relación con los tratamientos térmicos aplicados es el contenido de proteínas de suero no desnaturalizadas (WPNI). El American Dry Milk Institute (ADMI, 1971) emplea el contenido de WPNI para clasificar las leches en polvo en función del tratamiento térmico aplicado. Basados en este método, la leche en polvo se clasifica en leche de bajo, medio y alto tratamiento térmico. En la figura 4 se puede observar que las LEP elaboradas bajo el TTD muestran valores significativamente mayores de

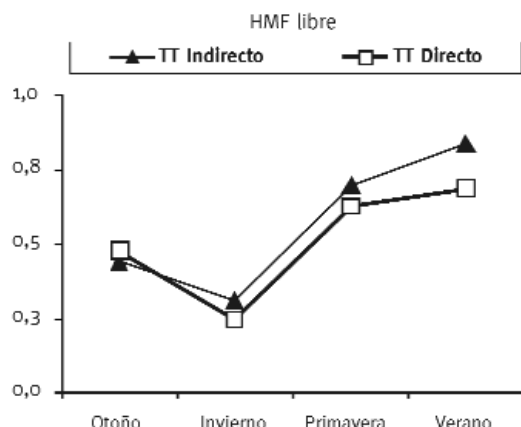
WPNI comparados con aquellas procesadas aplicando el TTI.

En relación con el efecto de la estación, la figura 1 muestra que las LEP obtenidas en verano presentan valores menores de L* (LEP más oscuras) en contraste con aquellas elaboradas en otoño e invierno. Para el parámetro b* la tendencia que se observa (Figura 2) es que las LEP producidas en primavera y verano presentan, en general, valores mayores de b* (LEP más amarillas) para ambos pretratamientos térmicos. El comportamiento estacional observado para los parámetros L* y b* en las LEP puede ser explicado por la composición química de la leche cruda empleada en la elaboración.

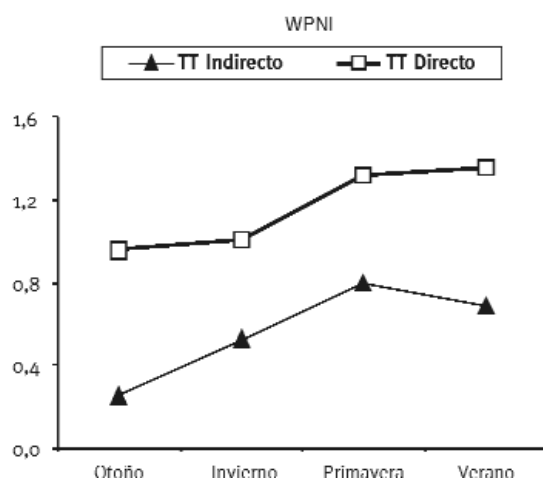
Así, el color de un alimento es el resultado de los productos naturales asociados con la materia prima o compuestos coloreados, generados durante el procesamiento. Los carotenoides son pigmentos provenientes de las plantas que no son sintetizados por los animales y pueden ser encontrados en los tejidos de estos. Otros autores mostraron que la leche proveniente de ovejas alimentadas a pasto fue más clara y amarilla que la leche de las ovejas controles, alimentadas con una ración mezcla basada en silaje de maíz.

En este estudio, las LEP elaboradas a partir de leche

● Figura 3. HMF libre en función del tratamiento térmico y la estación de elaboración.



● Figura 4. WPNI en función del tratamiento térmico y la estación de elaboración.



cruda obtenida en las estaciones de primavera y verano, en general, mostraron los valores más bajos de L* y los más altos de b*. Estos resultados, al igual que los estudios realizados por otros autores podrían ser explicados por el programa de alimentación empleado. En la Cuenca Lechera Central de la Argentina, en las estaciones de primavera y verano, se introduce en el programa de alimentación la pas-

tura de alfalfa, mientras que el grano y el forraje de heno son rápidamente reducidos de la dieta. De esta manera, el comportamiento estacional evidenciado en el color de las LEP del estudio podría deberse a un mayor contenido de carotenoides de la leche cruda, proveniente de la primavera y el verano, comparado al contenido del otoño e invierno. ■

Bibliografía

- Celestino, E. L.; Iyer, M.; Roginski, H., 1997. Reconstituted UHT-treated milk: effects of raw milk, powder quality and storage conditions of UHT milk on its physico-chemical attributes and flavor. *International Dairy Journal* 7, 129-140.
- Keeney M. and Bassette R., 1959. Detection of intermediate compounds in the early stage of browning reaction in the whole milk products. *Journal of Dairy Science* 42, 945-961.
- Priolo, A.; Lanza, M.; Barbagallo, D.; Finocchiaro, L.; Biondi, L. 2003. Can the reflectance spectrum be used to trace grass feeding in ewe milk? *Small Ruminant Research* 48, 103-107.
- Sorensen, I.; Krag, J.; Pisecky, J.; Westergaard, V. *Métodos de análisis para productos lácteos en polvo*. A/S NIRO 4ª Ed. Copenhagen. Denmark; 1978.

Incorporación de Antioxidantes Naturales y Resistencia de la Leche Cruda a la Oxidación Inducida por Luz Fluorescente

● **Dra. A. M. Descalzo y Lic. L. Rossetti, L.,**
INTA Castelar

● **Ing. en Alimentos R. Páez, Ing. Agr. Comerón, E.A.,**
INTA Rafaela

Los procesos oxidativos son responsables del deterioro no microbiológico de los alimentos. Estos no sólo producen alteraciones en la calidad nutricional de la leche y sus derivados, sino que también provocan aroma y sabor desagradables, los cuales son rechazados por los consumidores.

- El flavor (sensación de aroma y sabor) es una de las cualidades más importantes para determinar la aceptabilidad de la leche. Aun cuando las propiedades nutritivas sean altamente reconocidas, los consumidores no la aceptarán si encuentran aromas y sabores extraños. De este modo, deberán evitarse las condiciones que puedan favorecer la oxidación, desde la obtención de la materia prima y, luego, durante cada etapa del procesamiento. Los puntos más críticos para el desarrollo de la oxidación son el tiempo de almacenamiento de la leche y la distancia desde los tambos hasta el punto de procesamiento, y, luego, las condiciones de procesamiento y almacenamiento.

La vida útil de la leche y los productos lácteos resulta muy dependiente de su composición química, esencialmente desde el punto de vista del balance de los compuestos químicos prooxidantes y antioxidantes presentes. Entre los factores prooxidantes se pueden mencionar la concentración y composición de los ácidos grasos poliinsaturados y el contenido de metales de transición; mientras que entre los antioxidantes, los más importantes son el α -tocoferol (vitamina E) y el β -caroteno (pro vitamina A). Entre los componentes de la leche, la grasa láctea es el más susceptible a la oxidación. En general, tanto los metales, que pueden iniciar la oxidación de los fosfolípidos, como el α -tocoferol se encuentran en la superficie del glóbulo graso.

En gran medida, la presencia de estos compuestos en la leche, se encuentra modulada por la dieta de las vacas lecheras. Así, algunos regímenes pueden aumentar la composición de ácidos grasos poliinsaturados en la leche cruda, lo cual a su vez favorece la oxidación por la alta cantidad de dobles enlaces presentes. Ello ocurre cuando se incluyen forrajes o fuentes de aceites ricos en ácido linoléico en la dieta. Por otro lado, la inclusión de forrajes favorece el aumento de compuestos antioxidantes en la leche. De este modo, la vida útil de la leche y los productos lácteos dependerá del delicado balance entre los factores pro y antioxidantes, entre los cua-

les podemos señalar, como las más importantes, el número de insaturaciones en los ácidos grasos, el contenido de metales de transición y el contenido de tocoferoles y carotenos.

Modificación del perfil de antioxidantes por inclusión de pastura de alfalfa en la dieta

En este ensayo se evaluó el efecto de dos dietas con base forrajera contrastante sobre la producción y la composición química de la leche. La experiencia se llevó a cabo en el tambo experimental del INTA Rafaela, durante la primavera del 2006. Las dietas consistieron en pastoreo de alfalfa (ALF) versus silaje (SS) y se formularon de manera que fueran isoenergéticas. Junto con el silaje se adicionaron expeller de soja y pellets de girasol (3,5 y 1,1 kg/vaca/día, respectivamente) así como heno de pastura sin moler en una cantidad no inferior a 1,5 kg/vaca/día. En los dos tratamientos se ofreció, durante el ordeño, un balanceado a razón de 9,5 y 6,0 kg/vaca/día para ALF y SS, respectivamente, repartido en partes iguales en los dos turnos de ordeño e incorporándose en el de la tarde un antiespumante (60 cc/vaca/día).

Durante el período preexperimental (30 días) se utilizó una sola dieta para todas las vacas, la cual era idéntica a la indicada para el tratamiento SS. Se utilizaron 10 vacas multíparas Holando de parición otoñal (mayo de 2006) con $576 \pm 74,0$ kg de peso y $128 \pm 8,4$ días de lactancia al momento de inicio del ensayo. Al final del período preexperimental, los animales fueron distribuidos por pares y al azar, en ambos tratamientos, de acuerdo con el nivel de producción de leche de los dos controles realizados en ese período.

Luego de 60 días de alimentación ALF o SS, se tomaron muestras individuales de leche y se realizaron los ensayos para la determinación de vitaminas liposolubles, oxidación y actividad antioxidante.

Las vitaminas liposolubles incorporadas, en mayor

concentración, a la leche fueron el retinol (vitamina A), vitamina D3 y α - tocoferol (isómero mayoritario de la vitamina E), y en menor concentración se incorporaron el γ -tocoferol (forma química minoritaria de la vitamina E) y el β -caroteno (precursor de la vitamina A).

En la figura 1 observamos que la dieta base alfalfa, indujo los mayores niveles de retinol (vitamina A), vitamina D3, α - tocoferol en las leches de las vacas alimentadas con pastura, respecto de aquellas alimentadas con una dieta a base de silaje.

De este modo, mediante el manejo de la dieta de los animales, fue posible aumentar naturalmente en una proporción entre 1.4 y 1.8 veces la concentración de las vitaminas liposolubles presentes en la leche.

En la figura 2 observamos que el perfil de las vitaminas antioxidantes minoritarias (β -caroteno y γ -tocoferol) reflejó claramente el tipo de dieta suministrada a los animales. Mientras que el β -caroteno aumentó aproximadamente 4 veces en la

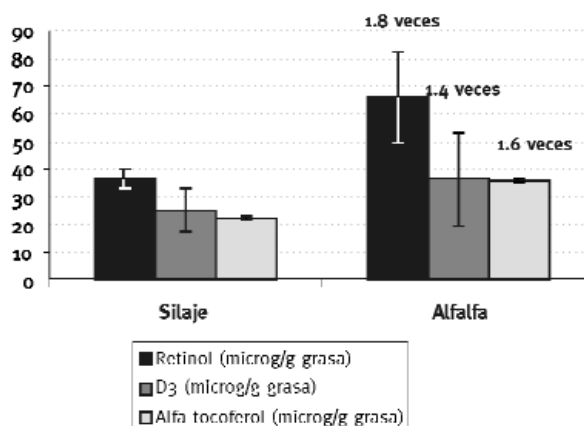
leche de las vacas que consumieron pastura de alfalfa, el γ -tocoferol fue casi dos veces mayoritario en la leche de las vacas alimentadas con silaje. El γ -tocoferol es un isómero natural de la vitamina E, principalmente, presente en granos y aceites de alimentos como la soja, y su incorporación a la leche proviene principalmente del expeller de soja incluido entre los alimentos suministrados a los animales que recibieron la dieta de silo.

Estos resultados muestran que la concentración de las vitaminas liposolubles en la leche, puede modificarse naturalmente por efecto de la dieta suministrada a las vacas lecheras.

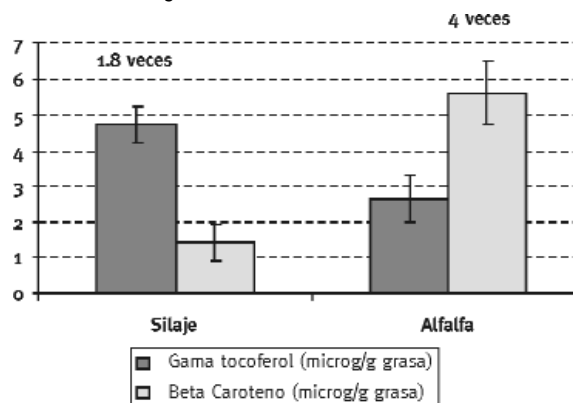
Modificación del perfil de ácidos grasos y oxidación por inclusión de pastura de alfalfa en la dieta

La composición de ácidos grasos de la leche es otro factor altamente sensible e indicativo de la dieta de los rumiantes. Numerosos autores han descrito que es posible conseguir leche con mayores contenidos de ácidos grasos omega-3 y

● Figura 1.



● Figura 2.



CLA (ácido linoléico conjugado), con probado efecto nutricional benéfico sobre la aterogénesis y ciertos tipos de cáncer.

En cuanto a las propiedades de la materia prima, estos ácidos grasos benéficos para la salud son, a su vez, un buen sustrato para la oxidación de la grasa, ya que poseen mayor número de instauraciones que sus respectivos isómeros omega-6 y omega-9. De este modo, una propiedad que, por una parte, resulta beneficiosa en cuanto a la salud, puede generar un inconveniente para la vida útil de la leche y sus productos derivados.

En este ensayo, se observó que la leche producida por las vacas del tratamiento ALF, presentaron menor concentración de ácidos grasos insaturados totales, pero, a la vez, una mayor concentración de C18:2 t, CLA y C18:3, que son los que presentan mayor susceptibilidad a la oxidación.

De este modo, la inclusión de pastura de alfalfa en la dieta favoreció, por un lado, la incorporación de vitaminas antioxidantes y ácidos grasos benéficos para la salud, pero, por otro, la leche resultó más sensible a la oxidación, medida como valor peróxido.

En la tabla 1 se muestran los valores de oxidación medidos por dos metodologías diferentes (valor peróxido-VP- y TBARS) y la actividad antioxidante total de la leche medida por la metodología de FRAP, todas adaptadas para leche cruda.

Mientras que el VP aumentó, significativamente, en la leche procedente de vacas alimentadas con pastura de alfalfa, la medida de TBARS, fue similar para ambos tipos de leche, indicando que si bien la leche ALF sería más susceptible en la etapa de propagación de la oxidación lipídica (medida por VP), los antioxidantes presentes, actuarían para contrarrestar esta oxidación, llegando a valores similares que en la dieta SS en la etapa de productos finales de la reacción oxidativa (medida por TBARS).

La actividad antioxidante total, medida por reducción de Fe⁺³ mediante la técnica de FRAP, indicó que las leches procedentes de dieta con alfalfa mostraron mayor actividad antioxidante en conjunto que las procedentes de vacas alimentadas con silaje.

Resistencia de la leche con diferente contenido de α -tocoferol a la oxidación inducida por luz fluorescente

La oxidación inducida por luz fluorescente tiene efectos adversos sobre el flavor de la leche y sus productos derivados. El mecanismo de oxidación comienza mediante la fotosensibilización de la riboflavina (Vitamina B2), la cual genera radicales libres que inducen la oxidación lipídica y proteica. Esta vitamina, a diferencia de las vitaminas antioxidantes, se encuentra en la fracción hidrosoluble de la leche en contacto con las proteínas del suero, posibilitando la oxidación de las mismas.

La oxidación de la riboflavina por efecto de la iluminación se determinó en el ensayo que se detalla a continuación: se probaron dos concentraciones de riboflavina resuspendida en buffer Acético/Acetato, 1,00E-03 y 2,00E-03 mg/ml. Estos valores fueron elegidos por corresponder con los reportados para leche entera, 1,7E-03 mg/ml de leche. La cinética de degradación fue exponencial para ambas concentraciones.

Como se observa en la figura 3, la riboflavina se degradó con mayor intensidad hasta las 8 h de exposición, luego la degradación fue más tenue. Para determinar la oxidación de leche cruda en condiciones de oxidación de la riboflavina, se prepararon dos *pooles* de leche cruda, conteniendo diferente concentración natural de α -tocoferol. La concentración de antioxidantes en los *pooles* alto y bajo α -tocoferol se presenta en la tabla 2.

Como se observa en la tabla, los *pooles* se diferenciaron esencialmente en el contenido de α -

● Tabla 1. Oxidación y capacidad antioxidante de leche cruda procedente de vacas alimentadas con diferentes dietas.

Dieta	VP (valor peróxido)	TBARS (ppb)	FRAP (μ M)
Silaje (SS)	0.03 \pm 0.008	104.6 \pm 24.4	469.4 \pm 26.9
Al falfa (A LF)	0.06 \pm 0.008	107.5 \pm 22.7	513.6 \pm 30.6
Significación	*	NS	*

* efecto significativo entre dietas ($P < 0.05$); NS: no significativo.

FRAP: Ferric reducing antioxidant power (Benzi & Strain, 1999)
TBARS: Thiobarbituric acid reactive substances.

tocoferol, mientras que los antioxidantes γ -tocoferol y β -caroteno, presentaron valores similares.

Los *pooles* de leche fueron colocados en recipientes de vidrio, a 4 °C con agitación continua bajo la acción de luz fluorescente (250 LUX) durante diferentes períodos de tiempo. Como se observa en la figura 4, ambos *pooles* mostraron inducción de la oxidación lipídica como consecuencia de la iluminación. Estos resultados coinciden con los obtenidos por otros autores. Se observó que la leche con mayor contenido de α -tocoferol presentó menores niveles de oxidación que la leche con bajo contenido de esta vitamina.

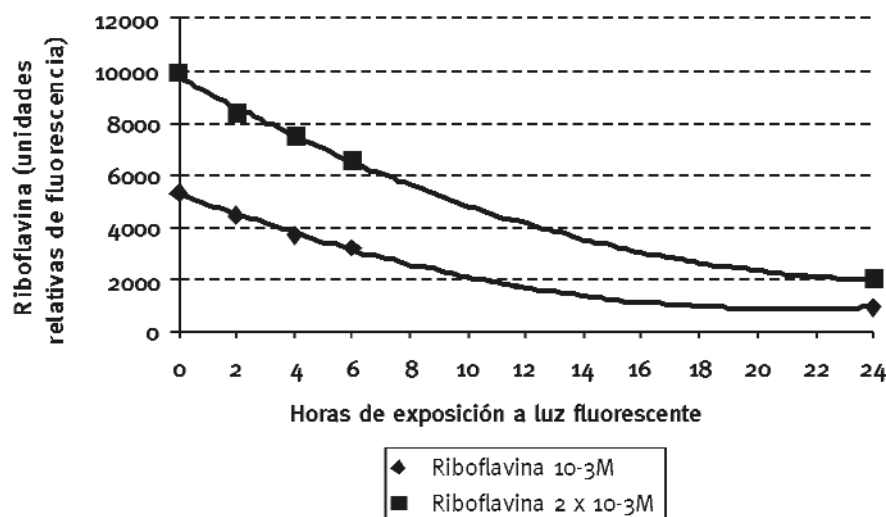
Conclusiones

Como conclusión de estos ensayos se puede señalar que la composición antioxidante, los ácidos grasos benéficos y la oxidación de la leche cruda,

pueden modularse a través de la modificación de la dieta de las vacas lecheras. La inclusión de pastura de alfalfa contribuyó a la obtención de leche con mayor contenido de antioxidantes naturales. Por otro lado la luz fluorescente promovió la oxidación de la vitamina B2 (riboflavina), la cual a su vez indujo la oxidación de los lípidos en leche cruda. Por último, la leche con alto contenido natural de α -tocoferol mantuvo valores menores de oxidación lipídica. Las vitaminas antioxidantes naturalmente incorporadas en la leche, contribuyeron a obtener una materia prima con mayor calidad y resistencia a los fenómenos de oxidación que podrían afectarla en el transcurso de la obtención hasta su procesamiento.

La recuperación de estos compuestos antioxidantes y ácidos grasos benéficos en productos elaborados a partir de leche de alta calidad antioxidante es objeto de estudios en curso. ■

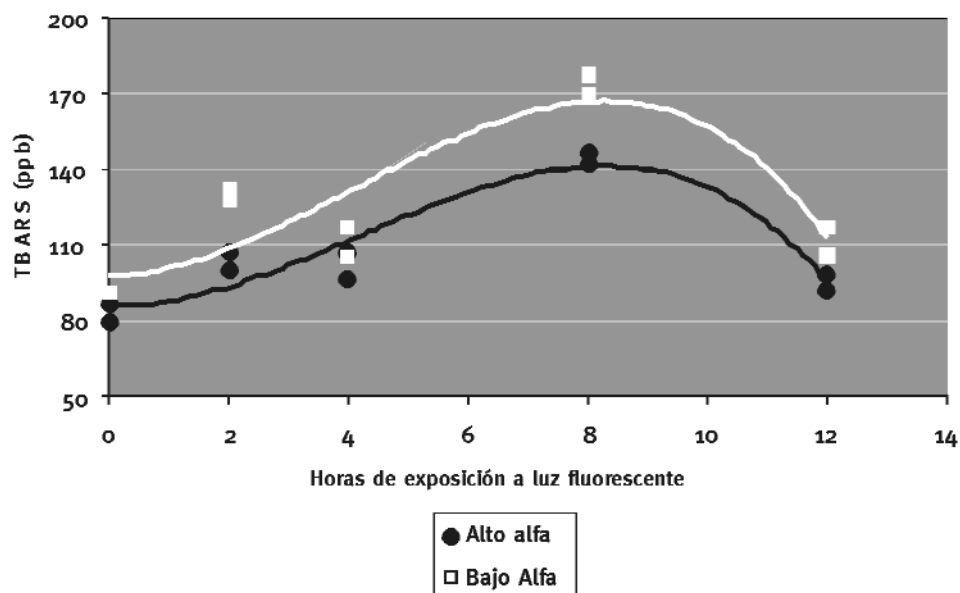
● Figura 3.



● Tabla 2. Contenido de antioxidantes naturales y oxidación en *pooles* de leche con alto y bajo contenido de α -tocoferol.

Pool de leche cruda	TBARS (ppb)	α -tocoferol (μ g/ml)	γ -tocoferol (μ g/ml)	β -caroteno (μ g/ml)
Alto α	79.7	1.99	0.09	0.89
Bajo α	91.5	1.30	0.12	0.87

● Figura 4.



Bibliografía

- Benzie, I. F. F. & Strain, J. J. ,1999. Ferric reducing/Antioxidant power assay: direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. *Methods in Enzymology*, 299, 15-27.
- Castillo, A., Taverna, M., Páez, R., Cuatrin, A., Colombatto, D., Bargo, F., García, M., García, P., Chavez, M., & Beaulieu A ,2006. Fatty acid composition of milk from dairy cows fed fresh alfalfa based diets. *Animal Feed Science and Technology*, 131(3-4), 241-254.
- Havemose, M.S., Weisbjerg, M.R., Bredie, W.L.P., & Nielsen, J.H. ,2004. Influence of feeding different types of roughage on the oxidative stability of milk. *International Dairy Journal*, 14(7), 563-570
- Lucas, A., Agabriel, C. Martin, B., Ferlay, A., Verdier-Metz, I., Coulon, J.-B., & Rock, E., 2006. Relationships between the conditions of cow's milk production and the contents of components of nutritional interest in raw milk farmhouse cheese. *Lait* 86 (3), 177-202.
- Schroeder, G.F., Delahoy, J.E., Vidaurreta, I., Bargo, F., Gagliostro, G.A., & Muller, L.D., 2003. Milk fatty acid composition of cows fed a total mixed ration or pasture plus concentrates replacing corn with fat. *Journal of Dairy Science*, 86(10), 3237-3248.

Presencia de Clostridios Gasógenos en la Leche

El nivel de contaminación de la leche por clostridios gasógenos ("butíricos") depende del número de esporos presentes en el forraje usado en la alimentación de las vacas, del medio ambiente que rodea la sala de ordeño y de las condiciones de higiene durante el mismo, en particular la higiene de la ubre.

● Lic. Gaggiotti, M. del C.; Ing. Agr. Romero, L.A., Ing. Agr. Taverna, M.A. y M.V. Calvhino, L., INTA Rafaela

● Dr. Reinheimer, J.A., INLAIN - FIQ - UNL.

● ¿Qué son los clostridios gasógenos?

Los clostridios gasógenos son agentes bacterianos que pueden alterar quesos de pasta dura y corteza sólida (Gouda, Swiss, Emmental, Grana, Eddam, Gruyere, Provolone, quesos procesados trozados y envasados). Producen una fermentación ácida-butírica, que se traduce en una hinchazón tardía debido a la producción de anhídrido carbónico e hidrógeno y en cambios de flavor por la presencia de ácido butírico.

Se considera que el tracto intestinal de los animales es un ambiente idóneo para contener esporos de clostridios, pero el hábitat primario es el suelo. Su presencia en el intestino se debe a la ingestión de forraje contaminado con tierra, en especial el forraje conservado en forma de ensilaje. El nivel de contaminación de la leche por clostridios depende del número de esporos presentes en el forraje usado en la alimentación de las vacas, del medio ambiente que rodea la sala de ordeño y de las condiciones de higiene durante el mismo, en particular la higiene de la ubre.

En países europeos, particularmente Italia y Francia, se tiene especial cuidado con la calidad de la leche que se va a destinar a la elaboración de los quesos antes mencionados. Se utiliza leche de vacas no alimentadas con silaje y en caso contrario, se realizan campañas para concientizar al productor sobre prácticas de confección de ensilajes que minimicen la contaminación con esporos de clostridios gasógenos.

● ¿Qué efectos producen en la leche y en los productos?

Los clostridios gasógenos actúan sobre los azúcares y los ácidos orgánicos produciendo una fermentación ácida butírica. Es un grupo heterogéneo, las especies que se incluyen por excelencia en esta categoría son el *Cl. tyrobutyricum* y el *Cl. butyricum*, a los cuales normalmente se los denomina "butíricos".

En la Figura 1 se muestra el ciclo de vida de los clostridios. Las células vegetativas son anaerobias estrictas y las responsables de producir la fermentación butírica, para resistir a las condiciones de aerobiosis, esporulan. Los esporos son particularmente termorresistentes y cuando encuentran condiciones favorables (pH y temperatura), germinan y se multiplican.

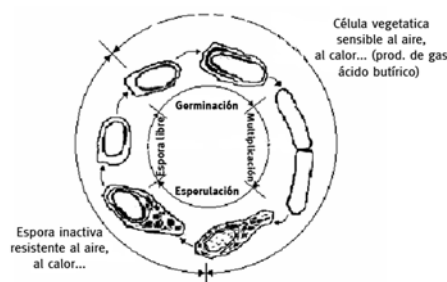
El más temido en quesería es el *Cl. tyrobutyricum*, pues utiliza lactato para producir fermentación ácida butírica. Se requieren 3 horas a 80°C o 15 minutos a 90°C para obtener una reducción decimal de sus esporos. El hinchamiento tardío de los quesos en las cavas de maduración resulta de la fermentación de lactato de calcio, con producción de ácido butírico, ácido acético y gases tales como hidrógeno y anhídrido carbónico. Una evolución grave de este defecto lleva a zonas localizadas de putrefacción (Figura 2).

Ciclo de contaminación y niveles de riesgo

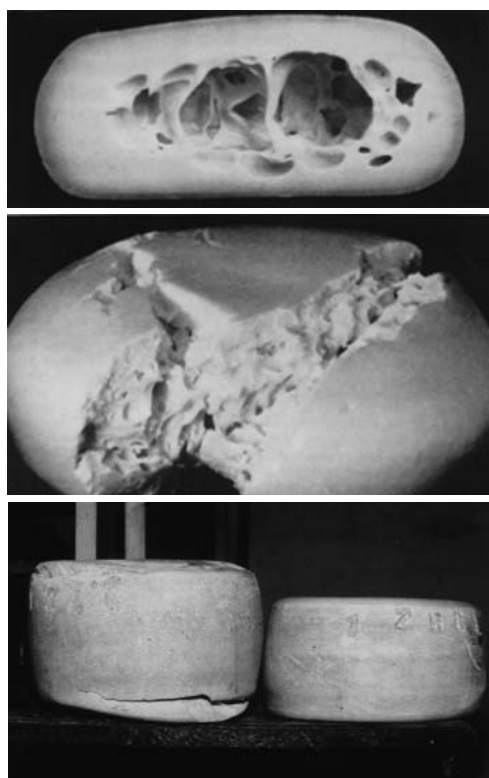
La contaminación es frecuente y tiene como principal origen los excrementos vacunos. Sin embargo, el accidente no se produce en todos los tipos de quesos maduros y, en los que ocurre, se manifiesta de manera inconstante. Se conocen varias causas de estas variaciones:

- El hinchamiento tardío no se produce en los quesos de pasta blanda sino en los de pasta dura y corteza sólida. La presencia de la corteza hace posi-

● Figura 1- Ciclo de vida de los clostridios gasógenos.



● *Figura 2. Quesos con hinchazón generalizada producida por clostridios.*



ble la retención de gases que da origen a una presión interna. Por otra parte, las temperaturas elevadas que experimenta la cuajada de los quesos de pasta cocida tienen probablemente una influencia favorable a causa del descenso del potencial redox, de la formación de compuestos fácilmente asimilables por los clostridios y, quizás también, de la destrucción de microorganismos antagonicos.

- Algunas bacterias butíricas no pueden utilizar los lactatos y por lo tanto, no provocan fermentación gaseosa en los quesos.

- En el desarrollo de los clostridios intervienen varios factores: la temperatura de almacenamiento, el pH de la pasta, el contenido de cloruro de sodio, la humedad del queso y el contenido de ácido láctico. Estas bacterias utilizan el ácido láctico, pero cuando éste alcanza una concentración suficiente (pH inferior a 4,8) son inhibidas.

- El momento de la contaminación no es el mismo para las bacterias butíricas que para la microflora total.. Para evitar esta última debe especialmente limpiarse la instalación de ordeño, y para suprimir los butíricos, debe prepararse cuidadosamente la ubre.

- El nivel de contaminación de la leche por clostridios depende del número de esporos presente en el forraje usado en la alimentación de las vacas, del

medio ambiente que rodea a la sala de ordeño y de las condiciones de higiene durante el ordeño. Los esporos ingeridos por el animal con el alimento se eliminan con las heces. Las mismas constituyen una de las principales fuentes de contaminación, habiéndose demostrado una correlación significativa entre el número de esporos presentes en la leche y en las heces (Fig. 3).

En Italia se establecieron criterios de aceptación de los ensilajes en función de los niveles de contaminación, para ser utilizados en la alimentación de vacas cuya leche se destina a la elaboración de quesos de pasta dura. También se establecieron niveles para leche cruda destinada a la elaboración de ese tipo de quesos. En la tabla 1 se presenta esa información.

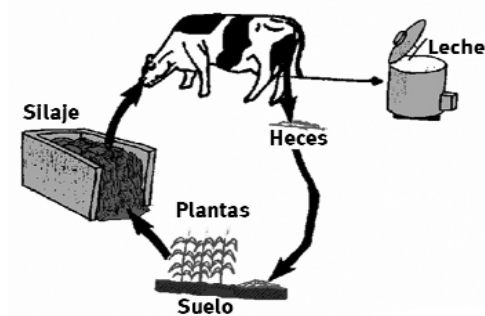
En Francia se evaluó el nivel de contaminación con esporos de clostridios en silaje de maíz y de gramíneas (los más utilizados en este país), en las heces y en la leche de las vacas que los consumían. Se establecieron correlaciones entre el nivel de contaminación de las heces y de los ensilajes con el nivel de la leche y se definieron criterios de aceptación para heces, ensilajes y leche en función del número de esporos presentes. En la Tabla 1 se presenta esa información.

Estudios franceses, realizados para la elaboración de los quesos Emmental, Gouda, Edam y Mimolette, indicaron que a partir de 200 esporos/l podría aparecer el riesgo de "hinchamiento tardío" y que cuando estos superan los 2.000 esporos/l el hinchamiento es generalizado.

Los niveles de aceptación para clostridios gasógenos presentes en leche difieren en función del tipo de queso. Cuanto mayor es el tiempo de maduración se exigen valores más bajos.

Otro estudio realizado en Francia identificó, en función del nivel de clostridios gasógenos presentes en la leche, cuál es la principal fuente de con-

● *Figura 3. Vía de contaminación de la leche con esporos de clostridios.*



¿Cómo llegan los esporos a la leche?

taminación de la misma. En la Tabla 2 se presenta dicha información.

SITUACIÓN EN ARGENTINA

Forrajes conservados

Ensayos preliminares, efectuados para cuantificar el nivel de contaminación por clostridios gasógenos de los silajes confeccionados en la INTA Rafaela en la campaña 1996-1997 indicaron que los niveles de contaminación son altos, que los silos tipo puente presentaron mayor número de esporos que los bolsa y que los niveles de contaminación de los silajes de pastura base alfalfa podrían ser riesgosos. En la Tabla 3 se presenta dicha información. Para su análisis se aplicó el criterio de evaluación italiano de valoración de la calidad de un silaje en función del número más probable (NMP) de esporos de clostri-

dios gasógenos. Para cuantificar el nivel de clostridios gasógenos, en forrajes y en leche, se utilizó la técnica del NMP usando como medio de cultivo leche descremada adicionada de reactivo de Annibaldi.

Para corroborar la información anterior se realizó un relevamiento de forrajes conservados y otro de leche cruda proveniente de la cuenca central santafesina y del NE de la provincia de Córdoba.

A fin de conocer el nivel de contaminación en forrajes conservados (campaña 1997-1998) se analizaron 171 muestras: 11 de heno de alfalfa, 20 de henolaje de alfalfa, 20 silos puente y 20 silos bolsa de sorgo planta entera, 20 silos puente y 20 silos bolsa de maíz planta entera, 20 silos bolsa de maíz grano húmedo, 20 silos bolsa de sorgo grano húmedo y 20 silos bolsa de alfalfa. Se determinaron las

● *Tabla 1. Criterios de aceptación para heces, silajes y leche en función del número de esporos presente, utilizados en Italia y Francia.*

Niveles de contaminación en silajes (esporos/g de material húmedo)	Valoración (calidad)	
	Italia	Francia
<100 100 a 1.000 1.000 a 5.000 5.000 a 10.000 >10.000	Óptima Bueno Malo Pésimo	Muy bueno Bueno Mediocre Malo Muy malo
Niveles de contaminación en heces (esporos/g material húmedo)	Valoración	
	Italia	Francia
<10.000 10.000 a 40.000 >40.000		Leche poco contaminada Leche contaminada Leche muy contaminada
Niveles de contaminación en leche (esporos/l)	Valoración	
	Italia	Francia
<200 200 a 1.000 <400 400 a 1.000 1.000 a 4.000 4.000 a 10.000 >10.000	Ausencia de hinchazón tardía en quesos Algunos casos de hinchazón Hinchazón generalizada	Excelente Poco contaminada Contaminada Muy contaminada Pésima

● *Tabla 2. Principales fuentes de contaminación de la leche con esporos de clostridios gasógenos, en función del contenido de éstos.*

Contaminación de la leche	<1 500 esporos/l	1500 a 3000 esporos/l	3.000 a 4000 esporos/l	>4 000 esporos/l
BAJA <10.000 esporos/g heces <1.000 esporos/g silaje	HIGIENE			
MEDIANA 10.000 a 40.000 esporos/g heces 1.000 a 10.000 esporos g/silaje	ALIMENTACIÓN E HIGIENE			
ALTA >40.000 esporos/g heces >10.000 esporos/g silaje	ALIMENTACIÓN	ALIMENTACIÓN E HIGIENE		

características fermentativas de los henolajes y silajes (pH y NH₃/NT) y nutritivas de todos los forrajes (MS, PB, FDN, FDA, LDA, EE, cenizas) y se cuantificó el NMP de clostridios gasógenos. Las muestras fueron clasificadas teniendo en cuenta los criterios de evaluación italiano y francés. En la Tabla 4 se presentan los resultados.

Los silajes de grano húmedo presentaron los menores niveles de contaminación (100% de las muestras de maíz y 75% de las de sorgo con menos de 100 esporos/g). Los silajes de alfalfa fueron los que presentaron mayor porcentaje de muestras (15%) con más de 10.000 esporos/g. Un alto porcentaje de los silos puente (30%) se ubicó en el rango pésimo o muy malo mientras que sólo el 17% de las bolsas superó los 10.000 esporos/g. El pH ($r = 0,97$, $p < 0,01$) y el %NH₃/NT ($r = 0,82$, $p < 0,01$) fueron los parámetros que mejor se correlacionaron con el NMP de esporos. El análisis de la información indicó que hubo diferencias entre especies y entre sistemas de almacenaje. La alta correlación de los valores de pH y NH₃/NT con el nivel de esporos en el forraje evidenció la importancia del proceso de confección del silo para minimizar la presencia de los mismos.

Debido a que en los relevamientos de forrajes conservados de la campaña 1997-1998, los silajes de alfalfa fueron los que presentaron mayor porcentaje de muestras con más de 10.000 esporos/g (calidad pésima) se decidió evaluar dos sistemas de manejo del forraje de alfalfa durante el secado para la confección de silo: sin juntar y juntando hileras. Existió una marcada influencia del manejo del forraje de alfalfa durante el secado en el nivel de

contaminación de los silajes: 784 y 2.781 esporos/g sin juntar y juntando hileras, respectivamente. Esta mayor presencia de esporos gasógenos en el silo donde se juntaron las hileras se explica por la incorporación junto al forraje de material muerto, tierra y estiércol que se produce al usar el rastrillo. Esto es común que se haga para aumentar el volumen de las hileras y hacer más eficiente el trabajo de la picadora. Lo ideal sería usar lotes de alfalfa de mucho volumen, tener máquinas de un amplio ancho de corte, o aquellas que permiten juntar las hileras durante el corte y evitar de esta manera el uso del rastrillo. También se podrían tener lotes exclusivos para cortar.

Leche

Para establecer el nivel de contaminación en la leche se muestrearon mensualmente durante un año (mayo de 1997 a junio de 1998) 37 cisternas de recolección, lo que representó un volumen aproximado de 3,5 millones de litros (7.600 l/cisterna) y correspondieron a 150 tambos (5 tambos/cisterna) provenientes de 5 empresas lácteas. En el 26% de las cisternas evaluadas se encontraron <200 esporos/l; en el 11%, entre 200-399; en el 14%, entre 400-999; en el 12%, 1.000; en el 6% entre 1.001-3.999; en el 9%, entre 4.000-9.999 y en el 22%, más de 10.000. Teniendo en cuenta los niveles de clostridios gasógenos admitidos por la industria italiana para la elaboración de quesos, el 37% de las cisternas tendría niveles (>1.000 esporos/l) que producirían hinchazón generalizada y según el criterio de evaluación francés un 22% de las cisternas tiene leche de calidad pésima para la elaboración de quesos (10.000 esporos/l).

● Tabla 3. Evaluación de clostridios gasógenos en silajes (campaña 1996-1997)

NMP/g de silaje	Porcentaje (%) de muestras por rango NMP/g de silaje						
	Grano húmedo de maíz (bolsa)	Grano húmedo de sorgo (bolsa)	Maíz (puente)	Maíz (bolsa)	Sorgo (puente)	Sorgo (bolsa)	Pastura (bolsa)
<100	100	75	20	25	8	20	14
100 a 1000	0	25	13	37	25	70	43
10 ³ a 10 ⁴	0	0	20	25	25	10	43
> 10 ⁴	0	0	47	13	42	0	0

● Tabla 4. Porcentaje de muestras de forrajes conservados (campaña 1997-1998) según niveles de contaminación por esporos de clostridios gasógenos teniendo en cuenta los criterios de evaluación francés e italiano.

Rango (NMP/g)	Valoración italiana	Valoración francesa	% de muestras
<100	Óptimo	Muy bueno	7
100 a 1.000	Bueno	Bueno	46
1.001 a 5.000	Malo	Mediocre	29
5.001 a 10.000		Malo	0
>10.000	Pésimo	Muy malo	18

PROPUESTA PARA EL CONTROL

El recurso más usado para combatir la hinchazón tardía de los quesos todavía es el nitrato de sodio o de potasio, pero con resultados irregulares, ya que depende mucho del pH, del tenor de sal y de la humedad del queso, además del nivel de contaminación inicial de la leche. Si el queso posee un pH menor (mayor acidez), baja actividad de agua (tenor de sal mayor) además de un potencial redox más elevado (masa menos compactada o con mayor índice de aerobiosis), el uso de oxidantes como el nitrato de sodio o de potasio es bastante efectivo, sobre todo si la contaminación de la leche no fuera muy elevada (alrededor de 1.000 esporos/l).

La bacteriostasis también ha sido utilizada, pero el alto costo del equipamiento hace que su utilización se restrinja a grandes industrias. Además, para obtener un alto grado de remoción de los esporos es necesario que se trabaje a temperaturas altas, muchas veces incompatibles con el proceso de fabricación de quesos.

En Europa, en los años 90, con gran éxito se ha usado una enzima conocida como lisosoma, que es capaz de destruir la flora sin afectar los cultivos propiónicos y lácticos usados en la fabricación. Este producto ha sido utilizado, por ejemplo, en la fabricación del Grana en Italia y del Emmental en Francia, quesos de maduración larga y muy susceptible a la fermentación butírica.

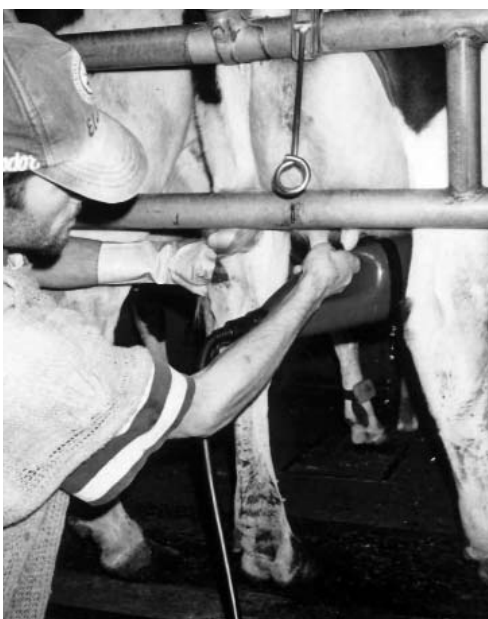
De todas maneras el medio más eficiente de control de la hinchazón tardía que se manifiesta a largo plazo, se basa en la calidad de la leche, que debe ser producida de manera tal de evitar la contaminación con esporos butíricos. De esta manera, en

algunos países fue prohibido el uso de silaje para animales cuya leche es destinada a la fabricación de quesos de maduración larga. La lucha efectiva requiere un buen servicio de campo, con asistencia y orientación al productor de leche, lo que generalmente incluye programas de pago por calidad.

Por este motivo, los trabajos correctivos sobre el tema se orientan fundamentalmente en un primer momento a determinar las principales vías de contaminación, para posteriormente, establecer prácticas de prevención que permitan reducir la contaminación de la leche en el tambo.

En Italia se realizaron ensayos de campo para detectar el origen de la contaminación con clostridios de leche destinada a la elaboración de queso "Grana". Concluyeron que el nivel de contaminación con esporas de los ensilajes, en este caso de maíz, se correlacionaba directamente con el nivel en leche y que la metodología utilizada en la elaboración del silaje y la higiene en el ordeño eran factores importantes para disminuir el nivel de contaminación. Estudios similares se realizaron para la elaboración del Parmigiano-Reggiano.

En la INTA Rafaela se realizó un ensayo cuyo objetivo fue determinar la influencia del tipo de almacenaje del alimento (silo convencional - silo embolsado) y el método de higiene preordeño en la concentración de clostridios gasógenos presentes en el forraje, en la leche y en las heces. Se evaluaron los siguientes tratamientos o combinaciones de alimento y método de higiene: P-L = pastoreo de alfalfa (P) y lavado de pezones (L); P-LS=idem que el anterior pero lavado y secado de pezones con papeles descartables (LS); M-L = silaje embolsado de maíz (SM) y L; M-LS= idem que el anterior pero con LS; S-L = silaje puente de sorgo





granífero (SS) y L y S-LS= iden que el anterior pero LS. En todos los casos se suplementaron a los animales con balanceado comercial durante el ordeño. Se efectuó además un análisis de correlación entre el NMP de esporos en leche y en heces. El NMP/g de esporos en los alimentos utilizados fue estadísticamente diferente ($p < 0,05$): 12, 67, 481 y 6.489 para el balanceado, la pastura y los silajes maíz y sorgo respectivamente. En la Tabla 5 se informan los valores promedios del NMP esporos/l de leche cruda para cada tratamiento evaluado.

El análisis estadístico indicó diferencias ($p < 0,05$) entre los valores de NMP/l de leche cruda para los distintos alimentos y métodos de higiene preordeño evaluados. Por el contrario, la interacción no fue estadísticamente significativa. Los niveles hallados en los tratamientos M-L y S-L (superiores a 1.000 esporos/l), indican que es leche demasiado contaminada para la elaboración de quesos de pasta dura. Por el contrario, los valores hallados en S-LS ubican a la leche obtenida como poco contaminada (rango de 400-1.000 esporos/l) mientras que los otros tres tratamientos corresponden a una leche de calidad excelente. En cuanto a la cantidad de esporos de clostridios gasógenos presentes en las heces, se encontraron diferencias ($p < 0,05$) en las provenientes de los animales afectados a los tres tipos de forrajes utilizados: 6.030, 41.885 y 196.542 para la pastura y los silajes de maíz y sorgo, respectivamente. El análisis de correlación

indicó un valor elevado ($r = 0,85$; $p < 0,001$) entre el NMP en heces y en leche obtenidos de vacas afectadas al método de higiene preordeño sin secado (L). En las condiciones en las que se desarrolló este ensayo, los leches de vacas alimentadas con el silo puente presentaron mayor nivel de contaminación que las de silo bolsa aunque la higiene de los pezones (lavado+secado) es fundamental para minimizar el nivel en leche (3).

La comparación entre los sistemas de preordeño sobre la presencia de clostridios gasógenos siempre detectó diferencias significativas. Para verificarlo se evaluó el efecto de distintas rutinas de preparación de la ubre, previo al ordeño, sobre la presencia de clostridios gasógenos. Se evaluaron 3 sistemas: lavado de pezones con agua sin secado (L), lavado de pezones y secado (L y S) y lavado y secado de pezones con máquina (LM). La experiencia fue repetida en 3 períodos: en el primer período las vacas consumieron una pastura de alfalfa, pastoreo directo y concentrado energético durante el ordeño y en el segundo y tercero, consumieron silaje y heno en un corral con piso de tierra y concentrado energético en el ordeño. Las condiciones climáticas para los 3 períodos fueron diferentes sobre todo con respecto a la humedad relativa media diaria y al total de precipitaciones (78,1; 85,4 y 82% de HR y 0,3; 56 y 17 mm de precipitaciones para el primer, segundo y tercer período respectivamente) En la tabla 6 se presentan los valores promedios del NMP de clostridios gasógenos por tratamientos obtenidos en cada período.

Los resultados permiten destacar el comportamiento del tratamiento LM. Este logró los menores valores del NMP en los dos períodos más críticos de contaminación con esporos de clostridios gasógenos (segundo y tercer período). El nivel de contaminación sufrió un incremento de aproximadamente 10 veces cuando las vacas consumieron silaje y heno en un corral con respecto al de la leche de vacas alimentadas con pastura. Estos resultados indican que la alimentación con silaje es problemática pues aumenta el número de esporos en leche, pero poniendo de manifiesto que a iguales condiciones de manejo de la alimentación, la higiene de la ubre es fundamental. Especial cuidado se debe

● Tabla 5. Valores promedios del NMP esporos/l de leche cruda para cada tratamiento evaluado.

Método higiene preordeño	NMP/l de leche cruda			
	Pastura (tratamiento)	Silo bolsa (tratamiento)	Silo puente (tratamiento)	Promedio (tratamiento)
Lavado de pezones	370 (P-L)	1.034 (M-L)	3.071 (S-L)	1.130 a
Lavado y secado de pezones	128 (P-LS)	338 (M-LS)	567 (S-LS)	316 b
Promedio	234 c	618 b	1395 a	

tener en la higiene cuando se presentan días con humedad relativa media alta o lluvia.

CONCLUSIÓN

Los resultados encontrados en las experiencias realizadas en el INTA Rafaela, indicaron que en un sistema de alimentación a campo, no estabulado, la higiene preordeño es fundamental para minimizar el nivel de contaminación con esporos de clostridios gasógenos en la leche, y que aplicando correctamente la técnica del ensilado se logra minimizar la presencia de estos esporos en el alimento. ■



● Tabla 6. Recuento de clostridios gasógenos (NMP/100ml) en leche cruda (valor promedio), según el tratamiento y período considerado.

Período	Tratamiento empleado para la limpieza de los pezones		
	Lavado (L)	Lavado y secado (Ly S)	Máquina (LM)
Primero	8	4	4
Segundo	165 (a)	107 (a)	62 (b)
Tercero	96 (a)	63 (b)	35 (b)
Promedio general	89	58	34

() letras distintas en sentido horizontal, indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Bibliografía

- BARATON, Y. 1985. *La contamination du lait par les spores butyriques*. Le Point Sur. Edite par L'Institut Technique de L'Elevage Bovin: 32p
- BERTILSSON, J. ; LINGVALL, P. ; GYLLENSWÄRD, M. 1996. Factors affecting the contamination of bulk milk with clostridia spores. In: *Proceeding of Symposium on bacteriological quality of raw milk*. Wolfpassing, Austria : 33-35
- BOTTAZZI, V. 1983. Clostridi e fermentazioni butirriche dei formaggi. *L'industria del latte*, n. 3: 3-25
- CORROT, G. 1984. *Methodes de traite et contamination butyrique des laits*. Institut technique de l'élevage bovin : 47p
- DEMARQUILLY, C. 1998. *Ensilage et contamination du lait par les spores butyriques*. INRA Prod. Anim.,11 : 359-364
- EMALDI, G.C.; TOPPINO, P.; BOSSI, M.G.; CARINI, S.; LODI, R.; VEZZONI, A.; NIZZOLA, I.; ALBERINI, B. 1977. La presenza di sporigeni anaerobi nei foraggi e nelle feci di bovine da latte. *L'industria del latte*, n. 1: 47-81
- GAGGIOTTI, M.C.; ROMERO, L.A.; COMERÓN, E.A Y WANZENRIED Z, R. A. 2002. Influencia del tipo de forraje y de la higiene preordeño sobre la presencia de clostridios gasógenos en el alimento y la leche. *Rev. Arg. Prod. Anim. Vol 22 Supl. 1: 397-398*
- GAGGIOTTI, M.C.; ROMERO, L.A.; REIHEIMER, J.A.; CALVHINO, L.F. Y WANZENRIED R.A. 2001. Contaminación con esporos de clostridios gasógenos en forrajes conservados. *Rev. Arg. Prod. Animal. Vol2 I Supl. I: 106-107*
- HENRY, A. 1977. *Facteurs influençant la contamination du lait par les spores butyriques*. *Rev. Lait. Franç. N° 35081: 8183*
- TAVERNA, M.A.; CALVINHO, L.F.; GAGGIOTTI, M.; ZIMMERMANN, G.A.; CANAVESIO, V.R.; AGUIRRE, N.P. AND WANZENRIED, R. 2001. *Effect of a premilking teat washing system on bacterial contamination of milk*. *National Mastitis Council Annual Meeting Proceedings: 201-202*.

* Lista completa de referencias disponible por demanda.

La Calidad en la Leche de Oveja

● **Med. Vet. Margarita Buseti**
INTA Guillermo Covas,
Anguil

La leche de oveja se la considera como una leche de características específicas, reconocida por su alto rendimiento quesero y como un producto más noble que otras leches. A estas particularidades, se le debe agregar las características nutricionales destacadas que le permitirán junto a la calidad higiénico sanitaria ubicarla en un lugar de privilegio.

- La actividad lechera ovina forma una parte importante de la economía de algunos países, especialmente para los de la zona del mediterráneo y con muy buen desarrollo en otros, particularmente en Francia, Italia, España y Grecia. En Argentina, la producción de leche de oveja es una alternativa para medianos y pequeños productores del área rural y de hecho incipientes emprendimientos muestran que esta actividad puede ser posible. El conocer los factores que intervienen directa o indirectamente en la calidad de leche de oveja es importante, ya que se refleja directamente sobre su principal producto derivado, el queso, constituyendo un elemento esencial para el desarrollo de esta actividad así como también para el marketing del mismo.

Es sabido que tanto la leche de oveja como el queso elaborado con la misma, son fuentes importantes de proteínas, calcio y fósforo, y que aportan oligoelementos a la dieta (Santini y col 2005). Si bien, al igual que los productos de cabra, están indicados en: los niños y los ancianos, en pacientes alérgicos a la proteína y/o con intolerancia a la lactosa de la leche de vaca, y en aquellos individuos que presentan síndromes de mala absorción, actualmente no constituyen una opción habitual para los consumidores argentinos. En algunos países, la leche de oveja además de empleársela en quesos, se la utiliza también en la elaboración de yogurt y ricota, y en menor medida en cuajada y helados. En el caso del queso el proceso de elaboración es similar en todos los casos. Se sigue un protocolo de trabajo, utilizando leche cruda o pasteurizada, con el agregado de

calcio, fermentos y cuajo y de acuerdo al tipo de queso varía el tiempo de maduración como así también las características de sabor, aroma, color, etc. Sin embargo, la cantidad y calidad de queso obtenido dependerá de las propiedades queseras de la leche empleada. El tiempo de cuajado, el nivel de coagulación, la firmeza y consistencia de coagulo se relacionan directamente con la composición de la leche, con su calidad microbiológica, con el recuento de células somáticas y con el proceso de elaboración en sí.

¿QUÉ ENTENDEMOS POR CALIDAD EN LA LECHE?

Llamamos leche de calidad a aquella que posee una composición de excelencia, con bajos conteos microbiológicos, sin contaminantes y con una buena capacidad para la elaboración.

Los altos contenidos de proteínas, grasa y sólidos totales en la leche están asociados con altos rendimientos en los productos lácteos, por lo que la leche de oveja tiene mayor rendimiento quesero que las de vaca o cabra. De ahí que muchos son los factores que intervienen en la obtención de un producto final de calidad. Un buen maestro quesero podrá controlar la acidez o la cantidad de calcio o fermento a agregar, o aplicar las mejores técnicas de elaboración del queso, pero poco podrá hacer para modificar la calidad higiénica de la leche, ya sea por la presencia de antibióticos o por un el recuento de celular alto.

FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA LECHE

Actualmente existe una tendencia mundial en reducir el número de animales ordeñados, mientras que al mismo tiempo se trata de incrementar el volumen de leche producida, resultando la calidad de la materia prima de fundamental importancia. La leche de pequeños rumiantes es en general más cara que la de vaca, sin embargo en ciertas áreas esto no es así y se las procesa mezcladas obteniéndose quesos con leche mezcla. En el tambo están presentes ciertos factores que afectan directamente la calidad de la leche y por



lo tanto la calidad del queso obtenido a partir de ella, como puede verse en la figura 1, extraída de Bencini, R., 2001. Algunos derivan directamente del animal: la edad, el momento de la lactancia, el número de partos y de corderos, etc., pero otros son totalmente controlados por el tambero, como por ejemplo la nutrición, la esquila, el uso de antibióticos y el tipo de oveja elegida.

CALIDAD HIGIÉNICA

● Recuento de células somáticas (RCS)

Se la relaciona directamente con la salud del animal. Sólo un 10 % de las células corresponden a la glándula mamaria (células epiteliales y restos de partículas citoplasmáticas), mientras que los 90 % restantes provienen de la sangre (macrófagos, linfocitos, neutrófilos, etc.). Estas últimas contribuyen a las defensas inmunitarias de la glándula, pero su número aumenta considerablemente en las mastitis, si bien pueden aumentar también en condiciones fisiológicas debido al estro o a un estadio avanzado de la lactación o puede estar influenciado por varios factores como la edad del animal, el nivel de producción, el estrés, el estado sanitario, etc. Importa económicamente ya que disminuye la producción y produce cambios cualitativos en la composición, por estar disminuida la capacidad secretora de la glándula y por un aumento de la permeabilidad del epitelio mamario que causa un pasaje de los componentes de la sangre directamente a la leche.

En vacunos el SCC ha sido utilizado frecuentemente como criterio para mejorar la resistencia a las mastitis. En ovinos en cambio, dicha relación ha sido menos estudiada debido fundamentalmen-

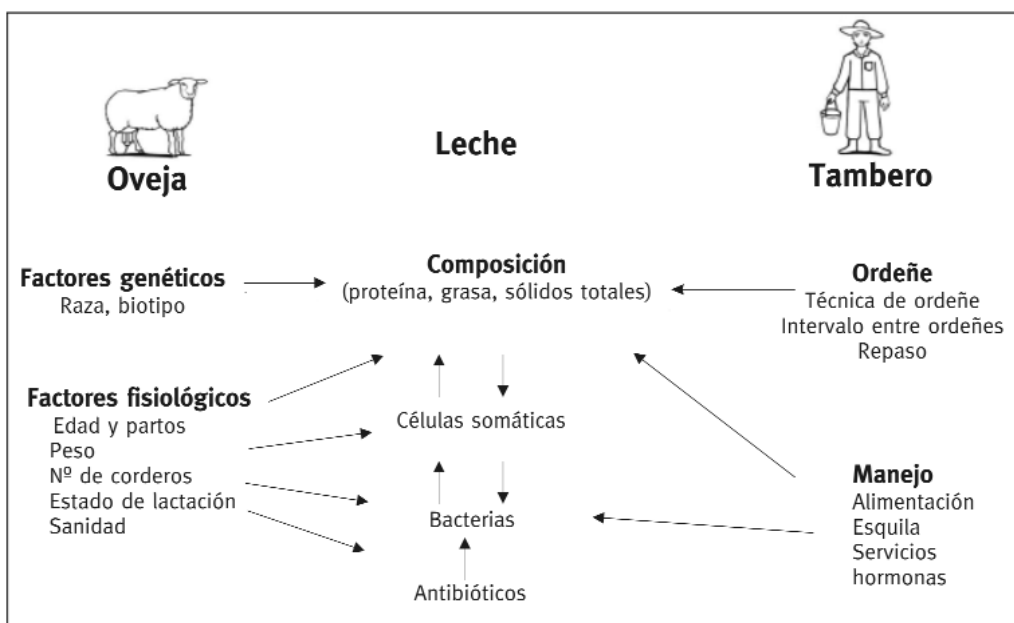
te a una menor incidencia de las mastitis en las majadas comparándolas con los bovinos (5% versus 20- 40%). Varios investigadores sugieren que es posible utilizar el CCS como un factor de selección en ovinos lecheros. En trabajos llevados a cabo en INTA Anguil e INTA Chubut, se hallaron buenas correlaciones con el Test Mastitis California ($r=0.72$ y 0.51 respectivamente).

El valor de RCS resulta de gran interés ya que en la actualidad las centrales lecheras tienen en cuenta el nivel de RCS cuando establecen el precio del litro de leche (EUROPA) y por otro lado es un buen indicador para el productor para detectar ovejas con posibles mastitis subclínicas. Además, existe un umbral mínimo como indicador de la calidad higiénica de la leche de ovino y caprino de la misma forma que la hay para el bovino. En EEUU en el caso del ovino es de 750000 células/ml.

Los trabajos revisados indican resultados contradictorios sobre los efectos de los altos valores de RCS asociados con la producción, composición y efectos sobre su aptitud quesera de leche de oveja, resultando necesario establecer un umbral, a través del cual el RCS afecta las características de la leche y la calidad de los productos elaborados.

● Recuento bacteriano

Está referido al número de microorganismos que desarrollan a 30° C y se expresa como el número de unidades formadoras de colonia (CFU/ml). En la leche encontramos tanto bacterias de los géneros *Lactobacillus*, *Lactococcus* y *Streptococcus*, que resultan muy beneficiosas para la producción de quesos, como otros que causan problemas en la salud humana (*Listeria*, *Salmonella*, *Brucella*, etc.) o actúan negativamente en la maduración



de los quesos, como las enterobacterias y coliformes. En general, la presencia de bacterias indeseables es consecuencia de un ordeño realizado en bajas condiciones de higiene, y aunque la leche sea sometida a la acción del calor, no mejora su calidad.

En Europa, según la normativa 46-47/1992 de la Unión Europea, modificada por la 94/71, la leche pasteurizada es apta para elaborar quesos cuando tiene menos de 1.000.000 de bacterias por ml de leche. Cuando la leche se utiliza cruda, los valores bajan a menos de 500.000 bacterias por ml. En Argentina todavía no existen directivas del Estado que fijen valores máximos admisibles.

Conocida como mastitis, la inflamación de la glándula mamaria merece un tratamiento especial, porque es la patología que más afecta la producción láctea dentro del tambo. Su presencia está influenciada por el medio (ordeño, alimentación, etc.) o el animal (producción, edad, genética, etc.). Se manifiesta en forma clínica, con alteraciones evidentes de la leche y de la glándula y, la forma subclínica es detectable a través del RCS, donde aumentan el número. Los trabajos realizados en INTA Anguil identificaron 6 géneros de bacterias, clasificadas en dos grupos: patógenos mayores (PM) y patógenos menores (Pm). Los PM hallados fueron *Staphylococcus aureus* (30%), *Escherichia coli* (1%) y *Streptococcus spp* (1%) y los Pm: *Micrococcus spp* (32%), *Staphylococcus coagulasa negativa* (5%) y *Bacillus spp.* (1%). Marguet y col (2000) durante el periodo de lactancia 1998-1999, en INTA Chubut, sólo hallaron bacterias del genero *Staphylococcus*.

En el tambo, el uso del Test Mastitis California (CMT) complementado con la revisión clínica de ubres y la eliminación de ovejas con mastitis rebeldes al tratamiento, resulta una herramienta muy eficaz, simple y rápida con bajos porcentajes de error. Se recomienda su aplicación en forma periódica y se hace hincapié en la higiene de las instalaciones, equipos y personal, evitando el sobreordeño. Está indicado el sellado de pezones postordeño, y en las ovejas de mayor producción realizar tratamiento de secado.

● Presencia de sustancias inhibidoras

La presencia de sustancias inhibidoras puede alterar el accionar de los fermentos en el momento de la coagulación o en la maduración, y alterar el producto final (el queso), con riesgo para los consumidores. Están incluidos los residuos de fármacos, antibióticos, detergentes y, desinfectantes y antisépticos. El tratamiento de las mastitis con antibióticos y sulfas es una de las causas más comunes de sustancias inhibidoras en leche. Debemos recordar la importancia de ordeñar apar-

te y descartar la leche de animales tratados por mastitis o por cualquier otra enfermedad cuyos residuos medicamentosos se eliminen por leche.

FACTORES FISIOLÓGICOS QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA LECHE

● Factores genéticos

Las ovejas seleccionadas para leche producen más leche que las carniceras y laneras, tal es el caso de la Awassi que produce hasta 750 litros de leche en una lactación a diferencia de la Poll Dorset, una raza de carne, que produce solo 150 litros. Como razas lecheras de alta producción se citan la Awasi (Israel), la Frisona o East Friesian (Alemania), la Lacaune (Francia) y la Sarda (Italia). A pesar de ello, llama la atención en algunas regiones el mantenimiento de una gran variedad de razas locales, no siempre lecheras, pero que están asociadas a productos (sean quesos o cordero) amparados bajo marcas de calidad que protegen razas o sistemas y/o zonas geográficas de producción. En nuestro país, las razas lecheras son la frisona, la Pampinta y la Manchega, y las cruza obtenidas a partir de estas.

En general, existe una relación negativa entre el volumen y la composición de la leche. A mayor volumen, menor concentración de proteína y grasa. Existen variaciones no sólo cuando se comparan razas más productivas con otras menos productivas, sino que también hay diferencias dentro de una majada, y fluctuaciones en un mismo animal a lo largo de la lactación. Holmes y Wilson (1984) lo atribuyen a que el volumen de leche está determinado por la secreción de lactosa, y en animales altamente productivos la síntesis de grasa y proteína no se mantenido constante como en la lactosa.

Autores australianos, trabajando con distintas razas y o cruzamientos no hallaron diferencias en la composición y en la producción láctea, y las variaciones que obtuvieron estuvieron relacionadas con la alimentación. Observaciones realizadas en la EEA Anguil, nos muestran que las ovejas varían considerablemente el volumen de leche producida cuando son introducidos en una pastura de alfalfa.

El genotipo de la oveja puede afectar también las propiedades queseras de la leche, por las variantes para las fracciones de caseína genéticamente determinadas. Esto ha sido estudiado en Europa para vacas lecheras y en ovejas, viéndose que las variaciones en la alfa 1 caseína producen una reducción del contenido de caseína y una alteración en el proceso de elaboración.



- **Edad y parición**

Las ovejas jóvenes producen menos leche que las viejas y la máxima producción se da entre la tercera y cuarta lactación, luego de la cual la producción va decreciendo. La producción de un ordeño diario en animales de la raza Pampinta después de 8 meses de lactancia fue de 188,9 litros para borregas, 228,6 litros para ovejas de 2 años, 253,4 litros para las de 3-4 años y 213,8 litros para ovejas de más de 5 años de edad. Según trabajos con ovejas lecheras europeas, con el aumento en el número de la lactaciones aumenta el contenido de grasa y proteína y las células somáticas, y bajan las concentraciones de lactosa. Bencini (2001) trabajando con Merino encontró más grasa láctea en ovejas viejas que en animales jóvenes, pero sin diferencias en la producción total de leche.

- **Momento de la lactación**

Tiene influencia directa sobre cantidad y composición de la leche producida. La lactación comienza en el parto y la producción aumenta en forma considerable en las primeras semanas. El ovino a diferencia del bovino tiene una serie de particularidades, por un lado la producción es estacionaria, como consecuencia del anestro reproductivo, todas entran al tambo en forma simultánea después de un parto, por ende la composición de sus leches es similar. El pico de producción se produce entre la tercera y quinta semana, para después descender, dependiendo de la raza y del potencial productivo individual. A medida que disminuye la producción, todos los componentes excepto la lactosa, que disminuye, aumentan su concentración (grasa, proteínas, minerales y sólidos totales). El momento de la lactación tiene influencia indirecta sobre el proceso de elaboración, los que se va notando en las características de masa, su consistencia, dureza, etc.

- **Peso corporal de las ovejas**

Pulina y col. (1994) encontraron correlaciones fenotípicas positivas entre el peso corporal de la oveja Sarda y la concentración de grasa y proteína de sus leches en las primeras 10 semanas de lactación.

- **Numero de corderos nacidos o destetados**

Es bien sabido que una oveja con mellizos produce más leche que la de un cordero, y que una con trillizos produce más que una con dos corderos. Ensayos realizados en la EEA Anguil mostraron en ovejas con mellizos un 46 % de leche más que las que criaban un solo cordero (Real Ortellado, 1999). Durante el periodo de amantamiento la mayor producción de leche está dada por el instinto materno, y por las frecuencias de las mamadas diarias.

Existen numerosos trabajos y contradictorios respecto a como afecta el numero de corderos criados sobre la calidad de leche. El método de destete afecta la composición de la leche como así también la capacidad de retener la grasa lácteas si no es seguido por la succión de los corderos durante el periodo de ordeño.

Destetes tempranos de los corderos pueden afectar la calidad quesera de leche mientras la composición no se ve afectada, esto probablemente se debería al hecho de que la oxytocina y la prolactina que normalmente previene la involución mamaria disminuye por que los corderos son destetados tempranamente, lo cual resulta en un aumento del plasminógeno, involucrando la síntesis de caseína con acción directa sobre la consistencia final del coagulo.

FACTORES DE MANEJO QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA LECHE

Como hemos visto en la figura 1, el encargado del tambo puede manejar factores que afectan directamente la calidad de la leche de oveja, a saber:

● El ordeño

Si bien en nuestro país el ordeño es totalmente mecánico, en otros las ovejas son ordeñadas a mano, pudiendo un operario ordeñar de 20 a 60 animales, dependiendo de la raza. En general, la calidad de leche obtenida es muy pobre, debido a una higiene deficiente, observándose altos recuentos de células somáticas y bacterianas. En cuanto a la composición de la leche, algunos autores no hallaron diferencias entre la concentración de proteínas y grasa en la leche, según fueran ordeñadas a máquina o a mano.

● Intervalos entre ordeños y frecuencia de ordeño

Investigaciones realizadas por Wilde y colab (1990) permitieron establecer un mecanismo local de las células glandulares en el que el nivel de secreción de leche es controlado por un factor de inhibición de la lactación (FIL), que sería una fracción de las proteínas del suero presente en la leche. Por consiguiente, los intervalos entre ordeños, la frecuencia de ordeño, como así también las técnicas de repaso que aseguren un ordeño completo sin leche residual, sea a mano o a máquina, incrementarían la producción diaria y total de leche por remoción del efecto inhibidor de la leche acumulada en el tejido alveolar de la glándula mamaria.

La supresión de un día de ordeño en la semana en ovejas Sarda redujo en un 24 % el volumen, recuperándolo a los tres días de la supresión al igual que en la Pampinta (Suárez y Busetti, 1999). La anulación del ordeño del domingo redujo del 12,5 al 25,6 % según la raza, bajo un régimen de doble ordeño diario. Al pasar de dos ordeños diarios a uno en ovejas Pampinta, la reducción fue del 16 % (Real Ortellado, 1999)

● Método de repaso

El repaso puede ser a máquina o manual, y consiste en efectuar una segunda puesta de pezoneras u ordeño a mano después de un tiempo de reposo, luego de retiradas las pezoneras, con el fin de obtener la leche retenida. Actualmente se tiende a obviar este paso ya que se incrementan los tiempos de ordeño.

Hay ovejas que emiten la leche en una sola fase y otras, las más productoras, en dos. En el primer pico de emisión, la leche que fluye es la proveniente de la cisterna, mientras que en el segundo

proviene de los alvéolos, siendo esta última cualitativamente más rica en grasa. En algunas razas muy productoras como la Awasi, Assaf o Pampinta, al tener una gran capacidad de cisterna, la emisión de leche alveolar llega a la cisterna antes de que se llegue a vaciar completamente, superponiendo ambos picos.

De acuerdo a la raza y dependiendo del momento de la lactación, suprimir esta rutina provoca pérdidas del 9 al 28% de leche en ovejas que presentan un pico de emisión de leche, y del 3 al 9 % en las de dos picos. En cuanto a la composición, se ha observado una reducción del 6 y 4 % en contenido de grasa y proteína respectivamente.

PRÁCTICAS DE MANEJO

Algunas prácticas como la esquila, la época de servicio y el uso de hormonas pueden afectar la cantidad y calidad de leche producida.

● Esquila

La esquila, antes o inmediatamente después de parir, favorecería la producción de leche, incrementando la concentración de proteína y grasa en ovejas lecheras de la raza Polled Dorset. En general la esquila favorece la ingesta alimenticia, en particular en climas cálidos, reduciendo el estrés por calor, que afecta la ingesta de alimento y la producción de leche.

● Época de servicio

En la mayoría de los países del Mediterráneo, el ordeño de la oveja es estacional y las queserías permanecen cerradas durante el verano, en cambio en nuestro país la mayoría comienza el ordeño al finalizar el invierno, algunos ordeñan 180 días y otros llegan a los 270 días, y las ovejas se van secando cuando bajan su producción por debajo de los 500 ml. Algunos sostienen que la calidad quesera de la leche de verano no es muy buena, y esto lo asocian a la calidad de las pasturas, lo cual se corrige con dietas balanceadas. En nuestro país es posible ordeñar ovejas todo el año, a través del servicio contra estación mediante el uso de hormonas y la estimulación de los carneros que se encuentran fuera de la temporada reproductiva. En observaciones realizadas en Inta Anguil no se hallaron diferencias en la calidad de la leche de verano, pero sí en el volumen producido, sobre todo en los meses de diciembre y enero, durante los cuales la oveja pasa mucho tiempo a la sombra, debido a las altas temperaturas.

● Nutrición

Afecta directamente la calidad y cantidad de la leche producida como así también la calidad y

cantidad de queso. Es sabido que el último tercio de la gestación y de la lactancia son momentos de máximos requerimientos en la oveja. Al comienzo de la lactación el animal se ve obligado a recurrir a sus reservas corporales, a pesar del aumento de capacidad de ingestión después del parto, que llega al máximo a las 5 ó 6 semanas. Como se ha visto, la composición de la leche varía a lo largo de la lactancia con un aumento del contenido graso y proteico a medida que el volumen de leche producido disminuye. Como consecuencia, los requerimientos por litro de leche aumentan hacia fines de la lactancia.

Dietas no balanceadas pueden causar fermenta-

ciones indeseables en el rumen, con eliminación de heces que produzcan contaminaciones exógenas de la leche. Se cita también la deficiencia de selenio como causante de la pérdida de la propiedad antioxidante del tejido mamario causando un incremento de las células somáticas. El uso de silaje puede incrementar el número de bacterias esporuladas especialmente del género *Clostridium*, lo cual afectaría también al queso. Debe tenerse en cuenta que una mala alimentación hará que las producciones no estén de acuerdo con las expectativas derivadas de la naturaleza genética de nuestros animales. ■

Bibliografía

Bencini R. (2001). *Factors affecting the quality of ewe's milk* IN *Proceedings of the 7th great Lakes Dairy Sheep Symposium*. Wisconsin.

Holmes, C.W., Wilson, G.F. (1984). *Milk production from pasture*. Butterworths of New Zealand.

Pulina, G., Serra, A., Macciotta, N.P.P., Nudda, A. (1993). *La produzione continua di latte nella specie ovina in ambiente mediterraneo (Continuous milk production from sheep in a mediterranean environment)*. *Proceedings of the 10th National ASPA (Associazione Scientifica Produzione Animale) Congress* 353-6.

Real Ortellado, M.R. 1999. *Caracterización productiva de la raza ovina Pampinta en la Región Semiárida Pampeana*. PhD tesis. Universidad de Córdoba. España.

Santini, Z., Freyre, M., Meinardi, C., Alsina, D., Althaus, R., González, C. (2005) *Ciencia y Técnica*. UNL.

Suárez, V.H., Buseti, M.R. (1999). *Lechería ovina y aptitud lechera de la raza Pampinta*. *Boletín de divulgación técnica* N° 63. 62p.

Wilde, C.J., Peaker, M. (1990). *Autocrine control of milk secretion*. *Journal of Agricultural Science (Cambridge)* 114, 235-8.



Situación Actual de Enfermedades Transfronterizas del Ganado Lechero en Argentina y Países Limítrofes

Las enfermedades son causadas por diferentes agentes que en su mayoría no permanecen confinados a zonas geográficas específicas, sino que se desplazan a través de las fronteras nacionales e internacionales, causando grandes perjuicios económicos y afectando el comercio internacional de animales lecheros y productos lácteos.

● **Ms. Vs. Dr. Héctor Tarabla y Alejandro Abdala,**
INTA Rafaela

- La Argentina y sus países limítrofes tienen raíces comunes que superan lo meramente geográfico. Comparten una larga experiencia en el surgimiento, resolución y prevención de conflictos derivados tanto de la existencia de enfermedades endémicas, como de la aparición de brotes de enfermedades emergentes o reemergentes. En los últimos años, la relación comercial estuvo marcada por la aparición del MERCOSUR, basado en el Tratado de Asunción y firmado inicialmente por Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay en 1991. Los otros dos países, Chile y Bolivia, son actualmente miembros asociados. Esta región involucra una población de más de 290 millones de cabezas de ganado bovino.

La globalización económica y la puesta en marcha de nuevos acuerdos comerciales aumentaron la velocidad y el volumen de los intercambios, incrementando las oportunidades de introducción de enfermedades. Los bovinos pueden ser afectados por una variedad de patologías que causan importantes pérdidas económicas derivadas de:

- las muertes que disminuyen el número de animales, afectando la estructura poblacional;
- la reducción en el crecimiento y la fertilidad de los animales;
- la disminución en la cantidad y la calidad del producto;
- la reducción en la seguridad alimentaria;

- el costo de los programas de control y erradicación;
- las zoonosis y su impacto en la salud pública;
- las limitantes para el comercio interno e internacional.

La comercialización internacional de ganado en pie comprende el movimiento de miles de cabezas al año, y recientes convenios bilaterales acordaron la exportación de genética lechera en sus tres formas (ganado en pie, semen y embriones). Estos esfuerzos conllevan la participación de productores, entes oficiales, y profesionales privados en trabajos de selección, análisis de laboratorio, cuarentenas y otras tareas inherentes. En este contexto, adquieren importancia fundamental las enfermedades transfronterizas, es decir, aquellas que tienen importancia económica, comercial o esencial para la seguridad alimentaria de un grupo de países y que pueden ser fácilmente difundidas a otros y alcanzar proporciones epidémicas, requiriendo para su control y erradicación de la cooperación entre países. La difusión puede producirse por animales productores de alimentos, germoplasma, fauna silvestre, seres humanos, o vectores infectados por productos animales, biológicos, restos alimenticios o vehículos contaminados, o por fallas en la seguridad en laboratorios. En este artículo se describe el *status* actual (marzo de 2007) de enfermedades notificables que afectan o pueden afectar a los bovinos lecheros de la Argentina y sus países vecinos.

Hasta el 2004, las enfermedades estaban divididas por la Organización Mundial de Sanidad Animal (Office International des Epizooties -OIE-) en dos Listas, A y B. Sin embargo, a partir del 1 de enero de 2005 se elaboró una lista única de enfermedades de declaración obligatoria para animales terrestres, que sustituyó las mencionadas listas. Los criterios básicos para incluir una enfermedad entre las notificables fueron su potencial de propagación internacional, su poder de difusión en poblaciones que no hayan esta-



do nunca en contacto con el agente y su potencial zoonótico.

Entre las enfermedades del ganado bovino ausentes en la región se encuentran la cowdriosis, la dermatosis nodular contagiosa, la encefalopatía espongiiforme bovina, la fiebre del Valle de Rift, la miasis por *Chrysomya bezziana*, la perineumonía contagiosa, la teileriosis, la tripanosomiasis transmitida por tse-tse, y la peste bovina. Algunas enfermedades, como la lengua azul, nunca fueron diagnosticadas en su forma clínica en la Argentina, aunque se han detectado evidencias de laboratorio de la presencia del agente en ganado de carne localizado en áreas limítrofes con Brasil. En este país, el último caso clínico fue detectado en 2002. Otras, como la leucosis enzoótica, son endémicas en algunas cuencas lecheras, afectando básicamente la comercialización de ganado en pie, con un impacto considerable en las cabañas de reproductores. Por otra parte, dos zoonosis de gran importancia, como la brucelosis y la tuberculosis están siendo sometidas a planes de control que se encuentran en un grado de desarrollo dispar.

En el 2004, la FAO y la OIE, iniciaron un programa global para el control progresivo de las enfermedades transfronterizas de los animales, intentando asociar los esfuerzos de cada país a través de la complementación de las actividades zoonositarias regionales. En el continente americano, las enfermedades de los bovinos priorizadas por la FAO son la fiebre aftosa, la rabia, la encefalopatía espongiiforme bovina y el gusano barrenador.

Los últimos focos de fiebre aftosa en la región fueron confirmados en Bolivia (enero, 2007), Argentina (febrero, 2006) y Brasil (octubre, 2005). El área del territorio argentino que se extiende al sur del paralelo 42° y todo Chile son libres sin vacunación. Por su parte, la zona libre donde se practica la vacunación sistemática comprende Paraguay, Uruguay, Argentina



al norte del paralelo 42° (con la excepción temporal de una franja sometida a vigilancia intensiva en la frontera con Brasil, Paraguay y Bolivia), la zona de Chiquitania y la parte occidental de Oruro en Bolivia, y los Estados de Rio Grande do Sul, Santa Catarina Rondonia, Acre y dos municipios adyacentes en el Estado de Amazonia. La rabia es endémica en amplias regiones tropicales y subtropicales, y no ha sido detectada en Uruguay desde 1968. En la Argentina, se encuentra alejada de las principales cuencas lecheras, dado que su distribución geográfica está relacionada con el hábitat de su transmisor, el *Desmodus rotundus*. La Argentina y sus países limítrofes no han presentado casos autóctonos de encefalopatía espongiiforme bovina, señalándose solo uno en animales importados en las Islas Malvinas en 1989.

La Argentina y Uruguay son reconocidos por la OIE como "libres", mientras que Chile y Paraguay lo son como "provisionalmente libres". Por último, las miasis por *Chrysomya bezziana* son exóticas en la región, mientras que las producidas por *Cochliomyia hominivorax* adquieren en algunas regiones características endémicas. En estos casos, la cooperación entre los países de la región es imprescindible. Sólo trabajando en forma sincera, coordinada y solidaria se podrá erradicar y prevenir la reintroducción muchas de estas patologías, e impedir el ingreso de aquellas exóticas en la región. ■

Bibliografía

- FAO. 1996. Prevention and control of transboundary animal diseases. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Animal Production and Health paper 133, Rome.
- FAO. 1998-2003. EMPRES (Emergency Prevention System) en las Américas. Oficina Regional para América Latina y el Caribe.
- FAO. 2007. FAOSTAT. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Statistics Division. <http://faostat/fao/org/>
- OIE-FAO. 2004. The global framework for the progressive control of transboundary animal diseases, GF-TADs. Office International des Epizooties-Food and Agricultural Organization of the United Nations, Paris-Rome, 38 pp.
- OIE. 2007. World Animal Health Information Database (WAHID) interfase. <http://www.oie.int/wahid-prod/public.php?page=home>
- Tarabla, H.D. 2005. Transboundary diseases in the MERCOSUR In: The importance of natural resources in Crisis & Conflicts. Causes, Consequences & Perspectives, Humbolt Univ., Berlin, Germany.
- Spath, E.J.A. 2000. La situación sanitaria de la Argentina en el contexto americano y mundial. Enfermedades de importancia para el comercio de animales y productos pecuarios. Rev. Med. Vet (Buenos Aires) 81: 179-183.

Las Enfermedades de Base Metabólico-Nutricional en Las Vacas Lecheras en Transición

Las "enfermedades de la producción" incluyen los clásicos desórdenes resultantes de desbalances nutricionales o de regulación hormonal. Esta situación llevó al INTA a trabajar en el desarrollo de métodos de diagnóstico de rodeo, para la posterior implementación de protocolos estandarizados de prevención y tratamientos, de acuerdo con los factores de riesgo de mayor trascendencia. Actualmente existen tecnologías de insumos y, sobre todo, de procesos, efectivas para reducir significativamente la prevalencia de la mayoría de estas afecciones.

- **Carlos N. Corbellini y Francisco Busso Vanrrel**
Proyecto Regional Lechero, INTA Pergamino
- **Juan Grigera,**
Asesor Privado, Consultor de ELANCO Animal Health Argentina

- **Gonzalo Tuñón**
Asesor Privado, Consultor AACREA

- **Las enfermedades de la producción en el período de transición.**

El ciclo productivo de una vaca lechera puede ser dividido en:

- Un primer período de vaca seca (3 a 5 semanas)
- Período preparatorio del parto (últimas 3 semanas de gestación)
- Lactancia temprana (primeros 30 a 60 días en leche o DEL)
- Lactancia media (60 a 150- 200 DEL)
- Final de lactancia (> 200 DEL)

Cada uno de estos estadios fisiológicos se caracteriza por distintos cuadros hormonales, distintos niveles inmunológicos, diferentes capacidades de consumo voluntario, diferentes requerimientos nutricionales y distinta capacidad de repartición de los nutrientes ingeridos, con destinos priorizados cambiantes.

La intensificación en la producción de leche (tanto individual como por ha, por aumento de la carga), ha generado, en todos los sistemas de producción, un aumento relativo de este tipo de afecciones, mientras que buenos planes de inmunización y desparasaciones estratégicas, han conseguido reducir la inci-

dencia de ese otro tipo de patologías. La información acumulada en otros países, establece que el 70-80% de la prevalencia de estas patologías (sobre todo las de base metabólico-nutricional pero también en las que interviene negativamente un estado transitorio de inmunosupresión, como puede ser el caso de mastitis, endometritis y patología podal) ocurren (o tienen su raíz) en el llamado "período de transición", que clásicamente se define como el intervalo entre los 30-40 días preparto a los 35-45 DEL. Para un número creciente de vacas, sino se ajustan en sintonía fina las deficiencias o desbalances nutricionales y no se controla el manejo y se minimizan los impactos ambientales, esta "transición" se puede transformar en una experiencia desastrosa, que compromete la producción de leche de toda la lactancia y la eficiencia reproductiva.

Bajo el término global de "enfermedades de la producción", se incluyen actualmente los clásicos desórdenes resultantes de desbalances nutricionales o de regulación hormonal, como la hipocalcemia puerperal, la tetania hipomagnésica, la cetosis/hígado graso y las enfermedades de los estómagos (acidosis ruminal, impactación ruminal, desplazamiento del abomaso), y a todo un conjunto de afecciones clínicas y, sobre todo, subclínicas. Las de mayor impacto



económico serían la hipocalcemia o hipomagnesemia subclínicas, partos distócicos, retención de placenta, metritis, edema de ubre, enfermedad ovárica quística, enfermedades podales (sobre todo laminitis originalmente asépticas), mastitis clínicas y distintas manifestaciones de fallas reproductivas (anestro, mortalidad embrionaria, vacas repetidoras de servicios, etc.).

La información internacional sugiere que existen fuertes correlaciones entre algunas de ellas, con factores nutricionales o de manejo de riesgo, en general factibles de identificar y comunes, que se pueden agrupar en grandes ejes conductores. Estos son:

- El aporte energético-proteico pre y posparto
- El aporte de macro y microminerales en el período de transición, incluyendo la llamada - "Diferencia catiónica-aniónica" (DCA) de la dieta preparto.
- El funcionamiento ruminal y el aporte de "fiebre efectiva"
- El estado inmunológico de glándula mamaria y útero.
- Las condiciones medio-ambientales y de infraestructura para mantener un ambiente poco estresante sobre las vacas en transición.

Algunas de esas interrelaciones han sido estudiadas en otros sistemas de producción, en general estabulados. Las relaciones generales encontradas se resumen en la figura 1. Por ejemplo, por estadísticas epidemiológicas, se ha podido concluir que una vaca que sufrió un cuadro de hipocalcemia subclínica al parto tiene 7.2 veces mas de posibilidades de sufrir

de distocia, 5.7 veces más de posibilidades de quedar con retención de placenta y 5.4 veces mas de posibilidades de manifestar casos clínicos de mastitis, durante las primeras semanas de DEL. Del mismo modo, una vaca que experimentó un cuadro de cetosis subclínica al inicio de la lactancia, tiene 6.5 más posibilidades de presentar mortalidad embrionaria, 11 veces mas de posibilidades de sufrir de enfermedad ovárica quística y 54 veces más de convertirse en vaca repedidora de servicios.

En otros países está bien caracterizada la prevalencia de estas enfermedades, así como su impacto económico sobre las empresas, pero los diferentes costos relativos que diferencian a los sistemas de producción de leche de cada país, limitan las posibilidades de extrapolar esas estadísticas a nuestros sistemas. No obstante, hay dos conceptos rescatables de la información internacional:

La metodología de diagnóstico debe ser sistémica, intentando asociar a todos los factores de riesgo e intentando cuantificar su impacto relativo.

Más allá de los valores promedio de incidencia/prevalencia para cada una de estas enfermedades, resulta interesante destacar el amplio rango de variación entre empresas, aún con el mismo biotipo lechero y niveles similares de producción individual. Esto estaría demostrando que existen tecnologías apropiadas para reducir significativamente la prevalencia de estas enfermedades, con una relación costo/beneficio que sea conveniente.

● *Figura 1.*



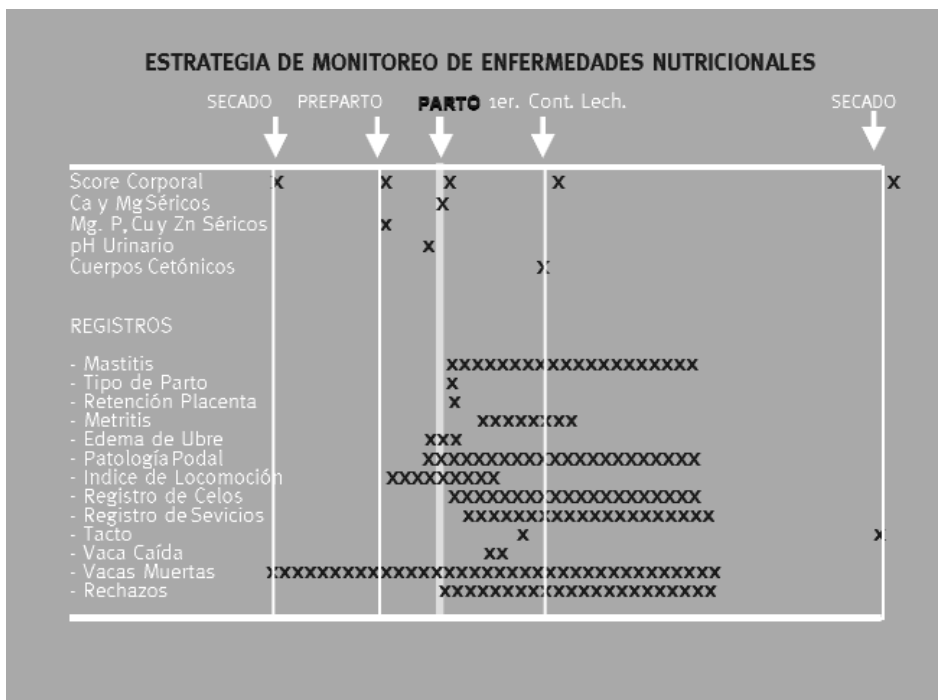
Estudios del INTA

En nuestras distintas cuencas lecheras no existe una casuística sistematizada y persistente en el tiempo, que describa la prevalencia/incidencia de estas afecciones, como tampoco contábamos con información que permitiera estimar las pérdidas económicas que ocasionan. Sin embargo, desde la década del 80, distintos trabajos de relevamiento y casuística diagnóstica de organismos públicos y privados, fueron permitiendo la cuantificación de algunas y su asociación con factores nutricionales de riesgo. Así, parece que la hipocalcemia clínica y subclínica, la hipomagnesemia, el meteorismo espumoso (empaste), la cetosis subclínica, las fallas reproductivas por balance energético posparto muy negativo (pérdida de condición corporal superior a 1.0 puntos (en escala de 1,flaca; 5, gorda) en los primeros 45-60 DEL o por ingestión excesiva de proteína de alta degradabilidad ruminal, la acidosis ruminal subaguda, los partos “lánguidos” o distócicos, la retención de placenta y endometritis posparto o preservicio, las enfermedades ováricas quísticas, el complejo de las enfermedades podales, las deficiencias subclínicas de P, Cu, Se y Cn o de otros “nutrientes antioxidantes” (como la deficiencia de vitaminas A o E), son las que parecen mas asociadas a algunas de las enfermedades de las vacas en transición. Pero el enfoque de diagnóstico unitario (causa/efecto lineal directo), no ha permitido una caracterización holística del “síndrome de la vaca en transición” y, en muchos casos, no permite una priorización de los protocolos a aplicar. Para “armar” esta nueva estrategia de diagnóstico, el sistema de registros y de análisis de laboratorio deben

insertarse en el esquema de gestión general de cada empresa lechera y, por lo tanto, para su implementación, el primer paso debería ser: analizar la estructura de la empresa en particular, los roles y responsabilidades de los actores y como funciona el flujo de información entre ellos.

Esto ha llevado al INTA, desde el 2003, a trabajar en el desarrollo de métodos de diagnóstico de rodeo, para la posterior implementación de protocolos estandarizados de prevención y tratamientos, de acuerdo con los factores de riesgo de mayor trascendencia. En la bibliografía se mencionan diferentes vías, algunas con el uso sistemático de técnicas de laboratorio para el estudio de diversos parámetros bioquímicos en sangre (N.E.F.A., C. Cetónicos, Ca, Mg, P, Cu, Cn, Se, Urea, entre otros) o leche (b-OH-butirato, urea, relación Grasa Butirosa/Proteína Verdadera, etc.), líquido ruminal (pH), así como parámetros semicuantitativos de respuesta animal (Score de Locomoción para identificación temprana de patología podal, características de la materia fecal, medición de la condición corporal). La aplicabilidad de estos sistemas en nuestras empresas es al menos discutible, debido a los costos operativos y la dependencia, en muchos casos, de reactivos importados. La idea - que se desarrolla actualmente mediante el Convenio de Asistencia Técnica Institucional con AACREA y ELANCO Animal Health Argentina, en el marco del Proyecto Especifico sobre Sanidad de los Rodeos Lecheros del Programa Nacional Cadena Leche Rumiantes- fue desarrollar un programa que permita caracterizar la prevalencia/incidencia de las enfermedades del periparto en

● *Figura 2.*



vacas lecheras y su impacto económico sobre las empresas, con los siguientes objetivos generales:

Organización de un sistema de registros de las enfermedades del periparto, que, con buena definición de los eventos, sea simple, económico y de aplicación permanente, para que las empresas y sus asesores lo adopten como propio. Los registros y parámetros que se están midiendo y el momento de su medición se resumen en Figura 2.

A partir de estos registros, organizar un banco de datos que permita conocer la prevalencia por regiones e impacto económico, en cuanto a disminución en la producción de leche, muertes, costo de tratamientos, horas/hombre dedicados al diagnóstico y tratamientos, etc.

Por estudios con estadísticas epidemiológicas de interrelaciones, caracterizar mejor los factores de riesgo más relevantes y desarrollar metodologías de control, conociendo la relación costo/beneficio.

El sistema contempla, como un pivote central, la capacitación de asesores, dueños, encargados y operarios, en especial sobre los principios organizacionales de sistemas de medicina preventiva.

Resultados de prevalencia y pérdidas económicas.

Con esos objetivos y esa metodología, en una primera etapa (2004-2006) el denominado "Programa CLAVES", desarrollado por INTA-ELANCO sobre 17 empresas y 31 tambos de la provincia de Buenos Aires, sur de Santa Fe y sur de Córdoba, permitió el

seguimiento de 7600 vacas y 4500 vaquillonas. A partir de fines del 2006, con la participación de AACREA, el número de tambos llegó a más de 45, con más de 23.000 animales en seguimiento, extendiéndose a otras cuencas lecheras (Central Santafequina, Entre Ríos y Villa María-San Francisco, en Córdoba).

Los resultados preliminares de prevalencia/incidencia hasta febrero de 2007 se presentan en Figura 3 y los resultados promedios de evolución de la condición corporal en la figura 4.

Con el objetivo de caracterizar el balance energético de los animales en diferentes estados fisiológicos, se ha implementado el seguimiento de la condición corporal (CC), en una escala de 1 a 5 (1=flaca; 5=gorda) evaluando a todos los animales en cuatro momentos: secado, ingreso al parto, parto y pico de producción (40-45 días DEL). La evolución media de la CC en la población hasta ahora monitoreada se muestra en la figura 4. El promedio de CC registrado al secado fue de 3.11. Generalmente, se recomienda lograr al secado la CC objetivo al parto ó 0.25 puntos menores. Esta recomendación se basa en que en la lactancia tardía, los animales utilizan la energía aportada por los alimentos para recuperar reservas corporales con una eficiencia del 60%, mientras que la eficiencia lograda durante el período de seca no supera el 47%. Sin embargo, en aquellas situaciones en las que, al secado, no se alcanzan los 3.5 puntos recomendados, siempre es conveniente intentar recuperar la CC durante los primeros 20-30 días de seca. Intentar recuperar más de 0.5 puntos de CC durante los últimos 30-40 días de gestación puede condi-

● Figura 3.

INCIDENCIA DE EVENTOS DEL PERIPARTO (Primeros 90 días DEL)		
EVENTO	VACAS (n = 10227)	VAQUILLONAS (n = 5535)
Parto Asistido (% animales)	12.9	26.7
Ret. Placenta (% animales)	2.6	4.0
Caídas (% animales)	5.6	1.35
Endometritis Postparto (% animales)	5.3	6.4
Enfermedad Podal (Casos/100 animales)	10.2	10.7
Mastitis Clínicas (Casos/100 animales)	25.6	13.7
Cetosis Subclínica (% animales)	3.5	2.5
Muertas (% animales)	5.6	2.97

cionar mayores problemas al parto y mayor incidencia posparto de enfermedades de base metabólico-nutricional.

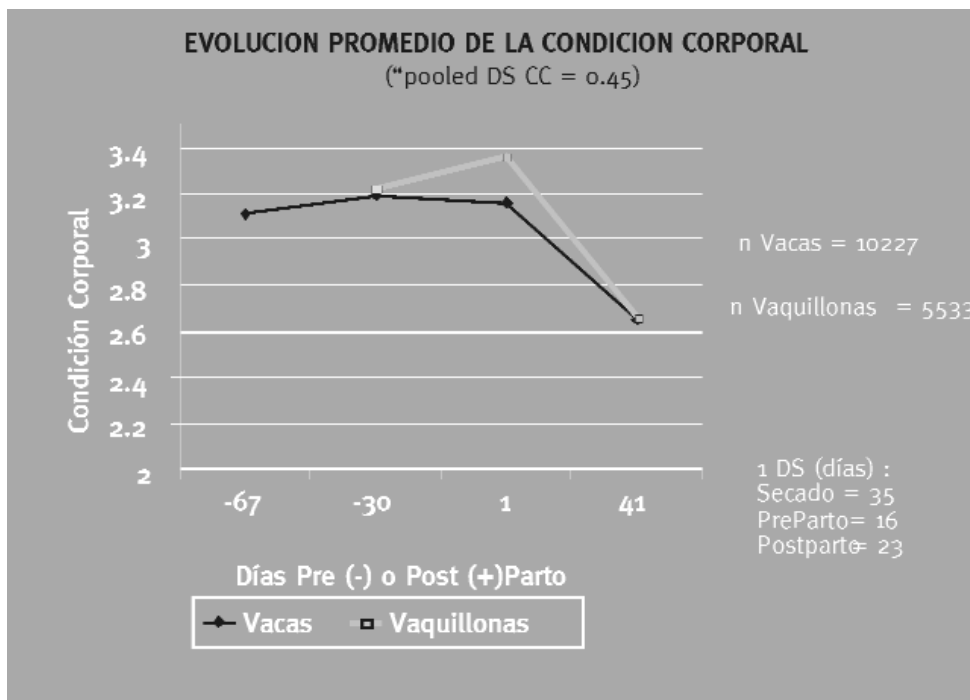
Como se observa en la figura 4, la recuperación de la CC durante la primera etapa del secado es insuficiente en vacas y, desde su entrada al parto, hay una tendencia en vaquillonas de 1ª parición a incrementar su CC en 0.25 puntos. Las pérdidas de CC observadas durante el inicio de la lactancia fueron, en promedio, de 0.5 puntos en vacas y de 0.7 puntos en vaquillonas, las que pueden considerarse moderadas y razonables en función de los niveles de producción (litros acumulados de leche/animal, $X \pm 1 DS$) observados durante los primeros 90 DEL, que fueron de 2611 ± 665 l en vacas (29.0 l/vaca/día) y de 2393 ± 446 l en vaquillonas (26.6 l/vaquillona/día). Estas pérdidas moderadas de CC parecen indicar que los animales lograron durante el primer mes de lactancia un consumo adecuado de una dieta balanceada. Sin embargo, debido a que la CC al parto resultó inferior a 3.5, los animales llegaron al pico de producción con una CC cercana al límite inferior del rango considerado óptimo (2.75-3.00). Un análisis estadístico preliminar, sobre una subpoblación de aproximadamente 4000 animales (50% vacas adultas y 50% vaquillonas), parece indicar que la CC corporal al parto influencia la producción de leche en los primeros 90 DEL, independientemente de la evolución posterior de la CC, posiblemente debido a la mayor incidencia de enfermedades del periparto en las vacas que paren mas gordas. En cuanto a producción de leche temprana, la CC óptima al parto sería de 3.25 a 3.5 en vacas y de 3.75 en vaquillonas.

Sobre la población en estudio, de la cual se tienen datos completos desde el secado hasta el día 90 de lactancia (10227 vacas, 5533 vaquillonas), se ha logrado caracterizar la prevalencia de los diferentes eventos que se presentan asociados a ese período, los que se presentan en la figura 3.

Los tipos de parto se registraron como normal (Parto 1), con algún tipo de asistencia (Parto 2) o aquellos que requirieron de una operación cesárea. La prevalencia de partos asistidos o distócicos (2 + 3) fue del 12.9% en vacas y del 26.7% en vaquillonas, valores realmente muy altos cuando se comparan con cifras de la bibliografía internacional, aunque con grandes variaciones entre empresas, por lo que su interpretación parece estar condicionada al manejo de cada empresa en particular, ya que muchas veces se detectan asistencias menores, por lo general innecesarias. En cuanto a las retenciones de placenta, se registraron en el 2.6% de las vacas y en el 4.0% en vaquillonas, probablemente debido a la mayor proporción de asistencias al parto en esta última categoría, lo que también parece reflejarse en la mayor prevalencia de endometritis posparto en vaquillonas. En ambos casos, la prevalencia de estas afecciones resulta ser significativamente menor que la informada en sistemas estabulados, donde el 8-9% de los animales presenta retenciones placentarias y el 10-15% sintomatología clínica de endometritis posparto.

La prevalencia de hipocalcemia clínica al parto fue del 5.6% en vacas y del 1.35% en vaquillonas, resultados que coinciden con los de otros relevamientos efectuados por el INTA desde 1993 en adelante, pero

● Figura 2.



en un contexto de incremento manifiesto en los niveles de producción de leche individual y dentro de los rangos informados en otros países.

La prevalencia de mastitis clínicas fue de 25.6 casos/100 animales/90 DEL para vacas y de 13.7 casos/100 animales/90 DEL en vaquillonas, resultados muy altos si se comparan con relevamientos similares de otros países y en ascenso, si se los compara con los 19.9 y 4.9 casos en vacas y vaquillonas relevados por el INTA entre 2000 y 2003. Es especialmente preocupante el incremento de los casos de mastitis clínicas en vaquillonas, y que más del 60% de los casos que ocurren en los primeros 45 DEL, se deban a patógenos ambientales.

En relación con relevamientos anteriores, las prevalencias de enfermedad podal en los primeros 90 DEL siguen siendo altas (iguales o mayores a lo informado en sistemas estabulados en otros países) y con tendencia a incrementarse en vaquillonas, así como a manifestarse mas temprano luego del parto. Incluso, ajustando ahora el diagnóstico de patología podal en el preparto (a través del Índice de Locomoción), se detectó que un 8.5% de los casos en vacas y un 4.9% de los casos en vaquillonas, ocurren antes del parto.

La prevalencia de cetosis subclínica diagnosticada por valores de b-OH-Butirato en leche superior a 1.5 mg/100 ml a los 40-45 DEL, fue del 3.5% en vacas y del 2.5% en vaquillonas, significativamente menor a la informada en otros países, en sistemas estabulados y con niveles mas altos de producción individual y en descenso con respecto a valores relevados por el INTA, entre 1995 y 1997, y por INTA-ELANCO, entre 2004-2005. La baja prevalencia de cetosis subclínica coincide con la moderada caída de la CC detectada en promedio al inicio de la lactancia y los niveles de producción observados. De acuerdo con los datos de la bibliografía internacional, estos valores de cuerpos cetónicos en leche no deberían reflejar un factor nutricional de riesgo que condicione la futura eficiencia reproductiva de los rodeos. Sin embargo, mas allá del valor medio poblacional, el rango de prevalencia entre tambos es muy amplio (2% a 24%). Sistemáticamente, los rodeos con mayores niveles de prevalencia de cetosis sub-

clínica se caracterizan por presentar CC medios al parto superiores a 3.5 y pérdidas en CC superiores a 1 punto en los primeros 45 DEL.

Un dato preocupante es el porcentaje de animales muertos en los primeros 90 DEL, que resultó del 5.6% en vacas y del 2.97% en vaquillonas. Más del 50% ocurre en las primeras 2 semanas de lactancia. Esto hecho se agrava por la falta de un diagnóstico certero de causa de muerte en el 59.4% de las vacas muertas y en el 51.8 % de las vaquillonas muertas. Estos datos demuestran la necesidad de ajustar el nivel de diagnóstico con el objetivo de no sólo de poder caracterizar el impacto económico de estas enfermedades sino que resulta fundamental para organizar nuevas estrategias de prevención de aquellas enfermedades que puedan constituirse en el futuro como nuevos condicionamientos o barreras sanitarias para la exportación de productos lácteos.

La metodología generalmente utilizada para cuantificar las pérdidas debidas a las enfermedades de la transición, incluyen la suma de los siguientes costos:

- 1 – Menor producción de leche en animales que padecen alguno de los eventos (incluyendo la pérdida casi total de animales muertos o descartados, desde el momento de su desaparición hasta los 90 DEL).
- 2 – Gastos de tratamientos
- 3 – Honorarios profesionales
- 4 – Horas/hombre destinadas a la resolución de cada caso.

Con la aplicación de esta metodología de cálculo y con los datos, precio de la leche y costos disponibles a febrero 2007, un tambo "promedio" que ordeña 213 vacas y 137 vaquillonas, con los niveles de producción y la incidencia promedio de eventos registrados en los primeros 90 DEL estaría perdiendo entre alrededor de 75.000 \$ y 90.000 \$ anuales, siendo las pérdidas por muerte, mastitis y enfermedad podal las causales principales de pérdidas económicas (39.7%; 20.5% y 23 2%, respectivamente, como % del total de pérdidas).

Del análisis del banco de registros también surge que sólo el 15.6 5 de las vacas y el 52.4 % de las vaquillonas transitan el período desde el secado hasta



los 90 DEL sin algún problema (desde una asistencia leve al parto a la muerte por enfermedad metabólica o mastitis gangrenosa). Al calcular la producción acumulada de leche (l/animal/90 DEL), los resultados fueron los siguientes:

VACAS:

Sin Problemas = 2896 ± 17.0 (Promedio ± 1 e.s.m.)

Con problemas = 1962 ± 14.0 (Promedio ± 1 e.s.m.)

Diferencia de Producción = 32.3 % menos en las vacas con problemas

VAQUILLONAS:

Sin Problemas = 2373 ± 8.3 (Promedio ± 1 e.s.m.)

Con problemas = 1997 ± 17.3 (Promedio ± 1 e.s.m.)

Diferencia de Producción = 15.8 % menos en las vaquillonas con problemas

A estas pérdidas, que son sólo de producción de leche, hay que agregarles los otros rubros de costos y eso se modelará en el futuro. Es cierto que no conocemos todas las tecnologías para trabajar con un nivel de prevalencia cercano a cero para todas estas enfermedades, pero observando el amplio rango que se manifiesta entre tambos, incluso de una misma zona, se desprende que existen tecnologías de insumos y, sobre todo, de procesos, efectivas para reducir significativamente la prevalencia de la mayoría de estas afecciones. Pero el primer paso es tener la información de prevalencia y sus posibles causas, y para eso hay que alimentar al banco con resultados de más animales. ■

Bibliografía

Breukink, H.J.; Wensing, Th.; Wentink, G.H., 1992 Disorders in the dairy cow as a consequence of production, En: Proc. 8th. Int. Conf. On Production Diseases in Farm Animals, J. Blum Edt., University of Berne, Switzerland, Aug. 24-27, pp. 123-135.

Corbellini, C.N., 2000 Influencia de la nutrición en las enfermedades de la producción en vacas lecheras en transición, En: Proc. XXI World Buiatric Congress (CD), Punta del Este, Uruguay, 4-8 Diciembre 2000.

Correa, M.T., 1991 Epidemiological modeling of postpartum disorders of dairy cows, Ph.D. Thesis, Cornell University, Ithaca, NY, USA.

Goff, J.P.; Horst, R.L., 1997 Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders, J. Dairy Sci., 80: 1260.

Goff, J.P., 2006 Major advances in our understanding of nutritional influence on bovine health, J. Dairy Sci., 89: 1292.

Guard, C.L., 1994 Costs of clinical diseases in dairy cows, Proc. Annu. Cornell Conf. Vet., Cornell University, Ithaca, NY, USA, July 3-6 1994.

Noordhuizen, J.P.T.M. ; Frankena, K., 1999 Epidemiology and quality assurance: applications at farm level, Prev. Vet. Med., 39: 93.

Nordlund, K.V.; Cook, N.B., 2004 Using herd records to monitor transition cow survival, productivity and health, Vet. Clin. N. America, Food Animals, 20: 637-649.

Oetzel, G.R., 2004 Monitoring and testing dairy herds for metabolic disease, Vet. Clin. N. America, Food Animals, 20: 651-674.

La Producción Lechera

Fuente de Gases de Efecto Invernadero

● **Laura Finster y M. V. Guillermo Berra,**
INTA Castelar

● **Ing. Agr. Silvia Valtorta,**
CONICET

Los cambios climáticos en el planeta indican que el 30 por ciento de las emisiones totales pertenecen a la ganadería. Los bovinos productores de carne y de leche aportan con el 95 por ciento de las emisiones del sector ganadero.

- Los procesos naturales, tales como la irradiación solar y sus variaciones, los cambios en los parámetros orbitales de la Tierra y la actividad volcánica pueden producir variaciones en el clima. El sistema climático puede estar también influido por cambios en las concentraciones de algunos de los gases de la atmósfera, que afectan el balance de la radiación de la Tierra. Una parte de la radiación terrestre es absorbida por los gases de la atmósfera, creando lo que es conocido como "efecto invernadero". La mayor parte de la atmósfera terrestre esta compuesta por nitrógeno y oxígeno. Sin embargo, ninguno de estos gases juega un papel significativo en el efecto invernadero, pues ambos son prácticamente transparentes a la radiación terrestre. El metano es el segundo de los gases de efecto invernadero, después del CO₂. La importancia del primero se acentúa porque su poder de calentamiento global es 21 veces superior al del último.

Los temas relacionados con el calentamiento global han impactado y se encuentran instalados en toda la sociedad. La comunidad científica

internacional coincide en señalar que el cambio climático tiene su origen en el aumento de las concentraciones atmosféricas de GEI, generados por las actividades del hombre.

Cumpliendo con sus compromisos como miembro de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, la República Argentina elabora y comunica, periódicamente, sus inventarios de gases de efecto invernadero (GEI). El último de estos informes, realizado en base al año 2000, indica que la ganadería aporta más del 30 % de las emisiones totales de GEI producidas por las actividades humanas en el país, correspondiendo el resto a la agricultura, los procesos industriales, el tratamiento de los residuos, la generación y el uso de la energía.

La ganadería emite dos de estos gases, el metano y el óxido nitroso, con potenciales de calentamiento 21 y 310 veces superiores al del dióxido de carbono, respectivamente.

Los bovinos productores de carne y de leche contribuyen con, aproximadamente, el 95 % de las emisiones del sector ganadero.



Gases de efecto invernadero producidos por la ganadería lechera

Los gases con efecto de invernadero producidos por el ganado lechero reconocen fuentes de producción directa, tales como la fermentación entérica, el estiércol y orina y las pasturas, y fuentes indirectas, ligadas a diferentes actividades relacionadas con el proceso de producción y utilización de insumos.

Fermentación entérica: el proceso de degradación de los alimentos, que se lleva a cabo en el rumen de los bovinos, en un ambiente carente de oxígeno y por acción de microorganismos específicos, genera metano como un subproducto.

Cuando el forraje consumido está compuesto por un alto porcentaje de fibra, el ácido graso volátil que se forma es el acético. En estas condiciones, queda una cantidad de iones hidrógeno libres en el rumen, que es capturada por las bacterias metanogénicas y combinada con el dióxido de carbono, para dar origen al metano, gas que se elimina a través de la eructación.

Si el alimento es rico en almidón, el principal producto de la fermentación es el ácido propiónico, con menor generación de metano.

La producción de metano constituye una pérdida energética, que puede alcanzar valores del 2 al 12 % de la energía bruta del alimento. Para las condiciones de producción de nuestro país, esta ineficiencia está en el orden del 5 al 7 %.

Una vaca lechera con un nivel de producción de 17 litros diarios (valor promedio para Argentina en el año 2000) emite 90 – 100 kilos de metano por año. Esta cifra corresponde al promedio ponderado de todas las vacas que conforman el rodeo productivo (vacas en lactancia, secas, vacías y preñadas).

- La tabla muestra los factores de emisión de metano entérico para varias categorías bovinas, promedios de diferentes sistemas de producción.

CATEGORIA	Factor de emisión de metano entérico (kg/cabeza/año)
Vaca lechera en lactancia	105 – 110
Vaca lechera seca	55
Vaca de cría en lactancia	70
Vaca de cría seca	55
Ternero destetado	34 – 40
Novillito	50 – 55
Novillo	65
Vaquillona de 1 a 2 años	55
Vaquillona mayor de 2 años	70

Fuente: Elaboración propia sobre la base del Inventario de Gases de Efecto Invernadero para el año 2000.

Estiércol y orina: el estiércol y la orina de los bovinos emite metano y óxido nitroso. Cuando la materia orgánica del estiércol se somete a condiciones de anaerobiosis, tienden a formarse mayores cantidades de metano; cuando se expone a la presencia de oxígeno, predomina la generación de óxido nitroso.

Para el caso particular de la producción lechera, el porcentaje de las deyecciones diarias de las vacas que es excretado en el corral de espera y en la sala de ordeño y que es manejado en un medio líquido, anaeróbico, representa una fuente importante de metano.

El estiércol y la orina que quedan depositados sobre las pasturas, aportan una cantidad de nitrógeno al suelo, a partir del cual se genera óxido nitroso, tanto en forma directa como indirecta, a través de la volatilización, el escurrimiento y la lixiviación.

Pasturas: Las pasturas de alfalfa pura o las asociaciones de gramíneas y leguminosas, que constituyen la base forrajera de la producción de leche en la Argentina, son otra fuente de nitrógeno para la emisión de óxido nitroso. Los medios para la incorporación de este elemento al suelo son la fijación biológica y el enterramiento de la biomasa remanente, al finalizar la vida útil de las pasturas.

Fuentes indirectas: si bien las anteriormente citadas representan las fuentes directas de GEI, también deberían considerarse, en la actividad lechera, las emisiones de dióxido de carbono generadas, principalmente, por el uso de energía para el funcionamiento de equipos de ordeño, enfriadores, bombas, tractores, iluminación, transporte, y para la obtención de insumos tales como granos, alimentos balanceados, productos veterinarios, agroquímicos y otros.



Medidas de mitigación

Se proponen, a nivel internacional, un grupo de medidas tendientes a reducir las emisiones de GEI por la ganadería productora de leche. Sin embargo, no todas son factibles de aplicar en los sistemas de producción nacionales. Algunas de estas propuestas tienen un efecto directo y a corto plazo en las emisiones, principalmente, de metano entérico.

Entre ellas se puede mencionar:

- El uso de dietas con mayor digestibilidad
- El uso de algunos aditivos alimentarios (ionóforos, taninos, etc.)

Existen, sin embargo, medidas indirectas, con resultados a más largo plazo, tales como:

- El mejoramiento del estado sanitario del rodeo
- El mejoramiento de la reproducción (disminución de la edad al primer parto; disminución del intervalo entre partos; aumento del porcentaje de preñez; disminución del porcentaje de abortos; disminución de la mortalidad al periparto)
- El mejoramiento genético
- El uso más eficiente del forraje, a través de un mejor manejo del pastoreo, y el suministro de dietas con un correcto balance de energía, proteína y otros nutrientes, contribuirían a reducir las emisiones de óxido nítrico desde el suelo.

En los países desarrollados, se propone, también, la producción de mellizos, la defaunación ruminal, el uso de hormonas y vacunas, prácticas que, por

su elevado costo o porque las normas vigentes las prohíben, no tendrían aplicabilidad en nuestro medio.

Medición de las emisiones de metano entérico

Para poder evaluar la eficacia de las medidas de mitigación, se hace necesario contar con técnicas que permitan medir, en forma directa y, preferentemente, a campo, las emisiones de metano generado por fermentación entérica.

Una técnica probada y utilizada en varios países es la denominada ERUCT. La misma fue desarrollada en la Universidad de Washington, y utiliza un marcador (SF₆) para inferir la cantidad de metano exhalado.

En el INTA Castelar, se está desarrollando, actualmente, una técnica alternativa más simple. Consiste en efectuar una fistula muy pequeña en la pared superior del rumen y conectar en ella una válvula unidireccional, que permite la salida de todo el gas producido. El mismo se recolecta en una bolsa especial, para, luego, medir el volumen total y el porcentaje de metano.

Conclusiones

Aun cuando las actividades ganaderas son una fuente significativa de GEI, constituyen también una de las bases principales en las que se sustenta el modelo productivo del país.

Los productores disponen, hoy en día, de tecnologías suficientemente probadas y, algunas de ellas, de bajo costo. Se requiere, entonces, de un mecanismo eficiente de transferencia, que asegure una amplia difusión y ayude a derribar las barreras a la adopción que existen actualmente.

Todas las medidas que aumenten la productividad disminuirán la emisión de GEI por litro de leche obtenido, representando, no sólo un mayor beneficio económico para el productor, sino también una contribución al cuidado del medio ambiente. ■

Bibliografía

- Inventario Nacional de la República Argentina, de Fuentes de Emisiones y Absorciones de Gases de Efecto Invernadero, no controlados por el Protocolo de Montreal - Inventario correspondiente al año 2000 y revisión de los inventarios 1990, 1994 y 1997; Fundación Bariloche; Buenos Aires; septiembre 2005.
 Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual.
 IPCC; Tercer Informe de Evaluación - Cambio Climático 2001 - Mitigación - Resumen para responsables de políticas y Resumen técnico.

Tuberculosis Bovina en Rodeos Lecheros

La Argentina integra el grupo de países donde la incidencia de la tuberculosis bovina es muy importante. Sin embargo, los programas de control y erradicación y, entre otras acciones, una eficiente inspección en los frigoríficos, la pasteurización de la leche y subproductos y la observación de medidas higiénicas protegen, en alguna medida, al hombre y a los animales de esta enfermedad.

● Ms. Vs. Alejandro A. Abdala y Héctor D. Tarabla, INTA Rafaela

- La tuberculosis bovina (TB) es una enfermedad infecto- contagiosa que afecta a los bovinos, a otros animales domésticos y al hombre, se expande por el mundo y presenta importantes variaciones de prevalencia, según los países.

La TB bovina está erradicada o en una fase muy avanzada de control en los países desarrollados, mientras que en los países en desarrollo continúa siendo, en muchos casos, una enfermedad endémica. Su presencia en el rodeo nacional no sólo afecta el potencial productivo sino que también puede limitar el comercio exterior de los productos pecuarios (carnes y lácteos, principalmente).

En la Argentina, el nivel de infección del rodeo bovino se estimó en el 1,2%, según los registros de decomiso que realiza la inspección veterinaria oficial en frigoríficos. Esto nos ubica en el grupo de países latinoamericanos con mayores niveles de infección. La distribución de la TB en los rodeos del país reconoce áreas más afectadas que otras; estos son conglomerados geográficos que coinciden con las zonas lecheras de la Argentina, donde las explotaciones bovinas son predominantemente intensivas. Trabajos basados en la observación de lesiones en frigorífico, sobre vacas lecheras de

descarte, estimaron la prevalencia de infección tuberculosa en los departamentos de la Cuenca Lechera Santa Fe -Córdoba, donde los valores hallados fueron varias veces superiores a la media nacional. Los datos expuestos en la Tabla 1 expresan un grado de infección elevado, y es necesario realizar importantes esfuerzos para lograr los estándares sanitarios, que exhiben otros países exportadores de productos lácteos.

AGENTE CAUSAL

Existen tres patógenos causantes de la tuberculosis, *Mycobacterium tuberculosis* (tipo humano), *Mycobacterium bovis* (tipo bovino) y el complejo *Mycobacterium avium*. Estos bacilos se caracterizan por su acción patógena sobre sus tres huéspedes primarios (humanos, bovinos y aves. respectivamente), pero también son capaces de producir enfermedad en las otras especies. *M. bovis* afecta, principalmente, a los bovinos, aunque el cerdo se infecta fácilmente por el contacto con ganado enfermo. Los rodeos caprinos también pueden infectarse mientras que al caballo y a la oveja se los considera resistentes; los perros y gatos, ocasionalmente, también son afectados. La patogenicidad del *M. bovis* para el hombre hizo de la

● TABLA 1. Observación de lesiones compatibles con TB en rodeos y vacas lecheras de los tres departamentos más importantes de la cuenca lechera Santa Fe - Córdoba (Abdala y Tarabla - 1999,2002, 2004).

	Total de rodeos relevados	% rodeos positivos TB	Total de vacas relevados	% vacas con lesiones compatibles con TB
Depto. Castellanos (Santa Fe)	340	30%	2.224	7,7%
Depto. Las Colonias (Santa Fe)	403	15,6 %	1.976	4,1 %
Depto. San Justo (Cba.)	-	-	2.716	2,9 %

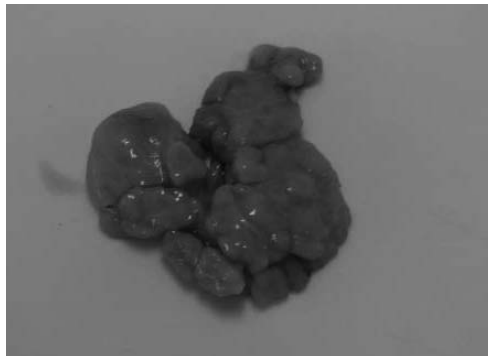
TB uno de los grandes males de la humanidad, permaneciendo como un problema importante para la salud pública actual.

El complejo *M. avium* esta integrado por varias subespecies, infecta principalmente a las aves, aunque pueden afectar también a algunos mamíferos. Los bovinos son resistentes al bacilo aviar y pocas veces sufren TB evolutiva. Otra de estas subespecies es el *M. paratuberculosis*, responsable de paratuberculosis bovina. La importancia que adquieren estas micobacterias se debe a que sensibilizan a los bovinos a la prueba de tuberculina, ocasionando dificultades en el diagnóstico.

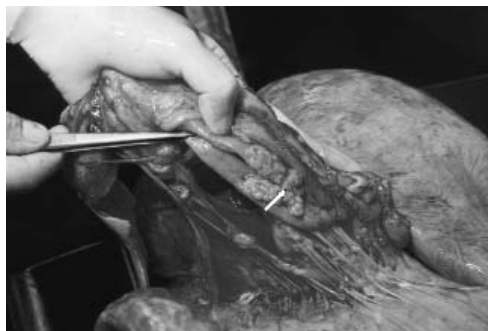
VÍAS DE CONTAGIO, ELIMINACIÓN DEL *M. BOVIS* Y SUPERVIVENCIA EN EL MEDIO AMBIENTE

Entre el 80 y 90% de los casos, la transmisión en los bovinos ocurre por vía aerógena. Con la tos o la espiración de un animal infectado se expelen gran cantidad de gotas muy pequeñas que contienen el microorganismo. Estas al ser inhaladas por otro bovino llegan al sistema respiratorio y así dan comienzo a una nueva infección. El mecanismo se ve favorecido por algunas condiciones de manejo. El estrecho contacto que tienen, diariamente, las vacas lecheras tanto por el pastoreo intensivo, las aguadas, los comederos, los corrales de encierro y la sala de ordeño, facilitan esta

- Imagen 1. Lesiones de TB en ganglio cervical en un bovino.



- Imagen 2. Lesiones de TB en ganglio mediastínico en un pulmón bovino.



forma de contagio. Dentro de esta última instalación, bovinos y hombre comparten un espacio muy estrecho, de modo que los tamberos están dentro de los grupos de personas de alto riesgo de contagiarse esta enfermedad.

Otra vía de contagio es la digestiva y por consumo de pastos y alimentos contaminados con secreciones nasales, materia fecal y orina que contienen el agente causal. Este puede sobrevivir en heces, sangre y orina cerca de un año a una temperatura de 12 a 14° C y al resguardo de la luz solar. Esta sobrevivencia disminuye de 18 a 31 días con temperaturas de 24 - 43° C si es expuesto a la luz del sol. La vía digestiva es muy importante en terneros, cuando se los alimenta con leche cruda, proveniente de vacas afectadas de TB. Se considera que entre el 1 y 2 % de las vacas tuberculosas eliminan *M. bovis* a través de la leche. Esta fue una de las principales vías de contagio al humano, especialmente los niños, hasta que se adoptó la pasteurización obligatoria de la leche y sus subproductos, en la década del 60.

La vía congénita (madre-feto) puede ocurrir hasta en el 1% de las vacas afectadas, teniendo poca importancia relativa al igual que la transmisión por el servicio natural. En el caso de inseminación artificial, la difusión puede ser muy importante si el semen esta contaminado con el *M. bovis*.

- Imagen 3. Lesiones de TB en pulmón, pleura y diafragma de un bovino.



La eliminación del *M. bovis* por parte de los animales afectados es intermitente, y no está en relación con el grado de lesiones presentes en el animal. Se comprobó, mediante infecciones experimentales, que los animales recientemente infectados eliminan este microorganismo en las etapas tempranas de la enfermedad, cuando aún no son detectables por la prueba de diagnóstico.

SÍNTOMAS CLÍNICOS. PATOGENIA

Generalmente, la TB se presenta como una enfermedad crónica y limitada a un solo órgano. Su desarrollo es lento; en algunos casos puede no mostrar síntomas clínicos. Sólo en casos muy avanzados se pueden observar ciertos signos respiratorios, tumefacciones de ganglios superficiales y enflaquecimiento, a pesar de la buena alimentación.

El agente, al penetrar en el organismo por vía aerógena y alcanzar el pulmón, se multiplica en el sitio donde se asienta y forma un foco primario, que suele ir acompañado por una lesión tuberculosa en el ganglio bronquial del mismo lado, creándose de esta manera lo que se denomina el "complejo primario". Estos microorganismos estimulan la formación de masas de tipo granulomatoso llamadas tubérculos que aumentan gradualmente de tamaño. A medida que estos granulomas crecen, se produce necrosis en su parte central, formando una masa caseosa que finalmente tiende a calcificarse (Imágenes 2 y 3). Estas lesiones pueden quedar latentes o progresar, dependiendo de la relación entre el agente infeccioso y el huésped. Si se quiebra la resistencia del animal frente al *M. bovis*, la infección puede difundirse dando lugar a la generalización. Los bacilos forman nuevos tubérculos en otros órganos vehiculizados por la circulación linfohemática. Así como se producen nuevas lesiones en el pulmón, hígado, bazo, glándula mamaria y sus ganglios. La generalización de este tipo de lesiones en órganos se conoce como TB miliar (Imagen 3).

La vía de ingreso del *M. bovis* y el sitio de localización de las lesiones están íntimamente ligados en esta enfermedad. Al ser la vía aerógena la más importante, la mayor cantidad de lesiones suele encontrarse en los pulmones. Pero ocurre que buena cantidad de estas, suelen también afectar ganglios de la cabeza, especialmente el retrofaríngeo. Esto se debería a que la forma aerógena y digestiva comparten porciones anatómicas como la faringe (Tabla 2).

La presencia de lesiones en el aparato digestivo (ganglios mesentéricos) reconoce como ingreso de *M. bovis* al consumo de pastos y alimentos contaminados, o bien a la deglución por parte del ani-

mal de sus secreciones bronquiales, cuando sus pulmones presentan lesiones de TB.

DIAGNÓSTICO

El diagnóstico se puede realizar por métodos directos e indirectos. Los primeros se basan en la determinación de la presencia del agente o en las lesiones que produce en los tejidos afectados y comprenden: aislamiento bacteriológico, histopatología, baciloscopia (visualización del *M. bovis* a través de la coloración de Ziehl-Nielsen) y la detección del antígeno bacilar por sondas o ADN a través de la técnica de reacción en cadena de polimerasa (PCR). Algunas desventajas de estas técnicas son: el aislamiento bacteriológico es lento y dificultoso; la histopatología se realiza sobre tejidos de animales muertos, mientras que la de PCR es de alta confiabilidad pero de elevado costo. La baciloscopia y el aislamiento no siempre logran detectar a *M. bovis* y en el caso de esta última, el cultivo demanda un mínimo de 60 días. Por estas razones, los métodos directos no son utilizados para el diagnóstico en el rodeo.

Los métodos indirectos son: la tuberculinización o reacción de hipersensibilidad tardía, detección de gamma interferón y detección de Ig G por ensayo inmunoensayo (ELISA). Todos ellos evalúan la respuesta inmunitaria que produce el agente infeccioso en el huésped. Los dos primeros evalúan la respuesta de base celular (linfocitos T y macrófagos), mientras que el ELISA mide la inmunidad de tipo humoral (anticuerpos). Estas técnicas son más prácticas y se adecuan al diagnóstico en los rodeos. No obstante, tienen un margen de error que no les permite detectar el 100% de los animales enfermos ni el 100% de los animales sanos, pudiéndose observar un porcentaje variable de reacciones falso negativas y falso positivas, respectivamente.

Actualmente, en la Argentina, la única técnica oficial es la tuberculina. Esta consiste en la

● *Tabla 2: Ubicación de lesiones compatibles con Tuberculosis en 172 vacas lecheras del Repto. Castellanos (algunos animales presentaron más de una lesión) Abdala et. al., 1999.*

Localización	Frecuencia	%
Cabeza	83	46,36
Pulmón	25	13,97
Mesenterio	23	12,85
Hígado	2	1,12
G. preescapular	2	1,12
G. precrural	1	0,56
TB generalizada	43	24,02
Total	179	100

inyección intradérmica de 0,1 ml de una preparación obtenida a partir de la lisis de bacilos de *M. bovis* sometidos a un tratamiento térmico, denominado derivado proteico purificado (PPD bovina) con una concentración de 1 mg/ml de preparado. El sitio de aplicación es el tercio medio del pliegue anocaudal del bovino. La lectura se efectúa a las 72 hs después de la inyección, midiendo el engrosamiento de la piel. Si se desconoce el estado sanitario del rodeo evaluado respecto de la enfermedad, se considera que, con espesores de 5 mm o superiores, la prueba es positiva, es sospechoso cuando es de 3 a 4 mm y negativa cuando es menor a 3 mm. Si el rodeo tiene antecedentes de infección, engrosamientos iguales a 3 mm o superiores, se consideran positivos y negativos por debajo de los 3 mm.

Hay que tener presente que entre una y otra prueba deben pasar, por lo menos, 60 días, debido a que el animal se desensibiliza a la PPD. Situaciones semejantes pueden ocurrir con vacas posparto (hasta tres semanas posteriores), animales viejos, infecciones recientes y casos de infección muy avanzados. A pesar de lo enumerado, esta técnica es aún la prueba oficial de muchos países desarrollados.

Por ello, en el ámbito mundial se vienen realizando esfuerzos para obtener pruebas de diagnóstico alternativas a esta. El test de gamma interferón se utiliza en varios países; posee mayor sensibilidad que la tuberculina, pero menor especificidad. Para mejorar su desempeño se han realizado evaluaciones con fracciones antigénicas de *M. bovis* en reemplazo de la PPD y así mejorar su especificidad. La ventaja consiste en que se puede repetir sin necesidad de intervalos de tiempo, requiere un solo movimiento de los animales y la técnica se realiza totalmente en el laboratorio. Sus desventajas son el costo y la necesidad de laboratorios especializados, relativamente próximos a los rodeos bajo evaluación. La técnica de ELISA es económica y de fácil estandarización, pero ha demostrado limitada especificidad y sensibilidad, debido a lo tardío e irregular de la respuesta humoral del bovino, durante el desarrollo de la infección tuberculosa.

CONTROL Y PREVENCIÓN

La tuberculosis bovina se puede controlar eficientemente solo a través de programas de control y erradicación. Estos se basan en la aplicación de la prueba de tuberculina a todo el rodeo cada 60-90 días, en la eliminación de los reactores y en una adecuada vigilancia epidemiológica (VE). Los animales reactores a la tuber-

culina se deben eliminar del rodeo, y sacrificar en forma inmediata para evitar la diseminación a otros bovinos. La segregación de reactores dentro del establecimiento o en rodeos sanitarios, por un período intermedio, hasta su eliminación, es una alternativa que permite paliar el efecto económico negativo que implica su descarte.

Los movimientos de hacienda tienen el riesgo potencial de llevar enfermedades de un rodeo a otro. Cuando se decide el ingreso de animales en un establecimiento, hay que asegurarse de que el estado sanitario de los bovinos ingresados sea el adecuado, y provenir de establecimientos libres o en avanzado estado de saneamiento.

Las medidas precautorias que se pueden adoptar en establecimientos en saneamiento son: el suministro de sustitutos lácteos a los terneros bajo crianza, y el uso de desinfectantes fenolados en la limpieza de tambos, corrales y otras instalaciones.

La fauna silvestre juega un papel importante en países como Inglaterra, Irlanda, Nueva Zelanda y EE.UU. donde especies de mustélidos, marsupiales y cérvidos han adquirido la infección y actúan como reservorios, impidiendo la erradicación de la enfermedad en los bovinos. En estos países, la infección de TB se ha limitado a las áreas donde se localizan estos animales silvestres, y requiere importantes esfuerzos para limitar su expansión a otros puntos de su territorio. Por tanto, sus organismos oficiales necesitan realizar inversiones en la investigación y desarrollo de nuevas técnicas de diagnóstico y vacunas que permitirían controlar la enfermedad tanto en los bovinos como en la fauna.

En la Argentina, la implicancia de la fauna silvestre como reservorio del *M. bovis* ha sido poco estudiada. Solo se han reportado aislamientos con liebres y jabalíes, dos especies de origen europeo. Recientemente se produjeron aislamientos con comadrejas overas, ratas y zorros capturados en establecimientos lecheros con infección tuberculosa en sus bovinos. Estos aislamientos abren una serie de interrogantes respecto a la cadena epidemiológica de la enfermedad en el país, y en los sistemas productivos en que fueron hallados.

La prevención de la infección por *M. bovis* en el hombre siempre estará sujeta a una eficiente inspección en los frigoríficos, a la pasteurización de la leche y subproductos y a la observación de medidas higiénicas. La vacuna BCG (Bacilo de Calmette Guérin) no es utilizada en bovinos, debido a que no previene completa-

mente la infección y el ganado vacunado reacciona a la prueba de tuberculina, no pudiéndose entonces distinguir entre infectados y vacunados.

La inspección veterinaria en los frigoríficos y un adecuado sistema de trazabilidad permiten realizar las tareas de vigilancia epidemiológica

necesarias para el control de esta enfermedad. La detección diaria de lesiones en la faena, permite determinar prevalencias actualizadas de cuencas lecheras y áreas de crías bovinas. El conocimiento de la identidad de los bovinos con lesiones permite localizar sus rodeos de origen y de esta manera iniciar medidas de control en ellos. ■

Bibliografía

- Abdala, A.A.; Tarabla, H.D.; Bertero 2002. Estimación de la prevalencia de tuberculosis bovina en rodeos lecheros del departamento Las Colonias, Santa Fe. Revista FAVE - Ciencias Veterinarias, 1 (1) 13 -20
- Abdala, A.A.; Tarabla, H.D.; Bertero. S.; Torres, P. Vigilancia Epidemiológica de la Tuberculosis Bovina en el Depto. Castellanos, Santa Fe 1999. Revista de Medicina Veterinaria Argentina de Microbiología, Vol. 80 N° 5, 357-360
- Abdala, A.A.; Tarabla, H.D. 2004. Prevalencia de tuberculosis bovina en el Depto. San Justo (Provincia de Córdoba, Argentina) según información obtenida en frigorífico. Vet. Arg. Vol XXI. N° 201, 21-29.
- Abdala, A.; Tarabla, H.; Garbaccio, S.; Jorge, M.C. , Traversa, M. C. , Zumárraga M; Cataldi A. Aislamiento de Mycobacterium bovis en fauna silvestre. XVI Reunión Científico Técnica de la AAVLD. 5 al 7 de diciembre 2006, Mar del Plata
- Acha, P. N. y Syfres, B. 1986. Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. Segunda edición. OPS/OMS Publicación Científica N° 503. Washington DC. p
- Jorge, M.C., Alito, A., Bernardelli, A. Canal, A. Cataldi, A, Cicuta, M. Gentile, F., Kistermann, J., Magnano, G. Martínez Vivot, M., Orinai, S. Paolicchi, F., Pérez, A. Rictacco, V., Romano, M. Scheneider, M. y Torres, P.2005. Manual de Diagnóstico de Micobactrias de Importancia en Medicina Veterinaria. Científica de Micobacterias 2005 AAVLD. Argentina. 987-21667-1-4, 132 pp.
- OIE (2004) Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals, 5th edition. http://www.oie.int/eng/normes/mmanual/A_0054.htm [consultado el 18-04-07]
- O'Reilly, L.M. and Daborn C.J. 1995. The epidemiology of Mycobacterium bovis infections in animals and man: a review. Tubercle and Lung Disease. 76 Sup. 1, 1-46.
- Morris, R.S.; Pfeiffer, D.U. and Jackson R. The epidemiology of Mycobacterium bovis infections 1994. Veterinary Microbiology 40 153-177.
- SENASA. 1999. Plan nacional de control y erradicación de la tuberculosis bovina. Resolución 115/99. Buenos Aires. 69 pp.

Terapia en Mastitis Causadas por *Staphylococcus aureus*

● M.V. Luis Calvino,
INTA Rafaela

Un programa efectivo de control de la mastitis por S. aureus incluye la rápida identificación de vacas y vaquillonas infectadas a los efectos de instaurar medidas tendientes a disminuir la posibilidad de diseminación del organismo en el rodeo. Estas medidas incluyen segregación, eliminación de animales o tratamiento antibiótico y requieren de una aplicación conjunta para lograr un máximo beneficio. Se estima que debido a menor producción de leche, mayores costos por reemplazo de animales, uso de antibióticos, leche descartada por tratamientos antibióticos, costos por servicios veterinarios y trabajo extra, la capacidad productiva anual disminuye del 10 al 11%.

- La mastitis es una enfermedad multicausal. Se han identificado más de 80 agentes etiológicos, incluyendo especies de bacterias, hongos, mycoplasmas y algas. En nuestro país, donde la prevalencia de infección mastítica en los rodeos es aún elevada, se observa un predominio de organismos patógenos contagiosos. Estudios realizados en los últimos años en distintas cuencas lecheras de la Argentina muestran que, en general, los patógenos más frecuentemente aislados, tanto de mastitis clínicas como subclínicas, son: *Staphylococcus aureus* y distintas especies del género *Streptococcus*, hallándose porcentajes relativamente menores de organismos coliformes. Sin embargo, es posible que por la particular patogénesis de las mastitis por coliformes, el tipo de estudios que se ha realizado hasta el presente, tienda a subestimar su proporción real.

Los programas actuales de control de mastitis bovina fueron desarrollados en la década del 60 y están dirigidos a disminuir la tasa de nuevas infecciones intramamarias (IIM), así como a acortar la duración de las IIM presentes. Estos programas están basados en la higiene durante el ordeño, incluyendo desinfección de pezones postordeño, la terapia antibiótica durante la lactancia y al inicio del período seco, el descarte de vacas con infección crónica y el control periódico de la máquina de ordeñar. La aplicación de estas medidas ha conducido a un progreso considerable en el control de los patógenos contagiosos, fundamentalmente *Streptococcus agalactiae*. La eficacia de los programas de control para este organismo radica básicamente en dos factores: es un patógeno obligado de la glándula mamaria bovina y es altamente sensible a la terapia antibiótica. Por el contrario, el control frente a *S. aureus* es generalmente menos eficaz y, si bien las medidas clásicas logran reducir la incidencia de IIM, el control de la enfermedad en muchos casos se torna dificultoso, convirtiéndose en un serio problema en muchos tambos. A continuación se discuten los factores del

hospedador, del microorganismo y del tratamiento que están asociados a la baja eficacia de la terapia antibiótica frente a *S. aureus*, haciendo hincapié en el tratamiento antibiótico y discutiendo distintos protocolos de terapéuticos utilizados en la actualidad para incrementar las posibilidades de curación.

FACTORES QUE INCIDEN EN LAS FALLAS TERAPÉUTICAS

Las características epidemiológicas y patogénicas de este organismo inciden en la dificultad del control. Desde el punto de vista epidemiológico, *S. aureus* se transmite, fundamentalmente, durante el ordeño; sin embargo, existen fuentes de contagio extramamarias, como la piel de las vacas y las moscas, que aunque tengan una importancia menor, pueden favorecer la aparición de nuevas infecciones. Además, se debe tener en cuenta que las vaquillonas primíparas pueden contraer IIM previo al parto, mantener la infección postparto y luego convertirse en una fuente de contagio para otras vacas durante el ordeño. Las características patogénicas tienen influencia sobre la eficacia de curación de la terapia antibiótica. La mayoría de las mastitis clínicas, causadas por estreptococos y por estafilococos coagulasa-negativos, muestran una respuesta favorable dentro de las 48 hs de instaurada la terapia antibiótica intramamaria, obteniéndose la eliminación de un alto número de infecciones. En cambio, un alto porcentaje de infecciones por *S. aureus*, muestran una respuesta clínica favorable, pero el porcentaje de eliminación de estas infecciones es variable, pudiendo ser menor del 35%. Normalmente esto se debe a una re-emergencia del organismo que originó la IIM siguiendo a un éxito clínico aparente. La curación total, que incluye la erradicación del agente causante y el retorno de la función del órgano afectado a la normalidad, es difícil de obtener. Los factores que inciden en los mecanismos de las fallas terapéuticas en tratamien-

tos de mastitis por *S. aureus* están relacionados con el hospedador (la vaca), el microorganismo y el tratamiento antibiótico.

Factores relacionados al hospedador. Los estudios realizados sobre infecciones clínicas y subclínicas durante la lactancia han permitido identificar factores que afectan la probabilidad de curación, tanto en la vaca como del cuarto trasero. Los índices de curación disminuyen cuando: 1) aumenta la duración de las IIM previo al tratamiento; 2) aumenta el número de lactancias de la vaca; 3) el animal se encuentra en el primer y segundo tercio de la lactancia, 4) aumenta el número de cuartos infectados, 5) aumenta el recuento de células somáticas (RCS) en leche al momento del tratamiento, 6) la infección está localizada en los cuartos traseros y 7) aumenta el número de unidades formadoras de colonias de *S. aureus* por ml de leche previo al tratamiento. Algunos de estos efectos han sido razonablemente explicados; mientras que otros surgen de relaciones complejas entre hospedador, organismo y tratamiento, que no están completamente dilucidados.

Según estos elementos, es posible seleccionar a aquellos animales en los cuales el uso de terapia antibiótica brinde mayores posibilidades de curación, en lugar de eliminarlos o destinarlos a un grupo segregado. Consecuentemente, aunque el origen de algunos de estos factores no se conozca o no pueda determinarse fehacientemente en la práctica, de acuerdo con las variables mencionadas, será recomendable privilegiar el tratamiento de los animales con el menor número de lactancias, con un solo cuarto infectado y con bajo RCS al momento de instaurar el tratamiento.

Factores relacionados con el microorganismo. A partir del desarrollo y la aplicación de métodos de epidemiología molecular, se ha demostrado que existen distintos tipos de cepas de *S. aureus*. Si bien por la naturaleza contagiosa de este organismo, generalmente se encuentra un tipo de cepa predominante en un rodeo determinado, normalmente este tipo coexiste con otros. Las cepas difieren *in vivo* en su capacidad para difundirse dentro del rodeo, causar elevación del RCS, causar mastitis clínicas e infecciones persistentes. Paralelamente, se han encontrado diferencias *in vitro* en la capacidad de resistir la destrucción por neutrófilos, formar biofilms o internalizarse en las células mamarias; estas características pueden tener relación con determinados efectos observados *in vivo*. Además, estudios recientes sugieren que pueden existir diferencias entre tipos de cepas en la respuesta al tratamiento antibiótico. Los factores del organismo asociados a las fallas terapéuticas son: 1) desarrollo de resistencia a los antibióticos, 2) generación de latencia metabólica dentro de las células eucariotas, 3) generación de formas L de bacterias, 4) reinfecciones y 5) tipos de cepa.

1) Desarrollo de resistencia a los antibióticos: *S. aureus* ha mostrado repetidamente su habilidad para desarrollar rápidamente resistencia a los antibióticos. Es factible determinar la susceptibilidad *in vitro* de este organismo frente a los antimicrobianos utilizados comúnmente para el tratamiento de mastitis. Debe tenerse en cuenta que la sola medición de la susceptibilidad de un aislamiento de *S. aureus* frente a determinado antimicrobiano no será un método efectivo para predecir el resultado de la terapia antibiótica.

Dentro de los antibióticos de uso más frecuente en la terapéutica de mastitis, la resistencia a penicilina ha sido una de las más estudiadas en *S. aureus*. En nuestro país se han hallado entre un 40 a 50% de cepas resistentes a la penicilina. Los diferentes valores observados en cada país pueden responder a variaciones tanto entre cepas, como en la metodología analítica utilizada para evaluar la susceptibilidad al antibiótico. También, se ha informado que las cepas resistentes a penicilina muestran pobre respuesta frente a tratamientos con antibióticos, aunque no sean beta lactámicos. Según diferentes estudios, en algunos países se evalúa la resistencia a la penicilina como prueba fundamental para seleccionar aquellos animales en los cuales se justificaría administrar terapia antibiótica.

2) Desarrollo de latencia metabólica: en mastitis estafilocócicas crónicas, los cambios patológicos pueden dificultar el libre acceso de la droga a los organismos. Sin embargo, se comprobó que la ubicación intracelular de *S. aureus*, junto con la contracción de los alvéolos, o sea, cambios que tienen lugar antes de la formación de los abscesos o de la oclusión de los ductos por fibrosis y edema, son motivos suficientes para prevenir una adecuada distribución del antimicrobiano. La ubicación intracelular de *S. aureus* lo protege de concentraciones de antibiótico capaces de matar más del 99% de las bacterias extracelulares en menos de 30 minutos. Durante una infección crónica, estos organismos son hallados dentro de neutrófilos, macrófagos y células epiteliales en un estado de latencia metabólica en el cual los antibióticos cuyo mecanismo de acción requiere la actividad metabólica de la bacteria no son efectivos. Además, una caída en el pH dentro de la vacuola fagocítica luego de la ingestión de la bacteria puede proteger a los organismos sobrevivientes de la acción de los antibióticos.

3) Formas L de bacterias: estas son variantes bacterianas con paredes celulares defectivas o ausentes. La persistencia de *S. aureus* en forma L puede permitirle resistir en la glándula mamaria para volver a emerger luego de finalizada la terapia antibiótica.

4) Reinfecciones: se demostró que *S. aureus* no solamente puede sobrevivir dentro de los macrófagos bovinos en presencia de antibióticos, sino que

puede posteriormente escapar de los fagocitos, multiplicarse y establecerse en otras áreas del tejido mamario.

5) **Tipos de cepa:** estudios recientes han demostrado que algunos tipos de cepas de *S. aureus* causarían IIM con más frecuencia que otras. Las cepas halladas en la piel de los pezones serían distintas de aquellas que se encuentran con más frecuencia en secreción mamaria. La mayoría de las IIM son causadas por un número limitado de cepas de *S. aureus* que pertenecen a un complejo clonal específico.

Factores relacionados con el tratamiento antibiótico. Los factores del tratamiento que contribuyen a la pobre respuesta terapéutica frente a *S. aureus* se relacionan, fundamentalmente, con la obtención de una concentración inadecuada del antibiótico en el sitio de infección, y el uso de antibióticos que dificultan la fagocitosis.

La obtención de una concentración inadecuada del antibiótico en el sitio de infección, se puede deber tanto a limitantes farmacocinéticas de la droga utilizada o a falta de mantenimiento de un nivel adecuado de antibiótico por el período de tiempo requerido para eliminar la infección. El tratamiento de mastitis se puede efectuar tanto por vía intramamaria como parenteral. La distribución y excreción de un antimicrobiano de uso intramamario está regida por el tipo de base de la formulación, cantidad de leche producida, estado inflamatorio de la glándula y características del antibiótico. Los estudios farmacocinéticos de las formulaciones intramamarias se basan, tradicionalmente, en determinar la absorción sistémica de las drogas y su eliminación en leche; sin embargo, existen pocos conocimientos acerca de la penetración y la efectividad de las concentraciones de antimicrobiano que se logran en tejidos profundos de la glándula. Estudios farmacocinéticos determinaron que las drogas poco ionizadas, solubles en lípidos y con baja tendencia a unirse a proteínas son las que se distribuyen más ampliamente en la glándula mamaria y en el plasma. Además, el tipo de vehículo que se utiliza en las formulaciones intramamarias influencia el tamaño de la partícula en la cual se incluye la droga activa y a su vez determinará la distribución en la glándula y su eliminación.

Las formulaciones intramamarias constan tanto de monodrogas como de combinaciones de drogas (antimicrobianas y antimicrobianas asociadas con auxiliares). En nuestro país, sobre 37 formulaciones intramamarias disponibles comercialmente, sólo una contiene una monodroga. El uso de combinaciones de antibióticos responde a varios factores, algunos de ellos son: disminuir la emergencia de patógenos resistentes, disminuir potencial toxicidad al utilizar

menor concentración de cada antibiótico, complementar el espectro de acción en infecciones polimicrobianas o lograr un efecto sinérgico. La neomicina es uno de los antibióticos que se asocia frecuentemente, tanto a beta lactámicos como a macrólidos y lincosamidas, ya que podría ampliar el espectro de la formulación. Además, en trabajos experimentales se ha observado un efecto sinérgico entre penicilina y neomicina, fundamentalmente aumentando la eficacia de curación en casos de mastitis causadas por *S. aureus* resistentes a la penicilina. También se ha demostrado un efecto sinérgico entre lincomicina y neomicina. Sin embargo, algunas de las formulaciones disponibles en el mercado responden a fundamentos teóricos, los cuales son a veces difíciles de respaldar *in vivo*. Actualmente, las cefalosporinas de amplio espectro, tienden a reemplazar este tipo de combinaciones ya que tienen una buena actividad contra muchos Gram negativos y contra *S. aureus* productores de β -lactamasa. Como regla, se preferirán aquellas drogas que demuestren una buena distribución en la glándula, dejando como segunda elección aquellas que muestren una distribución más limitada. Desafortunadamente, algunas de las drogas más activas *in vitro*, no poseen las mejores características de distribución. Esta puede ser otra de las causas que motivan la discrepancia observada entre curaciones clínicas y bacteriológicas y pruebas de susceptibilidad *in vitro*.

La distribución de los antibióticos en la glándula mamaria también está influenciada por los cambios patológicos que tienen lugar durante la inflamación. Estos cambios son barreras a la difusión de la droga durante la terapia intramamaria. Estudios realizados con penicilina marcada con S^{35} , demostraron una pobre distribución de la droga dentro de la glándula mamaria inflamada, atribuyéndola a la compresión de los conductos mayores y menores por el edema y a su obturación por la proliferación de células epiteliales y tejido de granulación asociados con la inflamación. En la tabla 1 se clasifican las drogas de acuerdo con su distribución luego de la aplicación intramamaria o parenteral.

La vía de administración parenteral se reserva, en general, para aquellas infecciones que se radican en la profundidad del tejido o que por su severidad se considere que puede estar dificultada la difusión del antimicrobiano. El tratamiento parenteral puede ser el único administrado o utilizado como adyuvante de la terapéutica intramamaria. Para que una droga sea utilizada por vía parenteral debe tener un pasaje efectivo de sangre a leche, el cual depende de las características farmacocinéticas de la droga. La mayoría de los antibióticos existen en sus formas ionizada y no ionizada en sangre y leche, pero en proporciones variadas debido a diferencias en el pH

en sangre y leche. Un pequeño cambio en el pH puede afectar el grado de ionización y por lo tanto producir un profundo efecto en la distribución de la droga en ambos compartimientos. El pH del plasma es relativamente constante (7,4), pero el de la leche es más variable (6,5 en leche normal, pero se acerca al del plasma en leche mastítica). La mayoría de las drogas utilizadas para el tratamiento de mastitis clínicas son sales de ácidos o bases orgánicas débiles o compuestos anfóteros. Las bases orgánicas lipofílicas débiles tienden a acumularse en la leche en su forma ionizada luego de su administración parenteral, llegando frecuentemente a concentraciones mayores que las obtenidas en sangre. Las bases orgánicas débiles, acceden a la leche con dificultad y sus concentraciones en leche son menores que las obtenidas en sangre. En casos de mastitis aguda, la barrera sangre/leche está dañada parcialmente y por lo tanto el pH de la leche se acerca al de la sangre; la concentración de la droga en la ubre se aproximará entonces a la concentración de la fracción no ligada a proteínas séricas.

No existe ninguna droga que reúna todos los requisitos considerados ideales para un antibiótico que se administre por vía sistémica, pero el examen de todas las características: propiedades antibacteri-

anas, espectro y propiedades farmacocinéticas, permitirán la adecuada su selección. Sin embargo, es posible que por subdosificar no se mantenga la concentración de antibiótico necesaria por el tiempo adecuado para eliminar la infección. Respecto de la duración del tratamiento, en general conviene administrar al menos tres días aquellos productos que son bien absorbidos. En los últimos años, para limitar las pérdidas debidas a descarte de leche por la presencia de residuos antibióticos postratamiento, las compañías farmacéuticas han centrado su interés en el desarrollo de drogas intramamarias de corto período de eliminación, algunas consistentes en una aplicación única (cefacetril, pirlimicina). Debe tenerse en cuenta que la aplicación del tratamiento por cortos períodos puede en algunos casos determinar que no siempre se obtengan curaciones bacteriológicas y que por lo tanto se mantengan IIM subclínicas dentro del rodeo. Es importante considerar que la mayor duración del tratamiento antibiótico está generalmente asociada con una mayor probabilidad de curación. Usualmente, los tratamientos de mastitis clínica tienen una duración aproximada de 2 a 3 días. Hasta mitad de la pasada década no se habían detectado mejoras significativas en las tasas de curación con los regímenes y drogas antibióticas disponibles,

● *Tabla 1. Clasificación de drogas antibacterianas de acuerdo con su distribución potencial en la glándula mamaria de su administración por vía parenteral e intramamaria.*

PARENTERAL	INTRAMAMARIA
Buena distribución	
Eritromicina	Eritromicina
Tilosina	Espiramicina
Clindamicina	Tilosina
Penetamato	Amoxicilina
Espiramicina	Cefalexina
Florfenicol	Ampicilina
Lincomicina	Penetamato
Tilmicosina	Novobiocina
Norfloxacin	Rifampicina
Cefquinome	Rifamicina SV
Distribución limitada	
Penicilina G	Penicilina G
Ampicilina	Cloxacilina
Amoxicilina	Cefoxazole
Tetraciclinas	Cefacetrile
Cefalosporinas	Oxitetraciclina
Novobiocina, etc.	Cefapirin
Distribución pobre	
Dihidroestreptomina	Neomicina
Neomicina	Kanamicina
Kanamicina	Dihidroestreptomina
Gentamicina	Gentamicina
Ceftiofur	Polimixinas
Cefalexina	

tanto en mastitis clínicas como subclínicas causadas por *S. aureus*. En los últimos años los esfuerzos se centraron tanto en el uso de terapias intramamarias y sistémicas combinadas, como en terapias intramamarias extendidas para tratar mastitis clínicas y subclínicas con el fin de mejorar las tasas de curación. En los últimos años se llevaron a cabo varios trabajos de investigación comparando la efectividad de terapia antibiótica de duración usual con regímenes de terapia extendida por 5 a 8 días, observándose mayores tasas de curación con estas últimas.

Uso de antibióticos que dificultan la fagocitosis.

Varios antibióticos y sus vehículos, cuando son utilizados en concentraciones semejantes a aquellas que pueden encontrarse en leche durante las primeras 12 hs siguientes al tratamiento intramamario han demostrado tener efectos deletéreos en los neutrófilos bovinos aislados de la leche. Neutrófilos expuestos a gentamicina, tetraciclina y tiamulina demostraron alteraciones en la morfología celular, así como una actividad fagocítica disminuida. El significado de estos hallazgos debe evaluarse considerando que la eliminación final de la infección depende no solamente de la acción del antibiótico, sino también de la efectividad de las propias defensas del hospedante y del barrido físico de los organismos por el ordeño. Las consecuencias de estas alteraciones en la actividad neutrofílica debido a los antibióticos durante una IIM podría ser una limitante a la acción del fagocito. Si sumamos la presencia de resistencia bacteriana a un antibiótico que de por sí inhibe la fagocitosis, la interferencia con la respuesta inmune puede llevar a prolongar el curso de una infección.

REGÍMENES DE TERAPIA ANTIBIÓTICA DURANTE LA LACTANCIA

Las dispares tasas de curación obtenidas frente a mastitis causadas *S. aureus* motivaron que en la década de los 80 y parte de los 90 se generalizara el concepto de la ineficacia de la terapia antibiótica y se recomendara su uso fundamentalmente para vaca seca y para casos clínicos. Durante los últimos años, los intentos para mejorar las tasas de curación frente a este organismo llevaron a un nuevo

enfoque que consistió en analizar todas las variables antes mencionadas y considerar que no sólo se debe elegir un antibiótico que reúna características farmacocinéticas adecuadas, sino dosificarlo correctamente por el tiempo necesario y aplicarlo en aquellos animales que tienen la mayor posibilidad de eliminar la infección. En general, este tipo de estrategia que contempla todos los factores, no ha sido hasta el momento adecuadamente considerada por los laboratorios farmacéuticos, asesores veterinarios y productores.

Terapia extendida. La observación de que la mayor duración del tratamiento antibiótico está asociada con mayores tasas de curación no es nueva. Las comparaciones entre regímenes de tratamiento de dos a tres días de duración son frecuentes en la práctica diaria, y de cinco a ocho días de duración, se consideraban como terapia extendida. Ensayos sobre casos clínicos, utilizando distintas preparaciones antibióticas demostraron que prolongando la administración de las formulaciones por 12 a 48 hs, las tasas de curación mejoraban sustancialmente. Estas mejoras fueron aún mayores en los casos en que los organismos aislados no eran productores de β -lactamasa.

El tratamiento antibiótico durante la lactancia fue restringido hasta la década del 90; sin embargo, al adquirirse nuevos conocimientos sobre factores de riesgo de curación y al incrementarse las exigencias para disminuir los valores de RCS en leche de tanque de frío, el interés por tratar IIM subclínicas por *S. aureus* se incrementó. Como resultado, se realizaron varios estudios comparando regímenes de terapia antibiótica de distinta duración. En algunos casos, la terapia extendida aumentó sustancialmente las tasas de curación (tabla 2).

En el ámbito local, se realizaron dos estudios para evaluar la eficacia de regímenes de terapia extendida durante la lactancia frente a casos espontáneos de mastitis subclínicas causadas por *S. aureus*. En ambos estudios las mayores tasas de curación se observaron en las vaquillonas de primera lactancia. Estos resultados, junto con los obtenidos por otros autores en los últimos años, apoyan la factibilidad del uso estratégico de terapia extendida frente a *S.*

● Tabla 2. Duración del tratamiento y probabilidad de cura en estudios de eficacia de curación de mastitis subclínicas causadas por *Staphylococcus aureus*.

Compuesto	Tratamiento estándar		Terapia extendida	
	Días	Cura	Días	Cura
Penetamato	2	62,7%	4	68,8%
Pirlimicina	2	2/15 (13,3%)	8	5/6 (83,3%)
Pirlimicina	2	56%	8	86%
Ceftiofur	2	1/15 (13,3%)	8	4/11 (36%)

aureus. Sin embargo, se debe tener en cuenta que el uso de la terapia extendida para casos subclínicos de *S. aureus*, debe ser cuidadosamente evaluado y aplicado dentro del marco de un programa de control de la enfermedad.

CONSIDERACIONES FINALES

Un programa efectivo de control de IIM por *S. aureus* incluye la rápida identificación de vacas y vaquillonas infectadas, para instaurar medidas tendientes a disminuir la posibilidad de diseminación del organismo en el rodeo. Estas medidas incluyen segregación, eliminación de animales o tratamiento antibiótico y requieren de una aplicación conjunta para lograr un máximo beneficio. Si bien la terapia antibiótica de vaca seca, ha demostrado ser el método más eficaz para tratar las IIM subclínicas por este organismo, el uso estratégico de terapia extendida durante la lactancia para tratar infecciones subclínicas se presenta como una herramienta valiosa para ser utilizada como un com-

ponente dentro del marco de los programas de control de esta enfermedad. Su implementación se deberá basar en un riguroso análisis costo-beneficio, considerando variables como costo del antibiótico, costo de la leche descartada, tasas posibles de curación, aumento de riesgo de residuos de antibióticos en leche, posibilidad de curación, aumento de producción y descenso del RCS post-tratamiento.

El conocimiento de los factores del hospedador, del organismo infectante y de las preparaciones antibióticas que influyen la eficacia de curación, posibilita actualmente dirigir la terapia a aquellos animales que tengan una mayor posibilidad de responder, favorablemente, utilizando los compuestos y regímenes de dosificación más adecuados. Este enfoque contempla, por lo tanto, un uso más racional de los antimicrobianos, tendiente a evitar su aplicación indiscriminada, disminuir los riesgos para la salud pública y los perjuicios económicos para el productor y la industria láctea. ■

Bibliografía

- Barkema, H.W., Y.H. Schukken, and R.N. Zadoks. 2006. The role of cow, pathogen, and treatment regimen in the therapeutic success of bovine *Staphylococcus aureus* mastitis. *J. Dairy Sci.* 89:1877-1895.
- Calvinho, L.F. y L. Tirante. 2005 Prevalencia de microorganismos patógenos de mastitis bovina y evolución del estado de salud de la glándula mamaria en Argentina en los últimos 25 años. *Rev. FAVE Sección Cs. Vet.* 4:29-40.
- Calvinho, L., Chaves, C. Vitulich, C.; Tirante, L.; Canavesio, V.; Maito, J.; Neder, V. 2006. Terapia extendida a base de rifaximina y cefacetil para el tratamiento de infecciones mamarias subclínicas causadas por *Staphylococcus aureus* durante la lactancia. resultados preliminares. En: XXº Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias / 14º Congreso Chileno de Medicina Veterinaria. Abs. 469.
- Deluyker, H.A., S.N. Van Oyte, and J.F. Boucher. 2005. Factors affecting cure and somatic cell count after pirlimycin treatment of subclinical mastitis in lactating cows. *J. Dairy Sci.* 88:604-614.
- Ziv, G., and M. Storper. 1995. Intramuscular treatment of subclinical staphylococcal mastitis in lactating cows with penicillin G, methicillin and their esters. *J. Vet. Pharmacol. Ther.* 8:276-283.

El Control de Parásitos Bovinos en Producción de Leche

- Ms. Vs. Oscar S. Anziani y Alberto A. Guglielmo, INTA Rafaela

Los efectos de los parásitos que afectan a los bovinos en los rodeos lecheros, provocan severas pérdidas, tanto productivas como económicas. Su control puede cambiar el peso de la balanza costo-beneficio a favor del bolsillo del productor. En este trabajo, se analizan los diferentes métodos y alternativas de control, para lograr un rodeo que sufra, lo menos posible, la intromisión de estos indeseables huéspedes.

- Cuando se evalúan los efectos de los parásitos, en los bovinos lecheros, se deben considerar las numerosas variables existentes, así como las alternativas disponibles para su control. Además del tipo de parásitos involucrados (internos o externos), la categoría de sus hospedadores (vaquillonas o vacas adultas) y el sistema de alimentación (pastoreo directo o alimentación a corral) en el ganado lechero, merece una consideración especial el estado productivo (vacas en lactancia o secas) como también la presencia y persistencia de residuos, y el tiempo de espera para cada tratamiento

Parásitos internos

Los parásitos internos más importantes que afectan a los bovinos de leche, en nuestro país, son un grupo de nematodos que parasitan el aparato digestivo; especialmente, el cuajar y el intestino delgado, ocasionando severas pérdidas productivas por anorexia, interferencias con el balance hídrico y electrolítico, y una deficiente absorción de nutrientes. En casos severos, estos disturbios digestivos y el desarrollo de anemia y diarreas, pueden ocasionar la muerte de los animales. Debido a que los huevos y fases larvarias, se desarrollan en las pasturas, estos nematodos gastrointestinales están, exclusivamente, asociados a los animales en pastoreo. La humedad es esencial para la supervivencia, el desarrollo y transporte de nematodos en las pasturas, y la mayoría de huevos y larvas sobreviven a las condiciones invernales del centro y norte de la Argentina, pero no a las condiciones de verano que provocan déficit hídrico.

Si bien, están ampliamente difundidos, en todas las cuencas lecheras del país, las condiciones geográficas y climáticas determinan la mayor o menor presencia de cada uno de géneros, los que a su vez presentan diferentes efectos patogénicos para los bovinos. Sin un adecuado control parasitario, sea este por prácticas de manejo o por el uso de anti-

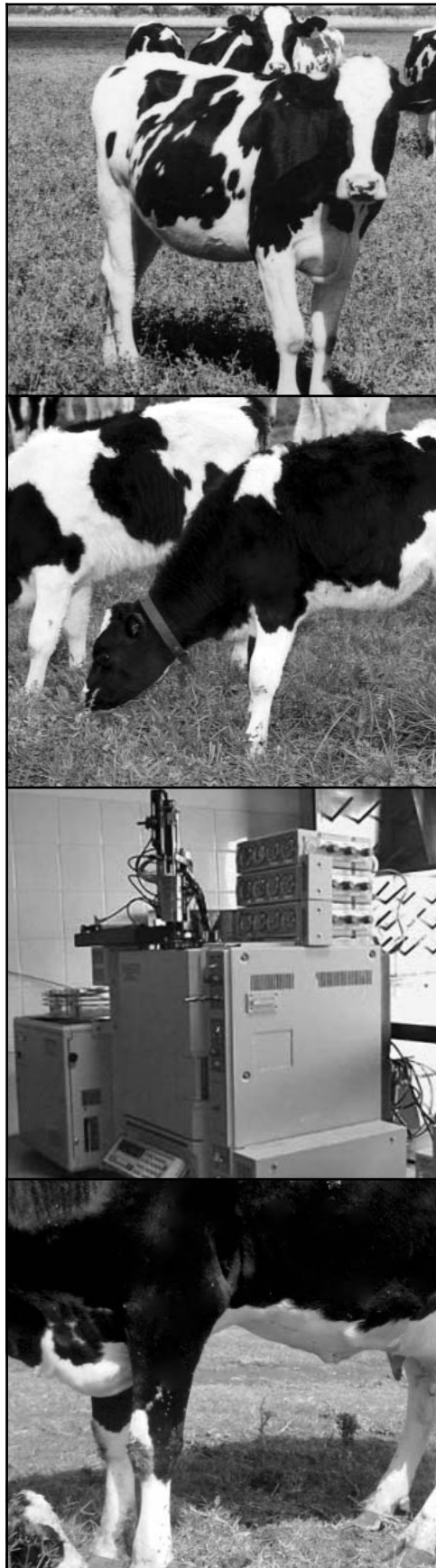
helmínticos, sería prácticamente imposible la producción bovina pastoril, bajo las condiciones intensivas que, actualmente, se practican en nuestro país. En general se asume que los géneros que parasitan el abomaso, como por ejemplo *Haemonchus* y *Ostertagia*, presentan mayor patogenicidad relativa que otros que se ubican en el intestino como *Cooperia*, *Nematodirus*, *Oesophagostomum* y *Trichostrongylus* (si bien, este último, puede también, encontrarse en cuajar.).

Efectos sobre las distintas categorías: los animales jóvenes son muy susceptibles a estos parásitos, mientras que los bovinos mayores de 24 meses desarrollan, generalmente, inmunidad hacia estos, aunque este fenómeno no es absoluto. Los bovinos que han desarrollado inmunidad, generalmente, mantienen un pequeño número de parásitos, pero, al mismo tiempo, son capaces de prevenir el establecimiento de un número tal que afecte, significativamente, la salud y productividad de estos animales. Por ejemplo, si consideramos la categoría de vacas adultas en una pastura, estos animales probablemente mantengan, en su aparato digestivo, un número pequeño de nematodos, a pesar de estar ingiriendo, diariamente, miles de larvas infectivas. La mayoría de estas larvas pueden ser rechazadas o generar nematodos adultos, morfológicamente alterados o más pequeños que lo normal, los que a su vez presentan menor oviposición, y con huevos menos viables a los que hubieran sido producidos por estos mismos parásitos en animales susceptibles, como por ejemplo, terneros de cría. En esta última categoría, la cual no ha desarrollado inmunidad, y especialmente en los meses de otoños húmedos, en los cuales existe una oferta importante de larvas en las pasturas, es posible observar formas clínicas severas e inclusive importantes pérdidas por mortalidad. Las formas clínicas conocidas también como "enfermedad parasitaria", se incrementan cuando los animales están sometidos a un bajo plano nutricional. Si bien este parasitismo clínico e incluso mortalidad, todavía ocurre en un grado

relativamente importante, en las cuencas lecheras de nuestro país, estas pérdidas directas son menos comunes que lo observado, por ejemplo, dos décadas atrás. Actualmente, la mayoría de las pérdidas provocadas por nematodos, en la producción lechera nacional, son subclínicas, ocasionadas por disminuciones en la ganancia diaria de peso y por el retraso en el crecimiento. En este contexto, la categoría más vulnerable son los terneros, desde el momento en que abandonan la etapa de dieta láctea e inician el pastoreo hasta, aproximadamente, los dos años de edad.

Los sistemas intensivos de producción de leche requieren de un servicio temprano de la vaquillona, para lo cual esta categoría debería ganar entre 600 y 800 g de peso por día, para alcanzar el peso del primer servicio, aproximadamente, a los 15-17 meses, y el primer parto a los 24-26 meses de edad, aproximadamente. En ausencia de enfermedad parasitaria y en sistemas no intensivos, en los cuales las vaquillonas tienen su primer cría alrededor de su tercer año de vida, las formas subclínicas de los nematodos gastrointestinales no causan, generalmente, mayores problemas. Sin embargo, estas mismas parasitosis constituyen uno de los factores restrictivos que impiden que las vaquillonas ganen peso rápidamente como para ser inseminadas o entoradas a los 15-18 meses. Los trabajos desarrollados en el INTA Rafaela, demuestran que, aun, en terneras mantenidas bajo un plano nutricional adecuado, esta parasitosis puede causar retardos de aproximadamente 50 días, en su primer servicio. Las disminuciones en la ganancia de peso son, incluso, detectables en vaquillonas que reciben tratamiento antiparasitario, pero no realizados en forma intensiva. Estos resultados, enfatizan la importancia del control intensivo de los parásitos internos, en las vaquillonas, para mejorar la ganancia de peso y adelantar el servicio, lo cual constituye un requisito indispensable para los sistemas intensivos de producción de leche. La correlación positiva existente entre el peso de la vaquillona al parto y la producción de leche, en su primera lactancia, es otra de las razones para controlar, en forma eficiente, estos parásitos.

Por otra parte, marcando una diferencia con las observaciones realizadas en animales jóvenes, los efectos de los nematodos gastrointestinales en vacas adultas y sobre la producción de leche, es aún motivo de controversias a nivel mundial. En pocos estudios controlados, se ha observado una respuesta positiva al tratamiento. Y, si bien existen informes de algunos ensayos con aumentos productivos importantes, en la mayoría de los casos, la respuesta es generalmente pequeña y, a veces, con relación costo-beneficio negativa. Se desconocen los factores que producen respuesta al



tratamiento en algunos establecimientos, pero no en otros, y es probable que estas diferencias estén condicionadas por las prácticas de pastoreo y manejo previas.

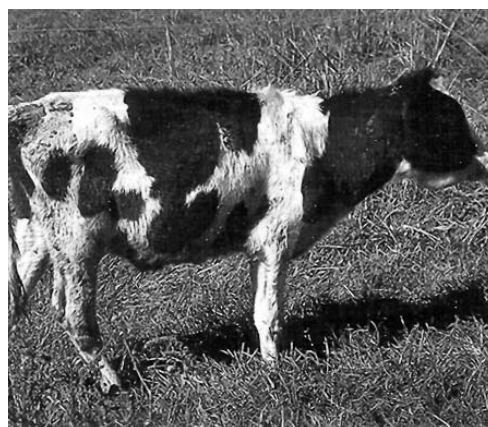
Por todo lo expuesto, los programas intensivos de control de nematodos gastrointestinales, deberían dirigirse hacia las terneras y vaquillonas de reemplazo, que constituyen las categorías más vulnerables. De acuerdo con la información, actualmente disponible, es prudente relativizar los beneficios de tratamientos masivos y generalizados de las vacas en lactancia. No obstante, debería considerarse que, ocasionalmente, el tratamiento de esta categoría podría resultar en una relación costo-beneficio positiva en determinados rodeos o bajo situaciones particulares de manejo.

En general y hasta comienzos del 2000, los productos utilizados para el control de estos nematodos, se habían mostrado como insumos de producción prácticos, eficaces y seguros; pero, la presencia de poblaciones que se están haciendo resistentes a estas drogas, constituye un problema emergente, para la producción bovina pastoril al dificultar la reducción de los costos inherentes al parasitismo. La resistencia de los parásitos a los antihelmínticos, puede ser definida como la disminución o ausencia de eficacia de un fármaco frente a poblaciones parasitarias que son, generalmente, susceptibles a esta droga. Se considera que este es un fenómeno preadaptativo y hereditario, por el cual, los genes que confieren resistencia ya se encontrarían presentes en algunos pocos parásitos, antes de que ocurra la primera exposición a una droga determinada. A medida de que se realizan tratamientos con esta droga, se iría ejerciendo una presión de selección, la cual incrementaría la frecuencia de individuos resistentes, hasta que estos se constituyen en la mayor parte de la población parasitaria. Por lo tanto, la resistencia se expresaría como una adaptación de una población de nematodos, frente a una situación permanente de estrés, como podría ser la aplicación frecuente de un determinado antiparasitario.

Si bien existen, actualmente, cerca de un centenar de productos comerciales en el mercado veterinario argentino, la casi totalidad de estos antihelmínticos disponibles, corresponden solamente a tres grupos químicos: los imidazotiazoles (levamisoles), los benzimidazoles y las lactonas macrocíclicas (avermectinas / milbemicinas). Cuando los nematodos se vuelven resistentes a una droga, perteneciente a uno de estos tres grupos, el fenómeno se hace extensible hacia todos los miembros que componen ese determinado grupo químico. Por su practicidad y eficacia, se ha observado, en la última década, un uso gene-

ralizado de las lactonas macrocíclicas (conocidas también como endectocidas) para el control no solo de los nematodos gastrointestinales sino también de parásitos externos como larvas de bicheras, ácaros de sarna y garrapatas. El segundo grupo más utilizado en este período, ha sido el de los benzimidazoles. La aparición de genéricos en ambos grupos, impulsó una disminución en el precio relativo de estos insumos, y un aumento de aplicación sobre los bovinos, muchas veces, en forma innecesaria, dando como resultado una mayor presión de selección sobre las poblaciones parasitarias, y favoreciendo la aparición de resistencia. Hasta el momento, las lactonas macrocíclicas constituyen el grupo más involucrado en estos casos de resistencia. También se han producido casos con benzimidazoles, mientras que los imidazotiazoles o levamisoles, aparentemente permanecen aún efectivos. Los recientes hallazgos en nuestro país de parásitos mostrando resistencia múltiple a dos de estos grupos químicos (lactonas macrocíclicas y benzimidazoles), constituyen una luz amarilla en la producción bovina nacional, la cual depende fuertemente del uso de antihelmínticos, para mantener altos niveles de productividad.

En general, los bajos niveles de resistencia no son reconocidos por los productores, quienes continúan con el uso de antihelmínticos que son inefectivos, comprometiendo el crecimiento de las categorías más susceptibles y la productividad general del rodeo. La información preliminar que se está obteniendo en la Argentina, indica que la resistencia de los nematodos a los antiparasitarios se encuentra mucho más difundida de lo que se supone en aquellos establecimientos que utilizan intensivamente estos productos. En este contexto, y ante la presencia de signos clínicos como diarreas, pérdida de estado o deficiencias en la productividad de bovinos, regularmente tratados con antihelmínticos, se debería incluir la posibilidad de resistencia en el diagnóstico diferencial de estos problemas.



Asimismo, la rápida dispersión que se está observando en la producción bovina nacional, exige una profunda reformulación de los actuales programas de control así como de nuevas recomendaciones, si se pretende mantener un balance entre sustentabilidad y productividad.

Estas recomendaciones incluyen:

La planificación de las estrategias de control con asesoramiento veterinario. El nuevo escenario producido por la resistencia, es mucho más complejo que el anterior, y la necesidad de asesoramiento profesional es mayor ahora que antes. Las decisiones sobre drogas, momentos de los tratamientos y estrategias son complejas y necesitan de conocimientos parasitológicos específicos.

La utilización racional de los antiparasitarios. La tecnología no química disponible, actualmente, no puede sustituir a los antiparasitarios y, en la industria farmacéutica, es dudosa la aparición, en el futuro, de nuevas clases de antihelmínticos para el control de nematodos en rumiantes. En este contexto, es imprescindible la aplicación racional de las drogas que se utilizan, para mantener su eficacia y vida útil. Esto exige abandonar por ejemplo, las aplicaciones sistemáticas, las realizadas para aprovechar el encierre producido por otras prácticas de manejo o el uso "por las dudas". Estos procedimientos seleccionan parásitos resistentes y, generalmente, presentan muy dudosos o nulos beneficios económicos.

La administración de antihelmínticos solo en las categorías que lo requieran. Los bovinos, menores de dos años de edad, son los más susceptibles a la acción de los parásitos. Los bovinos adultos desarrollan inmunidad contra estos parásitos y los tratamientos, generalmente, no son necesarios. Si bien pueden existir excepciones, la aplicación de antihelmínticos, en las categorías adultas, no deberían ser prácticas rutinarias. En nuestros sistemas pastoriles de producción de leche y, a la luz de los fenómenos de resistencia que se están observando, el control sustentable debería



apuntar a las 900.000 a 1.200.000 terneras y vaquillonas de reposición que se criarán anualmente y, obviamente, al número similar de machos de similar edad.

La incorporación de análisis de materia fecal como práctica habitual en los rodeos. Si bien con algunas limitantes, el conteo de huevos que eliminan los nematodos en la materia fecal (o test del h.p.g.) puede dar información muy valiosa para conocer el nivel de parasitismo, decidir el momento de los tratamientos o conocer la contaminación de las pasturas. Asimismo, una vez realizados los tratamientos, la realización del hpg puede indicarnos la eficacia de los antiparasitarios que se utilizan, y determinar el estado de susceptibilidad o resistencia de las poblaciones parasitarias del establecimiento.

Parásitos externos

En las principales cuencas lecheras de nuestro país, los dípteros hematófagos, como la mosca de los cuernos (*Haematobia irritans*) y la mosca brava (*Stomoxys calcitrans*), son consideradas como los parásitos externos de mayor importancia.

Mosca de los cuernos (aspectos biológicos generales). Este insecto parasita a los bovinos en pastoreo, alimentándose de la sangre y desarrollando las fases larvales en la materia fecal de éstos hospedadores. Su introducción, en 1991, y la rápida dispersión observada en la Argentina, ha dado como resultado que millones de bovinos reciban tratamiento contra este insecto, originando costos directos y la distribución de importantes cantidades de insecticidas en el ambiente. El impacto que producen las poblaciones de la mosca de los cuernos, sobre la productividad de los bovinos, no está determinada con precisión y es motivo de controversias en todos los países con producción bovina extensiva. No obstante, existe consenso para considerar que los efectos perjudiciales deberían ser de mayor importancia en animales altamente sensibles a cualquier tipo de estrés: por ejemplo, las vacas lecheras. Asimismo, *H. irritans* ha sido incriminada en la transmisión de mastitis por *Staphylococcus aureus* en vaquillonas.

Control de la mosca de los cuernos: la aplicación *pour on the* insecticidas piretroides, mayormente cipermetrina, fue durante la década del 90, el método más utilizado en la Argentina para el control de este insecto. Sin embargo, y como ha ocurrido en todos los países con producción bovina extensiva, el desarrollo creciente de los fenómenos de resistencia a los piretroides en la Argentina, requiere de otros insecticidas y formas de aplicación para el control químico de este insecto. Los insecticidas fosforados están reem-

plazando al uso de los piretroides, en aquellos establecimientos en donde se ha visto disminuida la eficacia de estos últimos. En general, los insecticidas fosforados resultan de mayor toxicidad para los animales y el hombre que los piretroides, por lo tanto requieren de un uso cuidadoso, el cual se debe extremar cuando se aplican a vacas en lactancia para evitar la presencia de residuos en la leche.

Entre las alternativas evaluadas en el INTA Rafaela, utilizando productos fosforados, permitidos por el SENASA, para la categoría de vacas en lactancia, se destacan el uso de bolsas autoaplicadoras y de caravanas insecticidas. En el caso de las bolsas aspersoras, conteniendo insecticidas en polvo, se obtuvieron buenos resultados con formulaciones de coumaphos al 1%. Estas bolsas, con orificios en su parte inferior, se colocan suspendidas, inmediatamente, a la salida de la sala de ordeño, para aprovechar el paso forzado de las vacas, las que al tomar contacto con las bolsas, se autoaplican el insecticida en polvo sobre la cabeza, columna vertebral y flancos. A fines de facilitar el acostumbramiento de los animales a este sistema, es aconsejable que las bolsas sean suspendidas por unos días a una altura superior y luego colocadas a la altura finalmente requerida. Para garantizar la eficacia de estas bolsas autoaplicadoras, se ha recomendado que los animales tomen contacto con estas, diariamente. No obstante, experiencias llevadas a cabo en el INTA Rafaela, indican que el control que se logra con el uso, intermitente, cada 5 ó 7 días, es generalmente suficiente para mantener el número de moscas por debajo del nivel probable de daño económico. Cuando las vacas tomaron contacto durante dos ordeños consecutivos con una bolsa conteniendo coumaphos al 1%, con una frecuencia de 5 días entre los tratamientos, se observó que el número de insectos sobre estos bovinos era de 0 a 16 moscas por animal. Por el contrario, durante este período el número promedio de moscas sobre las vacas secas del mismo rodeo, que permanecieron como animales controles sin tratamiento, osciló entre 103 a 200 moscas por animal. Estas bolsas constituyen una alternativa relativamente práctica y económica, pero limitada exclusivamente a vacas en lactancia.

Las caravanas con insecticidas fosforados han sido introducidas al mercado veterinario argentino, desde hace unos años. Consisten, básicamente, en una matriz de un polímero, generalmente PVC, conteniendo insecticidas que se liberan lentamente y se distribuyen sobre el pelaje de los animales, en cantidades pequeñas y por un tiempo prolongado. Estas caravanas, conteniendo los insecticidas fosforados diazinon (en algunos casos en mezcla con clorpirifós) o ethion, en diferentes

concentraciones, y en diferentes categorías de bovinos Holando Argentino se vienen evaluando desde 1997 en el INTA Rafaela. En todas estas experiencias, los novillos, vaquillonas y vacas experimentales estuvieron expuestos a poblaciones de campo, con antecedentes de resistencia a insecticidas piretroides. La actividad insecticida de las caravanas comienza a manifestarse al día siguiente a su aplicación, para hacerse máxima en los 7 a 10 días posteriores. A partir de aquí y por un período mínimo de 15 a 16 semanas y de 18-19 semanas de máximo, se observan reducciones del número de insectos que oscilan entre el 99% al 80% cuando se comparan con animales no tratados. Debido a su practicidad y prolongada persistencia, esta tecnología de polímeros con insecticidas fosforados constituye una valiosa alternativa para el control de poblaciones de este insecto, resistentes a los piretroides, en bovinos lecheros. Presentan, también, una mayor seguridad relativa cuando se considera la posibilidad de accidentes por derrame o ingestión con respecto a otras alternativas, como pueden ser la aplicación de insecticidas líquidos. Es necesario considerar que no todas las caravanas están aprobadas para su uso en vacas lecheras en lactancia. Por lo tanto, es necesario el asesoramiento veterinario para adquirir aquellas habilitadas, para ese fin, por el SENASA.

Mosca brava (aspectos biológicos generales). A diferencia de la mosca de los cuernos, la mosca brava se encuentra asociada a condiciones productivas más intensivas ya que la oviposición y los estadios inmaduros se desarrollan en restos de silos, henos y alimentos, en general, que se mezclan con la orina y heces de los bovinos. En este substrato, se desarrollan las larvas y pupas, que en condiciones estivales desarrollan al estado adulto en tres semanas, aproximadamente. Otra de las diferencias con la mosca de los cuernos son sus hábitos de alimentación; mientras que *H. irritans* permanece sobre sus hospedadores constantemente, *S. calcitrans* toma contacto con los bovinos, solo tres o cuatro veces por día, para alimentarse; luego permanece en el ambiente, sobre la vegetación o estructuras cercanas.

Control de la mosca brava. Debido a estos hábitos de alimentación, la aplicación de químicos sobre los animales, produce un ligero contacto entre insecticida e insecto, lo cual sumado a la gran movilidad de este díptero y a su baja especificidad de hospedadores, resulta generalmente insuficiente para su control. Por lo expuesto, cualquier alternativa racional de control debe basarse en la eliminación de los lugares de cría (huevos-larvas y pupas) los que están constituidos por cualquier materia orgánica que permanezca húmeda. En los tambos, los restos de heno, granos y silajes que se mezclan con orina y heces, son los sitios más pro-

ductivos. El manejo de los desechos de la alimentación, el drenaje de los corrales y todas las técnicas que faciliten la desecación de materia orgánica son requisitos indispensables para el control. En este contexto sugerimos:

Los restos de rollos necesitan ser quemados y, la materia fecal de los corrales, si no puede ser retirada debería ser distribuida y dispersada sobre el piso de los corrales, para favorecer la desecación y no permitir el mantenimiento de zonas húmedas. Si esta se retira de los corrales, es conveniente no conservarla en pilas sino dispersarla en superficies delgadas que se sequen rápidamente.

Controlar y eliminar goteras y pérdidas de agua de cañerías y bebederos de los corrales

Si las áreas de drenaje de líquidos y la materia orgánica de los corrales, terminan formando cavas aledañas demasiado húmedas y que imposibilitan la desecación por medios mecánicos, una alternativa es inundar ocasionalmente con agua estas superficies. Unos dos centímetros de agua sobre estas superficies, durante medio día, debería producir la muerte de larvas por ahogamiento. Aplicación de insecticidas sobre estructuras y animales: si se dispone de una bomba mecánica, la aplicación cada 8 a 10 días de piretroides en *spray*, podría ser de utilidad sobre todas las áreas sombreadas de estructuras de los corrales (alam-

brados, postes, paredes y pivotes de tinglados) que son utilizadas por la mosca brava para descansar, así como las correspondientes a las partes exteriores de las salas de ordeño. Para estas estructuras, se pueden utilizar piretroides (cipermetrina) e incluso diclorvos, cuidando muy especialmente no contaminar bebederos y comederos. En el caso de tratamientos sobre los animales se sugiere el uso de permethrina (no cipermetrina) aplicada como *spray* sobre flancos, costillares y, fundamentalmente, miembros anteriores y posteriores, haciendo lo posible para no mojar las ubres. Es conveniente no utilizar más de un litro por animal y con intervalos no menores a 7 días. La concentración y dilución en agua, varía con cada producto comercial.

Algunos métodos de control biológico basados en la liberación de Himenópteros que parasitan a pupas de la mosca brava, están comercialmente disponibles, y otros, probablemente, comiencen a ser publicitados para su control. Esta metodología de control presenta un interesante potencial, pero por el momento es necesaria mayor información y consistencia en los niveles de eficacia (hasta el momento, han sido pobres bajo condiciones de campo) antes de que su uso pueda ser aconsejado en tambos. ■

Bibliografía

Anziani, O.S., 1996. *Epidemiología y control de dípteros que parasitan a los bovinos en el área central de la Argentina. En: Dípteros Plaga de Importancia Económica y Sanitaria. Serie de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria N° 20, pp 33-44.*

Anziani, O.S.; Flores, S.G.; Forchieri, M.; Guglielmo, A.A.; Volpogni, M.M., 1998. *El control de la mosca de los cuernos (Haematobia irritans) utilizando una caravana insecticida conteniendo diazinón 40%. Revista de Medicina Veterinaria (Bs. As). 79: 334-336.*

Anziani, O.S.; Suárez, V.; Guglielmo, A.A.; Wanker, O.; Grande H. and Coles G., 2004. *Resistance to benzimidazole and avermectin anthelmintics in cattle nematodes in Argentina. Veterinary Parasitology 122: 303-306.*

Anziani, O.S.; FIE, C.A., 2004. *Estado actual de la resistencia antihelmíntica (nematodos gastrointestinales) en bovinos de la Argentina. Veterinaria Argentina, Vol. 21:86-101.*

Guglielmo A.A., Castelli M.E., Volpogni, M.M., Anziani O.S., Mangold J.A., 2002. *Dynamics of cypemethrin resistance in the field in the horn fly, Haematobia irritans Medical & Veterinary Entomology 16: 310-315*

Guglielmo, A.A., Volpogni, M.M., Quaino, O.R., Anziani, O.S. and Mangold, A.J., 2004. *Abundance of stable flies on heifers treated for control of horn flies with organophosphate impregnated ear tags. Medical & Veterinary Entomology 18: 10-13.*

Mastitis en Ovejas Lecheras

- M. V. Víctor H. Suárez, INTA Anguil

En lechería ovina, las mastitis afectan la cantidad y calidad de la leche. La incidencia de Staphylococcus es la más frecuente. Para predecir la presencia de esta enfermedad, el conteo de células somáticas y la prueba mastitis california son herramientas muy útiles. No obstante, la detección precoz de mastitis, una buena rutina de ordeño, el uso del sellador y la terapia de secado son medidas de prevención necesarias.

- La lechería ovina es una actividad incipiente en el país, que lentamente se va transformando en una alternativa viable para pequeños y medianos productores debido a que se conjugan su buena rentabilidad y las posibilidades de ofrecer un producto nuevo y diferenciado como es el queso de oveja. Sin embargo, aquellos productores que comenzaron con esta actividad encuentran diariamente que en esta producción hay interrogantes tanto de orden productivo como de elaboración del producto. Uno de estos problemas está relacionado con el estado sanitario de las ubres de las ovejas y la calidad de la leche. De acuerdo con estudios realizados en Europa, donde la lechería ovina tiene tradición y es una actividad comercial importante, y de acuerdo con las observaciones preliminares hechas en el país, la mastitis es uno de los mayores problemas productivos en la lechería ovina. Esto se debe a que por un lado, afecta tanto la salud de los animales como la producción y calidad de la leche y, por otro lado, constituye un riesgo para la salud de productores y consumidores. A pesar de que es un tema que ha sido muy estudiado en todos los niveles posibles en lechería bovina, las grandes diferencias que hay entre las mastitis de la oveja con las de la vaca, hace que las comparaciones tengan que tomarse con cuidado y ser muy precavidos al generalizar resultados obtenidos en los bovinos.

MICROORGANISMOS INVOLUCRADOS. ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS

Las mastitis o infecciones intramamarias pueden presentarse desde el punto de vista médico como mastitis clínicas y subclínicas. Las primeras son infecciones evidentes y presentan una inflamación localizada o con signos generales como fiebre y debilidad; y las segundas se caracterizan por pasar desapercibidas, pero con cambios funcionales importantes.

Los estudios sobre mastitis clínicas muestran una incidencia anual menor al 5% y que *Staphylococcus aureus* -nocivo para el ser humano- es el agente causal más frecuente (17-57%), aunque también *Staphylococcus* cuagulasa negativos (SCN) han sido aislados en un 10.3-52.6% de los casos, demostrando su efecto nocivo para los ovinos. Por otro lado, a excepción de las mastitis causadas por *Mycoplasma* spp., que solo es importante en áreas endémicas, las frecuencia de otros gérmenes Streptococci, Enterobacteria, Corynebacteria, Pasteurella, etc., es muy baja. La mayor incidencia se observa, generalmente, al inicio del ordeño.

En el caso de las mastitis subclínicas, su incidencia realizada por medio del CMT, CCS o cultivos bacteriológicos, se estima entre el 5% a más del 30% de los rodeos lecheros. En nuestro país, en tambos de Tandil y de Bahía Blanca se halló una

- Cuadro 1: Prevalencia y gérmenes aislados de mastitis subclínicas en ovejas.

País	Nº de muestr	% SCN	% S. aureus	% Strep	% Cory	% E. coli	% Otros	Autores
España	1128	68	3.8	13.5	10.1	0	4.6	Las Heras et al., 1999
Chipre	1066	66	22	0	1	8	3	Mavrogenis et al., 1995
Israel	947	66	12.4	1	0.5	7.8	11	Eitam y Eitam, 1996
Francia, Italia, España	36910	77.5	5.3	4	0	1.5	11.5	Bergonier et al. 1999
Pcia. Chubut	154	85.8	14.2	0	0	0	0	Marguet et al., 2000
Pcia La Pampa	329	64.8	27	1	5	1	1.2	Suárez et al., 2002
Pcia. Buenos Aires	126	70.6	22.4	0	6	0	1	González et al., 2002

SCN: *Staphylococcus coagulasa negativo*; Strep: *Streptococcus* spp.; Cory: *Corynebacterium* spp.

prevalencia del 18.2 al 35.7% de ovejas positivas al CMT y en Anguil se observó que *Staphylococcus* spp. (SCN) es el género que con más frecuencia se reporta. Los escasos estudios realizados en ovejas lecheras de la Argentina coincidieron con los resultados europeos (Cuadro 1), aunque la prevalencia de *S. aureus* fue más elevada.

De acuerdo con estudios realizados en Francia, desde el 40 al 54% de las mastitis subclínicas, se curan sin tratamiento; luego de 3 a 4 meses, durante el período de seca, que en Europa dura alrededor de 4 meses, el 50-67% de las mastitis se resuelven solas.

En el tambo de la EEA Anguil se pudo observar que en animales positivos al test mastitis californiana (CMT), que nunca recibieron tratamientos, que a pesar de que el grado de mastitis al CMT de 3 o 4 descendió a lo largo de la lactancia solo el 15% tuvo una curación espontánea al inicio del nuevo período de ordeño, luego de 80 días de secado. Además, no se hallaron diferencias entre ovejas con más o menos de 2 lactancias. Contrariamente, otro estudio realizado en Tandil, mostró una elevación de las mastitis a medida que avanzaba el período de lactancia en ovejas de 3 o más lactancias.

Factores predisponentes. Las principales fuentes de mastitis son el contagio entre ovinos a partir de una elevada prevalencia de mastitis crónicas o subclínicas y lesiones e infecciones de los pezones, ya que en la piel de los ovinos se pueden aislar *Staphylococcus* y otros gérmenes que originan la enfermedad. Otras fuentes están relacionadas con el contagio mediante las pezoneras, manos de los operadores, insectos, entre otros, ya que los gérmenes penetran por el conducto del pezón. Esto muestra la importancia que tiene el diagnóstico y control de las mastitis subclínicas y la eliminación de ovinos portadores. Tanto el sobreordeño o la retención de leche, el repaso manual, el retiro de las pezoneras no automático, así como el

mal funcionamiento de la ordeñadora, pueden favorecer las infecciones. El sistema de media leche propicia el contagio a través de los corderos lactantes. La vitamina E y el selenio, aplicadas durante el período de secado, reducen el conteo de células somáticas (CCS) al inicio del ordeño.

Entre los factores relacionados con las ovejas se halla el aspecto genético. Es decir, la resistencia de cada oveja frente a las mastitis, y su ponderación a través del CCS y su relación con el estado sanitario de la ubre. Aunque esta información en el ovino es escasa, muestra una heredabilidad entre el 11 y 15% y una alta correlación (0.88-0.93) entre los CCS de la 1ª y 2ª lactancia. Esto permitiría implementar planes de selección.

DIAGNÓSTICO

La detección de los casos agudos de mastitis es por lo general fácil a los ojos del tambero, al igual que su diagnóstico clínico. Además, por los motivos expuestos, estos animales pueden ser rápidamente aislados y su leche eliminada. Por otro lado, las mastitis de curso crónico con medios mamarios con asimetrías, abscesos, esclerosis, etc., ya necesitan de una revisión y palpación profunda que determinará su tratamiento o el descarte. Tal diagnóstico se debería hacer sistemáticamente al inicio y al final del ordeño.

En el caso de las mastitis subclínicas, la detección de las inflamaciones intramamarias (IIM) tienen como principales herramientas al conteo de células somáticas (CCS) y a la prueba mastitis californiana (MCT). El cultivo bacteriológico, a pesar de ser de mucha utilidad y sensibilidad, por su elevado costo no posibilita un uso masivo de campo y solo se restringe para el diagnóstico de casos clínicos. Sin embargo, en el caso de brotes de mastitis clínicas, el diagnóstico microbiológico es necesario, porque, por lo general, los signos clínicos son confusos y es hay arribar a un diagnóstico preciso.



CCS: a pesar de considerarse como el mejor método indirecto de diagnóstico de mastitis subclínicas, debido a la estrecha relación existente entre los leucocitos (mayor parte de las células halladas) y la IIM, en lechería ovina aún no se ha logrado aunar, entre países europeos, un criterio en cuanto a un número de base, ya sea para conocer el estado infeccioso de las mamas o de la calidad leche y su consecuente pago por parte de las fábricas. Probablemente la falta de acuerdos se deban a que, además de cuestiones socio-productivas regionales, el resultado del CCS dependa, en menor medida, de otros factores tales como el estado de la lactancia (inicio o final), el número de lactancias, la fracción de la leche, el número de corderos y otros factores ambientales. Estos factores pueden hacer oscilar los valores de los CCS entre 400.000 a 1.000.000 cel/ml, cuando los valores medios propuestos para ovejas sanas a la mitad de la lactancia oscilan entre 100.000 y 250.000 cel/ml. Por lo general, los CCS se elevan algo al inicio de la lactancia y descienden en el pico de mayor producción, pero el factor ambiental es el principal y propio del manejo de cada tambo. Datos del INTA Anguil, no muestran diferencias entre el CCS y la edad de ovejas en lactancia sin IIM, y aunque otros sí han hallado diferencias entre ovejas de 1ra, 3ra y 5ta lactancia, la diferencia de sus medias geométricas siempre fue menor a 20.000 cel/ml. Las células epiteliales de ovejas sin mastitis están presentes en el CCS en un 2-3%, mientras que el restante 97-98% lo constituyen los glóbulos blancos o leucocitos (neutrófilos polimorfonucleares 10-35%; macrófagos 45-85%; linfocitos 10-17%). Las infecciones por lentivirus (Maedi-Visna) también pueden afectar los CCS.

La relación entre las bacterias aisladas de los medios mamaros y la media geométrica de los CCS obtenidos de varios estudios dan a aquellas causadas por *S. aureus* con conteos de entre 2.300.000 a 5.000.000 cel/ml; por diversos SCN como *S. simulans* entre 1.900.000 a 4.600.000 cel/ml, por *S. epidermidis* entre 1.000.000 a 1.500.000, por *S. xylosum* 210.000 a 225.000 cel/ml y para medios estériles 130.000 a 150.000 cel/ml. En el INTA Anguil se observó una correlación de 60% entre el CCS y el estatus infeccioso (Cuadro 2).

● Cuadro 2: Medias del CCS (incluyendo células epiteliales), correspondientes a los diferentes grados del CMT (Suárez y otros, 2002).

Grados de CMT	0	trazas	1	2	3
CCS m. aritmética	223.576	245.248	397.778	1.159.109	2.460.833
m. geométrica	194.984	208.181	317.774	915.250	1.990.535

Como uso práctico de diagnóstico del CCS para tratar o descartar ovejas en lactancia, se propone, en Francia, como en lechería bovina, usar una cifra como umbral que divida al rebaño en ordeño en ovejas sanas, dudosas e infectadas. Ovejas sanas: todos los conteos mensuales inferiores a 500.000 cel/ml (a excepción de 2 conteos), ovejas infectadas: cuando al menos 2 conteos están sobre 1.000.000 cel/ml y ovejas dudosas los casos intermedios. Según los evaluadores esto tendría sensibilidad del 84.1%, una especificidad del 66.3% y una eficiencia del 71.1%. La relación observada en el INTA Anguil entre el CCS y el CMT está representada en el cuadro 2.

CMT: esta es una evaluación semicuantitativa de las células en la leche luego del agregado de un reactivo y a partir de la formación más o menos intensa de un gel. A partir de su uso en bovinos y su relación con el CCS se estableció una puntuación de 0 a 4 cruces, de las ubres sanas a las más gravemente infectadas. Debido a que el CMT es de mucha utilidad en campo por lo simple, rápido y barato, probada su utilidad en el tambo ovino, demostró en ovejas una correlación del 80% entre el CMT y la bacteriología, con una sensibilidad y especificidad promedio del 69% y 76%. En el INTA Anguil se estimó una correlación del 65%. (Cuadro 3 y Fig. 1). Además se observó un mejor valor predictivo para los casos negativos de mastitis que para los positivos, como puede observarse en el grado 2 donde el porcentaje de negativos es del 61.1% (Fig. 1). En conclusión, el CMT para la lechería ovina es una herramienta invaluable, ya que por su costo el CCS es casi inaccesible a nivel individual. Actualmente, se observa que los tamberos no saben interpretarlo bien y tal vez habría que reducir su lectura a 3 o 4 clases.

Diagnóstico colectivo. En Francia se estudió la relación existente entre el CCS tomado del tanque o un *pool* del total de la leche producida y la prevalencia de ovejas con IIM (CCS mayor de 340.000 cel/ml). Sobre esta base se estimaron, a partir de un promedio anual del CCS, la proporción de ovejas con mastitis subclínica ya que la correlación hallada fue alta ($r^2= 0.84$). Por ejemplo, en majadas con una prevalencia de 6 a 26% de IIM, el promedio del CCS del tanque es de 300.000 a 1.100.000 cel/ml (Fig. 2).

EFFECTO, TRATAMIENTO Y CONTROL

Las consecuencias económicas debido al tratamiento, la muerte o descarte de ovejas por mastitis clínicas es evidente, no así aquellas pérdidas en el rinde o la calidad láctea ocasionado por las infecciones subclínicas. Las observaciones del INTA Anguil estiman, en ovejas negativas al CMT, un 16.9% más de leche en toda la lactancia, que las positivas al CMT. Estos resultados estuvieron avalados por un coeficiente de correlación negativo entre los promedios de los CCS y las producciones lácteas ($r = -0.36$) recogidas en los grupos durante el período de ensayo. Se estimó una pérdida de 18.8 ml por cada incremento de 100.000 cel./ml.

La literatura sobre el tratamiento de las mastitis ovinas es escasa y, por lo general, extrapolada de lo que existe en bovinos. Algunos estudios sobre el tratamiento de las **mastitis clínicas** muestran buenos resultados con algunas drogas. El tilmicosin (10 mg/kg) resultó útil para resolver IIM a *Staphylococcus* en 5 a 7 días tanto como otros tratamientos por vía parenteral que han sido recomendados como tobramycin (25 mg/kg), enrofloxacin (5 mg/kg), altas dosis de penicilina o spiramicin y las beta-lactamines y macrolidos. Todos estos tratamientos y su complementación con el vaciado manual u hormonal (oxitocina) de las ubres, uso de antiinflamatorios, etc., deben ser considerados a partir del valor económico de los animales.

El tratamiento y cura de las **mastitis subclínicas**, así como la prevención de nuevas infecciones es más eficiente si se realiza en el momento del secado de las ovejas. Esto puede realizarse, ya que las ovejas con los ubres infectadas han sido detectadas previamente por el CMT, el CCS y o palpación. Los tratamientos antibióticos con pomos intramamarios muestran un porcentaje de cura del 65 al 95%. Se recomienda tratar selectivamente solo a las ovejas con infecciones, ya que esto permite un uso racional de los antibióticos, reduce costos y es más higiénico, ya que reduce los riesgos de contaminación a las ovejas sanas al aplicar la infusión intramamaria. Los tratamientos por vía parenteral,



mayormente intramusculares, son una alternativa que comprende menos riesgos de contagio entre ovejas, aunque hay pocos registros sobre su eficacia.

Los **períodos de retirada** necesarios al aplicar los tratamientos intramamarios durante el ordeño, para evitar residuos en la leche, parecen ser más prologados en la oveja que en la vaca. Por ejemplo, los residuos en leche observados luego de 3 aplicaciones intramamarias, a intervalos de 12 h, de 200 mg de amoxicilina y 10 mg de prednisona se recuperaron durante 6 días. Las reglas europeas prescriben 7 días como tiempo mínimo de retirada. Por otro lado, los tratamientos durante el periodo de secado de las ovejas son los más recomendados, ya que éste siempre supera los dos meses y el peligro de residuos al iniciar el ordeño es nulo.

La **estrategia de control** debe contemplar el riesgo de contagio a partir de: la fuente de gérmenes, la transmisión en el ordeño, evitando ciertos factores predisponentes.

El aparte de la majada y descarte durante el ordeño de las ovejas con mastitis agudas o crónicas y el tratamiento al secado de las mastitis subclínicas (positivas al CMT o CCS) es necesario para reducir la principal fuente de contagio. Luego, es necesario controlar las fuentes cutáneas de contagio, como también evitar las injurias (virus o trau-

- Cuadro 3: Intervalos de confianza de los CCS y porcentaje de diagnósticos bien posicionados en tres grupos (S/D, Pm, PM) de acuerdo con el status sanitario de los medios mamarios (Suárez y otros, 2002).

Grupos	CCS (Int. de confianza)	S/D %	Pm %	PM %
Medios mamarios sin infección S/D	197456 - 291484	71.5	27	1.5
Medios mamarios con patógenos menores Pm	871246 - 1 216954	20.4	57.4	22.2
Medios mamarios con patógenos mayores PM	1883886 - 2207418	5.6	29.4	65

mas) en los pezones y la contaminación ambiental a partir de la antisepsia. Es importante prevenir infecciones de piel por ectima u otras dermatitis (*Staphylococcus*). La antisepsia posordeño por medio del sellador de pezones es lo más recomendado.

En cuanto la transmisión en el ordeño, se debe implementar un orden al ordeño: 1° las ovejas sanas y 2° las CMT positivas. Las que están siendo tratadas deberían ordeñarse a mano. El chequeo anual y mantenimiento de la ordeñadora, con reemplazo de de las mangueras y pezoneras, más

la higiene con detergente diaria es imprescindible. Las malas prácticas como el ordeño prolongado o insuficiente (retención de leche) de las ovejas, la remoción de las pezoneras sin cortar el vacío deben ser evitadas.

Hay que evitar factores predisponentes, tratando de mantener un nivel de vacío de 36 kPa, 180 pulsaciones/min y 50% en la relación de pulsaciones.

En conclusión, una buen control se basa en diagnosticar las ovejas portadoras de infecciones y en optimizar la higiene y la rutina de ordeño. ■

Bibliografía

Bergonier D., de Cremoux, R., Rupp, R., Lagriffoul, G., Berthelot X. 2003. Mastitis of dairy small ruminants. *Vet. Res.*, 34, 689-716.

González C., Jorge M.C., Micheo C., Rodríguez E. y Aman de Mendieta V. 1997. Evolución del estado sanitario de la glándula mamaria en ovinos lecheros durante la lactación. *Rev. Med. Vet.*, 78, 2: 90-95

Miranda A.O., Suárez V.H., Calvino L., Buseti M.R., Y Canavesio V., Bedotti D.O., 2001. Epidemiología de las mastitis subclínicas en ovejas lecheras en la región pampeana. *Vet. Arg.*, XVIII, Nº 176: 411-422

Suárez, V.H. y Buseti, M.R. 1999. Lechería ovina y aptitud lechera la raza Pampinta. *Bol. Divulgación Técnica (INTA-Anguil)*, Nº 63, 61 p.

Suárez, V.H., Buseti, M.R., Miranda, A. O., Calvino L. F., Bedotti, D.O. y Canavesio V.R. 2002. Effect of infection status and parity on somatic cell count and California mastitis test in Pampinta dairy ewes. *J. Vet. Med. B* 49: 230-234.



