

# Producción lechera

## Una mirada desde la Región Semiárida



*Isabel Gigli*  
*Marcos G. Murcia*  
(Editores)

# Producción lechera

## Una mirada desde la Región Semiárida

Editores:

*Isabel Gigli*

*Marcos G. Murcia*

Autores:

*Isabel Gigli*

*Marcos G. Murcia*

*Daniel O. Maizon*

LIBRO DE TEXTO PARA ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

**Producción lechera. Una mirada desde la Región Semiárida**

*Isabel Gigli - Marcos G. Murcia (Editores)*

Agosto 2018, Santa Rosa, La Pampa

Edición: Melina Caraballo - EdUNLPam

Diseño y Diagramación: M. Florencia Mirassón - Diseño-UNLPam

Fotografía de Romina Aimar tomada en la Facultad de Agronomía, UNLPam, Santa Rosa.

© Cumplido con lo que marca la ley 11.723

*La reproducción total o parcial de esta publicación, no autorizada por los editores, viola los derechos reservados. Cualquier utilización debe ser previamente autorizada.*

EdUNLPam - Año 2018

Cnel. Gil 353 PB - CP L6300DUG

SANTA ROSA - La Pampa - Argentina

## **UNLPam**

**Rector:** Oscar Daniel Alpa

**Vicerrectora:** Nilda Verónica Moreno

## **EdUNLPam**

**Presidente:** María Claudia Trotta

**Director:** Rodolfo David Rodríguez

## **Consejo Editor:**

Daniel Buschiazzo

María Marcela Domínguez

Victoria Aguirre

Ana María T. Rodríguez / Stella Shmite

Celia Rabotnikof / Santiago Ferro Moreno

Lucia Colombato / Rodrigo Torroba

Paula Laguarda / María Silvia Di Liscia

Graciela Visconti / Alberto Pilati

Mónica Boeris / Ricardo Tosso

Griselda Cistac / Patricia Lázaro

Una obra oportuna y algo más - <i>Ernesto F. Viglizzo</i> .....	11
Prólogo .....	13
<b>Capítulo 1:</b> La producción lechera en La Pampa - <i>Marcos G. Murcia</i> ...	15
Las cuencas lecheras.....	20
La Cuenca Sur: una región pujante.....	21
La Cuenca Norte.....	22
Cuenca Centro .....	23
Conclusión.....	23
Bibliografía general .....	24
<b>Capítulo 2:</b> La producción lechera en otras provincias - <i>Marcos G. Murcia</i> ..	25
Córdoba.....	27
Cuenca Villa María.....	29
Cuenca Noreste .....	29
Cuenca Sur .....	29
Santa Fe .....	30
Cuenca Centro.....	31
Buenos Aires .....	31
Cuencas Abasto Norte y Abasto Sur.....	33
Cuenca Mar y Sierras.....	33
Cuenca Oeste.....	34
Cuenca Sur y tambos fuera de cuenca .....	34
Entre Ríos.....	34
Cuenca A .....	36
Cuenca B .....	36
Otras regiones del país .....	36
Bibliografía general.....	37
Bibliografía específica .....	37
<b>Capítulo 3:</b> Ciclo productivo de la vaca lechera - <i>Isabel Gigli</i> .....	39
Postparto: importancia del calostro.....	42

Fase de lactancia .....	43
Factores asociados a la producción de leche .....	45
Fase de secado .....	49
Bibliografía específica .....	50
<b>Capítulo 4: Implicancias fisiológicas de una vaca lechera - <i>Isabel Gigli</i> ...</b>	<b>53</b>
Etapa de transición: Homeorresis y lactancia .....	57
Adaptación del rumen durante la transición .....	58
Adaptación de la glándula mamaria en la transición.....	59
Metabolismo energético al inicio de la lactancia .....	60
Metabolismo del calcio al inicio de la lactancia.....	63
Influencia de efectos ambientales sobre la lactancia .....	64
Estrés calórico.....	64
Fotoperiodo .....	65
Bibliografía específica .....	67
<b>Capítulo 5: Rutina de Ordeño y Bienestar Animal - <i>Marcos G. Murcia</i> ....</b>	<b>69</b>
Bienestar animal durante la rutina de ordeño.....	73
Duración de la rutina de ordeño completa .....	77
Cuando el buen trato se hace costumbre .....	77
Bibliografía general .....	78
Bibliografía específica .....	78
<b>Capítulo 6: Calidad higiénico-sanitaria de la leche - <i>Isabel Gigli</i> .....</b>	<b>79</b>
¿Cuándo y cómo se determina la calidad de la leche? .....	81
Calidad higiénica de la leche cruda a nivel nacional y en la pampa....	86
Bibliografía general .....	87
Bibliografía específica .....	87
<b>Capítulo 7: Uso del agua - <i>Marcos G. Murcia</i> .....</b>	<b>89</b>
Uso del agua para cultivos.....	91
¿Cuánta agua bebe una vaca lechera? .....	92
Los minerales en el agua .....	95
Uso racional del agua .....	96
Utilización del agua de lluvia .....	98
Bibliografía general .....	99
Bibliografía específica .....	100
<b>Capítulo 8: Manejo de efluentes - <i>Marcos G. Murcia</i> .....</b>	<b>101</b>
Efluente crudo o sin tratamiento.....	104
Utilización de efluentes tratados.....	105
Tipos de tratamiento.....	108

Conclusión.....	110
Bibliografía general.....	111
<b>Capítulo 9: Manejo reproductivo en el tambo - <i>Isabel Gigli</i>.....</b>	<b>113</b>
Objetivos reproductivos .....	115
¿Manejo estacional o Manejo anual?.....	116
¿Servicio natural o inseminación artificial? .....	116
Factores que afectan la eficiencia reproductiva.....	117
¿Cuál es el mejor momento para inseminar?.....	120
Diagnóstico de preñez .....	120
Manejo de la vaca preparto.....	121
El parto .....	122
Puerperio: reinicio del ciclo estral.....	123
Bibliografía general.....	123
Bibliografía específica .....	123
<b>Capítulo 10: Mejora Genética del Rodeo Lechero - <i>Daniel O. Maizon</i> .....</b>	<b>125</b>
Conceptos de genética cuantitativa .....	128
Evaluación Genética de ACHA-FCV-UNICEN .....	131
Mejora según información disponible .....	134
Bibliografía específica .....	135
<b>Capítulo 11: Conceptos generales de bienestar y Sanidad del rodeo lechero - <i>Isabel Gigli</i>.....</b>	<b>137</b>
Estrés térmico .....	140
Manejo sanitario.....	141
Incidencia de Enfermedades en distintos momentos del ciclo productivo .....	142
Vacas en transición.....	142
Mastitis.....	145
Enfermedades abortivas .....	147
Enfermedades en los terneros.....	148
Enfermedades en la recría .....	149
Control de enfermedades exigidas por SENASA y la industria lechera....	150
Parásitos internos en los bovinos .....	152
Ectoparásitos .....	153
Enfermedades infecciosas de reporte obligatorio por SENASA..	154
La situación en La Pampa.....	154
Bibliografía general.....	155
Bibliografía específica .....	155
<b>Capítulo 12: Avances tecnológicos en la producción primaria de leche - <i>Isabel Gigli</i> .....</b>	<b>157</b>

## ***Una obra oportuna y algo más***

Tengo en mis manos una obra que leí con interés y con espíritu crítico. Se trata de *Producción Lechera. Una mirada desde la región semiárida*, editada por Isabel Gigli y Marcos C. Murcia, docentes de la cátedra de Producción Lechera de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa.

He concluido en que se trata de un libro tan oportuno como necesario. Oportuno porque no pudo haberse editado en mejor ocasión, en momentos en que la lechería nacional adolece de mucha información dispersa y no siempre accesible para quien la necesita. Necesario porque no solo es de gran utilidad para los estudiantes de las ciencias agrarias, a quienes está primariamente dirigido, sino también para otros actores clave del sector como los productores lecheros, los asesores técnicos, los industriales de la leche, los decisores de gobierno, etc. Y agregaría otro ingrediente igualmente importante: acredita el mérito de abordar la problemática desde la perspectiva, algo inusual, de un ambiente semiárido, o sea, desde una región que genéricamente no es considerada de alto potencial para la producción de leche.

Respecto de sus editores y autores, su experiencia nos muestra que no hay esfuerzo sin fruto, ni son inútiles las convicciones para llevar adelante un trabajo metódico de recolección de bibliografía e información, de procesamiento de datos y de síntesis de conceptos e ideas. Sin duda, el esfuerzo ha sido mucho, pero los beneficiarios de ese esfuerzo serán mayores aún. Y, seguramente, lo serán por varias generaciones. Esta obra deja lecciones imitables que pueden aplicarse a la producción científica y técnica de otros autores.

El trabajo cubre aspectos esenciales de la producción lechera que van, inclusive, más allá de la región semiárida. Los dos primeros capítulos nos ubican geográficamente en las cuencas lecheras del país en general, y en las cuencas de la provincia de La Pampa en particular. Los capítulos tres y cuatro nos familiarizan con el ciclo productivo y las particularidades fisiológicas del vientre lechero, ambos imprescindibles para



conocer y entender para quienes operan un sistema eficiente de producción. Los cuatro capítulos siguientes nos acercan a la sala de ordeño, sus rutinas cotidianas y las implicancias higiénicas y sanitarias que rodean a la extracción y al manejo de la leche. Los tres capítulos siguientes se abocan al manejo del rodeo lechero en sus aspectos reproductivos, sanitarios, genéticos y, por supuesto, a la administración del bienestar animal, un concepto que con buenas y fundadas razones ha crecido en relevancia durante las últimas tres décadas. Cierra la obra un capítulo particularmente importante que nos muestra la proyección que han tenido y tienen los progresos tecnológicos en el manejo de un tambo moderno. Los autores aclaran que han quedado áreas temáticas sin abordar en esta obra –por ejemplo, el manejo nutricional del rodeo, el manejo de las pasturas y el pastoreo, y la administración de suplementos concentrados y fibrosos– temas que son especialidad de otras disciplinas y otras cátedras universitarias. Es probable que algunos lectores, fuera del ámbito universitario, lamenten esta entendible carencia.

Pero hay algo más que merece destacarse. A lo largo del texto se aprecian atributos que acompañan a una obra de calidad: un pensamiento organizado, claridad expositiva (explica claro quien piensa claro), conceptos diáfanos y “bien digeridos”, conocimiento actualizado, sintaxis correcta, concisión, sencillez, y un léxico al alcance de la mayoría (sin sobrecarga de tecnicismos ni preciosismos). Estos méritos deben ser destacados ya que no siempre, ni necesariamente, la calidad técnica de una obra va acompañada de calidad literaria.

En pocas palabras, no puedo menos que recomendar con inocultable entusiasmo y convicción la lectura de este trabajo para quienes estén cerca, o se acerquen en algún momento, al complejo pero apasionante universo de la producción lechera.

Ernesto F. Viglizzo<sup>1</sup>

---

1 Ingeniero agrónomo (Universidad Nacional de La Pampa), Magister Scientiae (Universidad Nacional de La Plata) y Doctor en Ciencia (Universidad Católica de Lovaina, Bélgica). Investigador Principal del CONICET, ex investigador del INTA, miembro del Consejo Asesor Académico y Profesor Visitante de la Universidad Austral. Autor de libros, numerosas publicaciones y coautor de informes internacionales sobre cambio climático y medio ambiente. Miembro Correspondiente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Profesor Honorario de la Universidad de La Pampa, Miembro Honorario de AACREA. Asesor de organizaciones privadas del sector agropecuario en la Argentina y el MERCOSUR.

## Prólogo

Este libro está destinado a los estudiantes del espacio curricular Producción Lechera de la carrera de Ingeniería Agronómica. La necesidad de su escritura surgió al detectar la falta de bibliografía sistematizada y ordenada en determinados contenidos. Así fue como nos propusimos enfatizar en las características de la producción en nuestra región semiárida y orientar los temas, que habitualmente son destinados a los estudiantes de otras disciplinas, al perfil del futuro Ingeniero Agrónomo.

El objetivo principal de esta actividad agropecuaria es producir leche con alta calidad higiénico-sanitaria en un contexto de bienestar animal. En los últimos 30 años se ha utilizado en nuestro país casi masivamente semen de toros probados para sistemas de producción muy distinto al nuestro, repercutiendo directamente en la sanidad, producción y longevidad de los animales. Conocer las características de la zona donde se desarrollará la actividad y comprender los cambios fisiológicos que ocurren en el animal durante la lactancia son claves para determinar los objetivos de selección. El manejo del agua y efluentes en el tambo ha tenido poca innovación en comparación con otros aspectos relativos a la producción lechera. Estamos convencidos de que en el futuro próximo se desarrollarán alternativas de reutilización del agua y tratamientos de efluentes que estén al alcance del productor medio.

Queremos aclarar que este libro no contempla temas importantes para la producción lechera como la fisiología de la lactancia, nutrición y el manejo de pasturas, ya que han sido abordados en espacios curriculares correlativos al que está destinado este libro de texto. Alentamos a los estudiantes para que revean estos conceptos antes de iniciarse en el curso Producción Lechera.

Por último, queremos agradecer a Romina Aimar, por la fotografía de tapa y a Micaela Maizon, por la edición de figuras y tablas.

Los autores

Capítulo 

**La producción lechera en La Pampa**

*Marcos G. Murcia*

El volumen de leche producido en nuestro país se incrementó en las décadas del 80 y 90 para alcanzar hacia fines de la década de los 90 la cifra de 10.000 millones de litros anuales, según valores actualizados y sistematizados por la Subsecretaría de Lechería de la Nación. Este valor se ha mantenido hasta la actualidad prácticamente constante, con una baja en el periodo 2002 - 2003 para luego repuntar hasta alcanzar y mantenerse en los 11.000 millones de litros, desde 2011 hasta 2015. Estos procesos de aumento de la capacidad productiva se dieron acompañados de una sustancial incorporación de tecnología, una disminución en el número de tambos pero con un marcado aumento de producción y una tendencia a la intensificación.

Según valores del año 2016 reportados por el Observatorio de la Cadena Láctea Argentina (OCLA), en el país había un stock de 1.770.000 cabezas de ganado vacuno lechero, un promedio de 5.600 litros de leche por vaca y por año, 11.200 unidades productivas (tambos), un rodeo promedio de 158 vacas por tambo y una producción de 7.500 litros de leche por hectárea destinada a tambo. Estos valores promedio poco y nada nos dicen de la complejidad de las diferentes regiones y de las unidades productivas entre sí. Veamos primero las características productivas de nuestra provincia.

La provincia de La Pampa está ubicada geográficamente en el centro de Argentina y por ello se la consideró históricamente dentro de la Región Pampeana. Sin embargo, en las últimas décadas a partir del reconocimiento de que la mayor parte de su territorio corresponde a áreas subhúmedas y semiáridas, es considerada integrante de la Región Patagónica. A partir de comprender esta pertenencia, es más adecuado analizar su producción agropecuaria y, en especial, los sistemas de producción lechera como lechería extra pampeana, término con el que se denomina en la mayoría de los organismos de investigación y extensión a los establecimientos lecheros ubicados por fuera de la zona núcleo de las provincias de Buenos Aires, Córdoba, centro y sur de Santa Fe y parte

de Entre Ríos. De esta forma, La Pampa junto con el norte de Santa Fe, Misiones, Tucumán, San Luis, Santiago del Estero, Salta y, de forma muy incipiente y a escala de producción familiar, el Chaco, Formosa y Corrientes aportan a la producción lechera nacional, en diversidad de condiciones, con características agroclimáticas particulares, variada aplicación de tecnología, en algunos casos con desarrollo rudimentario y en otros con una arraigada tradición de productores tamberos.

El desafío de estas diferentes cuencas es utilizar las ventajas comparativas de ciertos recursos para alimentar a las vacas que no pueden ser cultivados en la región central, ya sea por limitantes económicas como la competencia por el uso de la tierra con cultivos de cosecha u otro tipo de actividades incluso la inmobiliaria, o por limitaciones agroecológicas como el tipo de suelos, precipitaciones, posibilidades de riego, entre otras.

Es en esta interesante diversidad de la producción lechera nacional que nos encontramos con alternativas de razas lecheras diferente de la clásica Holando Argentino como la Jersey o la cruce entre ambas, ejemplos que pueden observarse en Rafaela o en Tucumán, donde las condiciones subtropicales requieren de animales con otras ventajas que no sean solo la elevada producción individual de leche, sino también adaptaciones a las condiciones climáticas y capacidad de recorrer grandes distancias. Precisamente en Tucumán también se está probando introducir la cruce entre Holando y la raza criolla argentina con este objetivo, e incluso algunos autores proponen incorporar razas con doble propósito como Girolando, Carora o Gyr Lechero valorando la rusticidad combinado con un aceptable rendimiento lechero (Holgado, 2013). Otra particularidad en esta provincia es que se viene trabajando en incorporar la caña de azúcar como suplemento energético, ya que es rica en glúcidos de reserva y estructurales con el valor agregado de poder ser utilizado en los momentos críticos para otros cultivos, cubriendo los “baches” de fines de otoño e invierno.

Hay interesantes propuestas de manejo nutricional como la incorporación de cultivos de mandioca para consumo directo o ensilado en la provincia de Misiones, un recurso con elevado aporte energético de hidratos de carbono, principalmente almidón, concentrado en sus raíces y aceptado por las vacas. En el mismo sentido hay pruebas con apreciables resultados a partir de la utilización del follaje de morera, de la que se pueden aprovechar sus hojas, ramas verdes y brotes para suplementar las raciones con la ventaja de que crece muy rápido en estas condiciones cálidas y húmedas (Chimicz, 2013).

La provincia de La Pampa tiene una larga historia como productora de leche. En la actualidad, la lechería dejó de ser un sistema para

consumo familiar o para vender solo en los pueblos para transformarse en empresas acordes a las exigencias sanitarias, de los consumidores y de las regulaciones vigentes. Los tambos han evolucionado muy satisfactoriamente, el manejo del ordeño, los animales, las grandes extensiones de tierra, el permanente cuidado de la limpieza del equipo de ordeño y el mantenimiento en la cadena de frío hacen de la leche que se produce en la provincia de La Pampa de óptima calidad tanto desde el punto de vista composicional como higiénico-sanitaria.

En los últimos 10 años, se produjeron 130 millones de litros promedio con variaciones estacionales y con algunos altibajos asociados a cuestiones climáticas y de mercado. De esta producción total, que representa un poco más del 1% a nivel nacional, aproximadamente el 50% es exportado como leche cruda e industrializada fuera de la provincia. El restante se remite a alguna de las 20 fábricas distribuidas en el territorio provincial para la elaboración de subproductos, en su mayor parte destinada a quesos, y dentro de estos, mayoritariamente a los de pasta blanda, es decir cremoso y cuartirolo.

Si hacemos una comparación de la situación de la producción lechera en la provincia, hace 30 años había alrededor de 440 tambos con 11.000 vacas en ordeño y una producción anual estimada en 55 millones de litros. Solo alrededor del 30% se industrializaba fuera de la provincia, es decir que se trataba de tambos pequeños y medianos, con mediana producción total y por vaca en ordeño. Durante las décadas de los años 80 y 90, se dio un proceso de reestructuración de las empresas tanto agropecuarias como industriales. Hubo una fuerte incorporación de tecnología en los tambos asociado a la nutrición como elaboración de reserva de forrajes y granos, silos y silo bolsas, los rollos y megafardos, implantación de pasturas perennes que dan estabilidad y previsibilidad de la producción ante contextos climáticos difíciles. También ha evolucionado la tecnología de las maquinarias, tanto agrícolas como la de ordeño. Monitoreos satelitales, mayor grado de conocimientos de la aptitud de los suelos y de las fuentes de agua. Todo esto llevó a un cambio de escala y una tendencia a la intensificación generándose importantes aumentos de la productividad. En los últimos años el número de tambos se ha reducido hasta cerca de los 180, con alrededor de 22.000 vacas en ordeño y 53.000 hectáreas de campo destinadas a tambo.

Si bien podría pensarse que en el concierto nacional La Pampa no tiene una notoria incidencia, sí es muy importante y estratégico el sector para el desarrollo de la provincia. Hay pueblos en el sureste que viven prácticamente de la lechería. Esto se corresponde con una importante generación de trabajo, mediante la demanda de mano de obra calificada

y es multiplicadora por la cantidad de proveedores de insumos y servicios que se mueven alrededor de ellas. Es así que se generan microeconomías regionales altamente especializadas y con perspectivas de crecimiento y desarrollo. A pesar de los importantes cambios que han caracterizado al rubro en los últimos 30 años, en La Pampa la producción lechera ha alcanzado estándares de calidad que la hacen sustentable y competitiva.

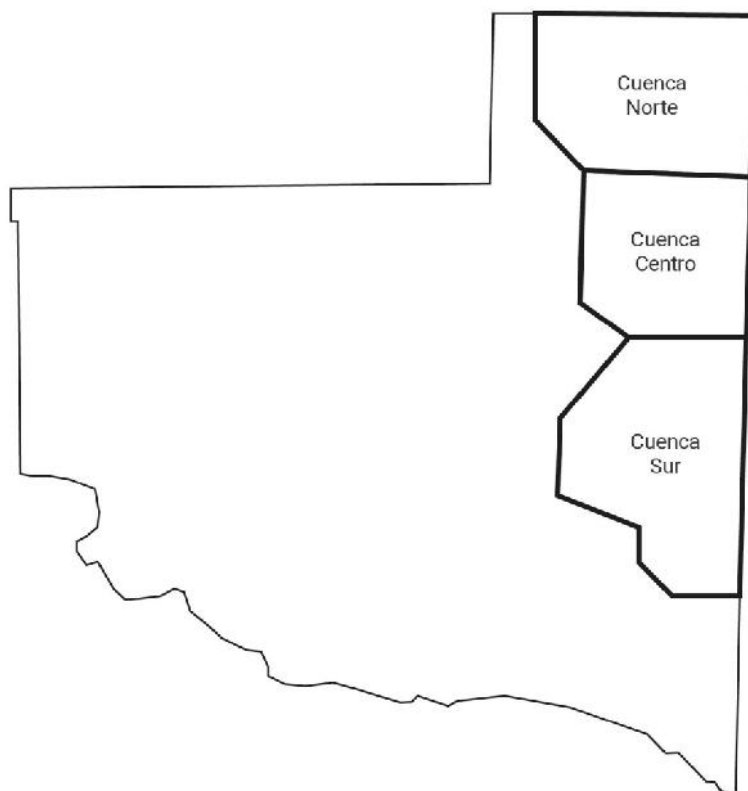
## Las cuencas lecheras

Según el diccionario de la Real Academia Española, una de las definiciones de cuenca que más se ajusta al uso que le damos comúnmente para significar el de cuenca lechera sería “territorio cuyas aguas afluyen todas a un mismo río, lago o mar”. Haciendo un paralelismo podríamos pensar que la leche fluye desde los diversos tambos a un grupo de industrias lácteas de una región específica, con características particulares, configurando una cuenca láctea.

Diversos autores definen a una cuenca lechera como un área agroclimática donde predomina la producción lechera por sobre otras actividades agropecuarias. Este concepto está discutido, ya que depende directamente de la cantidad de unidades productivas, del tamaño de esas unidades y de las industrias a las cuales se remite la leche fluida. Es conocido que incluso la leche producida en un área determinada debe ser transportada varios kilómetros hasta la fábrica donde será industrializada.

Si se leen informes y trabajos que reportan la situación de la lechería a nivel nacional, a la provincia de La Pampa la siguen dividiendo en dos cuencas, clásica caracterización que se viene haciendo históricamente: centro-norte y sur. Sin embargo, la clasificación adoptada en el territorio provincial contempla tres cuencas lecheras con características particulares y distintivas. La cuenca Norte que comienza en el extremo noreste del departamento Conhelo y Maracó hasta el límite con Córdoba, la cuenca Centro, y la Cuenca Sur que se extiende desde el departamento Atreucó hasta el de Hucal en el sur.

Toda la producción lechera provincial está concentrada en el este de la provincia, trazando una franja paralela al meridiano que divide el territorio provincial con la vecina Buenos Aires. Esto tiene que ver, básicamente, con la distribución de las precipitaciones que hacen posible el desarrollo de este tipo de establecimientos agroproductivos.



*Figura 1:* Cuencas lecheras en la provincia de La Pampa (Adaptado de Buelink, y Schaller, 1996).

## La Cuenca Sur: una región pujante

La cuenca sur de la provincia de La Pampa está integrada por los departamentos Guatraché, Utracán, Hucal y Atreucó. Por las características de los suelos y el régimen de precipitaciones, los cultivos que se pueden utilizar son acotados. La base forrajera está constituida en un 60% de verdeos de invierno y verdeos de verano y el resto se divide entre pasturas perennes, rastrojos o campo natural, algo de cereales para grano, y, en menor medida, oleaginosas, maíz y sorgo. La escasa profundidad de suelos, que se agrava de noroeste a sureste hace que sea difícil lograr pasturas perennes con base alfalfa que tengan buena producción y duración. Esto se debe fundamentalmente, a que la alfalfa para ser exitosa debe profundizar en el suelo mediante la exploración de sus raíces que, en óptimas condiciones, puede alcanzar varios metros de profundidad. En la zona de Jacinto Aráuz, la limitante de la tosca cercana a la superficie, hace imposible este tipo de cultivos. Distinto es en la



zona de General Acha, donde se observan variaciones en el relieve, alternando regiones de médanos y planicie con suelos mayormente arenosos a franco arenosos. Es en esta región en donde se concentra la mayor cantidad de tambos de la provincia, de medianos a pequeños y también donde se halla la mayor proporción de vacas en ordeño. Según datos de Senasa, en el año 2017 el total de vacas de tambo en esta cuenca superó los 16.600 animales, marcando un crecimiento respecto del año anterior que había sido de alrededor de 1.600 vacas totales. Los tambos considerados pequeños, que en la provincia suman alrededor de 68, tienen en común que poseen menos de 70 vacas en ordeño y producen menos de 1.000 litros de leche diaria. En general, en este tipo de establecimientos, los productores viven en el campo, siendo la mano de obra familiar y el tambo prácticamente la única fuente de ingresos. De estos, 40 se ubican en la cuenca sur, es decir que casi el 60% de los tambos pequeños se concentran en esta parte del territorio provincial. En términos absolutos estos valores pueden parecer muy poco, pero en términos de desarrollo territorial, la producción lechera en esta zona hace que pueblos enteros tengan ocupación plena, no solo en forma directa en los tambos o en las fábricas lácteas asociadas, sino también vinculados al transporte, servicios, distribución y comercialización de los productos.

Es de destacar que también en esta zona se encuentra el 65% de los tambos medianos, alcanzando los 51 de un total de 79. Las características generales de estos tambos son que producen entre 1.000 y 2.500 litros diarios de leche, tienen entre 70 y 150 vacas en ordeño, el productor participa en las actividades principalmente como administrador y capataz. Utiliza la figura del tambero mediero que, en general, vive en el campo, está a cargo del ordeño diario y en la mayoría de los casos, de algunas otras actividades inherentes a la producción lechera. Esta cuenca en los últimos 15 años ha manifestado un sostenido crecimiento de la producción basado en la mejora de los cultivos, el uso de la conservación de forrajes y el pastoreo en franjas. Es un importante polo donde se radica la mayoría de las fábricas de quesos y otros subproductos lácteos de la provincia.

## La Cuenca Norte

Esta cuenca está conformada por los departamentos de Chapaleufú, Maracó, Rancul, Trenel y Realicó. Se diferencia de la cuenca sur, por un equilibrio en el uso de la tierra entre los verdeos de invierno y las pasturas perennes base alfalfa. Es casi nula la incidencia de los verdeos de verano en esta región, presumiblemente asociado a la producción de

cultivos de cosecha de grano grueso. En esta zona no hay limitantes de profundidad de suelo, pero sí se suma un factor preponderante que es la competencia por la oportunidad de uso de la tierra con los cultivos anuales de cosecha, ya sean cereales u oleaginosas.

Este contexto exige altos estándares de eficiencia y mayor presión de uso de tecnología como fertilizantes, herbicidas entre otros. Algo para destacar es que de los 19 tambos considerados grandes, 8 están en esta cuenca. La característica común que poseen es que superan las 150 vacas en ordeño y los 2.500 litros diarios de leche. Es de destacar que en esta zona hay 2 de los 3 megatambos de la provincia, con más de 1.000 vacas en ordeño y con sistema de ordeño calesita con equipo de ordeño de 80 bajadas del tipo rotativo. Si se incluyen dentro del grupo de tambos considerados grandes con el resto, esto puede llevar a grandes distorsiones en la información disponible, por lo tanto, se recomienda analizarlos por separado.

## Cuenca Centro

Esta cuenca nuclea las localidades pertenecientes a los departamentos de Quemú Quemú, Conhelo, Catrilo, Capital y Toay. Es la más pequeña en cuanto a número de tambos, alcanzando los 19. Al igual que en la cuenca Norte hay un uso bastante proporcionado de la tierra entre verdeos de verano y de invierno y pasturas perennes con base alfalfa. La mayoría realiza pasturas de alfalfa pura aunque en algunos casos asociada a avena o trigo como acompañantes.

En algunos tambos de estas cuencas se suele utilizar sojas para forrajes, mediante la utilización de pastoreo directo, encontrándose buenos resultados al respecto. Es de destacar que, salvo el caso del megatambo ubicado en la localidad de Catrilo que industrializa su producción, el resto de los tambos exportan su producción a fábricas fuera de la provincia. Esto podría asociarse a la lejanía geográfica respecto de las pequeñas y medianas industrias del sur provincial y a la competencia que ejercen las grandes firmas nacionales.

## Conclusión

Para concluir podría pensarse a la provincia como muy poco influyente en cuanto a la producción lechera en el orden nacional. Apenas superando el 1% del total del volumen comercializado podría decirse que desde el punto de vista de producto bruto, su incidencia es baja. Sin

embargo, hacia el interior del territorio, la producción lechera genera mano de obra de calidad, especializada y bien remunerada. Además se asocia al desarrollo de economías regionales y al arraigo de la familia en los espacios rurales. Como perspectiva y siguiendo las tendencias de los últimos años, la lechería en La Pampa continuará creciendo y evolucionando en relación con los tiempos que corren.

## Bibliografía general

- Anuario de la lechería argentina (2014) Fundación para la Promoción y el Desarrollo de la Cadena Láctea Argentina- FunPEL. Recuperado <https://www.inti.gob.ar/lacteos/pdf/lecheria.pdf>
- Buelink D., Schaller A. y Labriola, S. (1996) Principales Cuencas Lecheras Argentinas. Secretaría de Agricultura, Pesca y Ganadería. Buenos Aires. Recuperado [http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/lacteos/miscelaneas/Cuencas\\_Lacteas/CuencasLecherasArgentinas.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/lacteos/miscelaneas/Cuencas_Lacteas/CuencasLecherasArgentinas.pdf)
- Chimicz, J. Campos, R., Cornelius, E., Diez, M. et al. (2013) Ideas, propuestas y soluciones para la lechería extrapampeana. En: Serie Lechería Extrapampeana. 2 (1). Editorial INTA. Recuperado [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_lecheria\\_extrapampeana\\_revista\\_2.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_lecheria_extrapampeana_revista_2.pdf)
- Castellano, A., Issaly, L., Iturrioz, G., Mateos, M., y Teran, J.C. (2009) Análisis de la cadena de la leche en Argentina. Estudios socioeconómicos de los sistemas agroalimentarios y agroindustriales. Editorial INTA (4) pp 136. ISSN 1852-4605 Recuperado [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-aees\\_2009\\_cadena\\_leche.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-aees_2009_cadena_leche.pdf)
- Holgado, F., (2013) Biotipos lecheros no tradicionales. En: Chimicz, J. Campos, R., Cornelius, E., Diez, M. et al. (2013) Ideas, propuestas y soluciones para la lechería extrapampeana. Serie Lechería Extrapampeana. 2 (1). Editorial INTA. Recuperado [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_lecheria\\_extrapampeana\\_revista\\_2.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_lecheria_extrapampeana_revista_2.pdf)
- Indicadores Bovinos: Distribución de existencias bovinas en establecimientos con actividad de Tambo por Categoría (2017) SENASA Recuperado <http://www.senasa.gob.ar/cadena-animal/bovinos-y-bubalinos/informacion>

## La producción lechera en otras provincias

*Marcos G. Murcia*

La producción láctea de Argentina se concentra en la región pampeana. Las principales cuencas lecheras son las que se encuentran en la provincia de Córdoba, Santa Fe, Buenos Aires. Le sigue la provincia de Entre Ríos y por detrás la provincia de La Pampa, cuya descripción se ha realizado en el Capítulo 1. Las cuencas en cada una de estas provincias son:

Córdoba (tres): Sur, Villa María, Noreste;

Santa Fe (dos): Sur y Central;

Buenos Aires (cinco): Mar y Sierras, Oeste, Sur, Abasto Sur, Abasto Norte;

Entre Ríos (una): Entre Ríos, tradicionalmente dividida en dos cuencas consideradas A y B.

Existen además otras zonas productoras de importancia económica a nivel regional, debido a que se ubican cerca de importantes centros urbanos a los cuales provee de leche fresca. Estas cuencas lecheras extra pampeanas son la Cuenca de Trancas (en el centro norte de Tucumán), Rivadavia (extremo sur de Santiago del Estero), Valle de Lerma (Salta) y Cuenca Este (Misiones).

## Córdoba

La provincia de Córdoba (Figura 1) es la primera productora a nivel nacional y representa el 30% del volumen nacional (Issaly, 2009). Los departamentos más importantes son San Justo (cuenca noroeste) y San Martín (cuenca Villa María): juntos superan el 50% de la producción provincial.

Se puede observar una paulatina y creciente concentración industrial, registrándose en los últimos años la situación de que más del 60% de la leche es procesada por el 7% de las industrias. Este proceso se observa más acentuado en la cuenca Noreste donde se localizan las principales empresas.

En lo referente a la producción primaria, cerca del 25% de los tambos tienen una superficie superior a las 1.000 hectáreas concentrando cerca del 50% de la producción total. La mayoría de los establecimientos son los que entregan entre 500 y 1.000 l/día. Los productores que han ido incorporando mayor tecnología en los últimos años entregan volúmenes superiores a los 1.000 l/día.



*Figura 1:* En el mapa se representan las tres cuencas lecheras de la provincia de Córdoba. La producción láctea se concentra en el este y el sur de la provincia (adaptado de Buelink y Schaller, 1996).

La composición de estos sistemas de producción, su evolución en función de los recursos productivos y los sistemas de comercialización, han determinado que la producción provincial tienda hacia una disminución de la estacionalidad, reduciéndose las diferencias entre el periodo

invernal y primaveral, y desplazándose los picos de mínima hacia fines de verano-principios de otoño.

Las ventajas comparativas de las cuencas de Villa María y Noreste en relación con el resto del país, son los buenos rendimientos de las alfalfas y los mejores resultados económicos que presenta la producción de leche con relación a actividades alternativas.

### **Cuenca Villa María**

En la cuenca de Villa María predominan los suelos francos, con algunas limitaciones por salinidad. La superficie dedicada a tambo, incluida la crianza y la recría, alcanza en promedio las 230 hectáreas con 250 animales. La relación vacas en ordeño/vacas totales es de 0,73.

Si se piensa en un planteo de rotación de cultivos tipo de siete años, tres años corresponden a pasturas permanentes con base alfalfa, dos a verdeos de invierno alternando entre avena y raigrás, y los últimos dos a verdeos de verano alternando entre maíz y sorgo forrajero.

En esta cuenca se obtienen productividades promedio de 90 Kg GB/ha total y 3.700 litros de leche por lactancias con duraciones entre 220 y 230 días. El promedio de la producción individual es de 14 litros.

### **Cuenca Noreste**

Los tipos de suelos que podemos hallar más frecuentemente son Argiúdoles típicos y Argiúdoles ácuicos, con problemas en algunos casos de una escasa permeabilidad. La superficie destinada a tambo es de 220 hectáreas con rodeos de 200 animales en promedio. La relación vaca en ordeño sobre vacas totales es baja, alcanzando apenas un valor de 0,68.

Los recursos forrajeros varían en un esquema de rotación de siete años: tres años destinados a pasturas perennes de alfalfa, pura o combinada con cebadilla y luego se alternan año por medio, verdeos de invierno (avena como cultivo predominante) y verdeos de verano, en una opción entre sorgo forrajero y moha, por ejemplo, o sorgo granífero y maíz.

En esta cuenca se logran productividades mayores a los 120 kg GB/ha, una producción diaria promedio por vaca total de 15 litros, lactancias con rindes de 4.500 litros y una duración media de 280 días.

### **Cuenca Sur**

La cuenca sur de la provincia es la menos importante en comparación con las anteriores, ya que el volumen de leche producida apenas supera el 13% del total y el número de tambos al 2005 rondaba el 15% (Cartier et al., 2007). Está ubicada en una zona de llanuras de muy bajas pendientes y se destacan bañados y lagunas formados por abundantes

cursos temporarios que no logran formar redes hídras jerarquizadas. En cuanto al manejo de la alimentación predomina el pastoreo directo con bajas cargas, con un porcentaje de pasturas perennes que alcanza el 50% del total. La superficie destinada a tambo alcanza en promedio las 160 hectáreas según el tamaño del establecimiento y rodeos de 190 animales promedio. (Engler et al., 2016). De esta cuenca, en particular, es escasa la información disponible.

## Santa Fe

Santa Fe es la provincia argentina que concentra un volumen de producción a nivel nacional del 28%, ubicándose segunda detrás de Córdoba. Para el año 2006 concentraba el 40 % de los tambos de la Argentina (Terán 2009) con el 27 % de las vacas. La producción primaria se concentra en el centro y en el sur de la provincia. Los departamentos más importantes en la cuenca Centro son Las Colonias y Castellanos, mientras que en la cuenca Sur se destacan General López e Iriondo (Figura 2).



*Figura 2:* Cuencas en las que se divide la provincia de Santa Fe (adaptado de Buelink, y Schaller, 1996).



Se observa una importante concentración industrial. Más del 65% de la producción de leche es procesada por el 10% de las plantas. A diferencia de lo que ocurre en la provincia de Córdoba, existe aquí un número reducido de plantas de pequeña escala. El sector industrial está conformado por plantas procesadoras, que además de recibir leche de la provincia son receptoras de materia prima de tambos de Córdoba, Entre Ríos, Buenos Aires y Santiago del Estero.

### **Cuenca Centro**

Por ser la más importante en volumen de producción, número de tambos y de vacas en ordeño, describiremos con más detalle las características que posee esta cuenca.

Al analizar los tipos de suelos predominantes, nos encontramos con que los más frecuentes son Argiudoles y Argialboles. Como característica desfavorable, se encuentran en repetidas ocasiones problemas de drenaje.

En los establecimientos más representativos de esta zona, la superficie promedio destinada a la producción lechera incluida la crianza artificial de los terneros es de 100 a 120 hectáreas con una cantidad total de animales entre 180 y 200. La relación entre vacas en ordeño/vacas totales es 0,60 a 0,65.

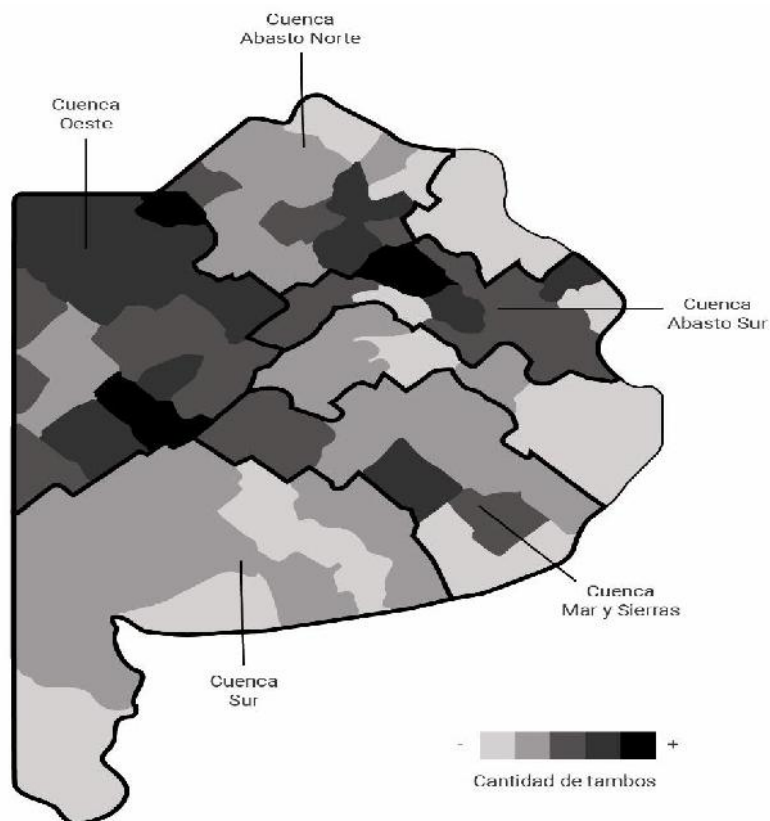
Los recursos forrajeros varían en un esquema de rotación de siete años, tres destinados a pasturas perennes. En una de las opciones predominantes se recurre a pasturas con base alfalfa pura o combinada con cebadilla y otra opción son los tréboles. Luego se alternan año por medio, verdes de invierno (avena como cultivo predominante) y verdes de verano, en una opción entre maíz para silo y moha, por ejemplo, o sorgo granífero y maíz.

Las productividades de esta región superan los 140 kg GB/ha, lactancias con rindes de 4.500 litros y duración media de 330 días, con una producción individual de 14 litros. La distribución anual de la producción es pareja en todo el año salvo en la primavera, cuando se destaca un pico del 35% del total.

### **Buenos Aires**

La provincia de Buenos Aires representa alrededor del 24% del volumen total de leche producida en la Argentina, ubicándose en el tercer lugar después de Santa Fe y Córdoba. Está dividida en cinco cuencas y en grupos de tambos considerados fuera de cuenca (Figura 3).

Sobresale su diversidad territorial en cuanto a relieves, aptitudes agropecuarias de los suelos, fuentes de agua superficiales y subsuperficiales, cercanías a los grandes centros urbanos de consumo y capacidad industrial instalada. Como año a año varía el número de tambos registrados y como aquellos productores que deciden cerrar su establecimiento rara vez lo declaran, los datos oficiales presentan valores sobreestimados de número de unidades productivas.



*Figura 3:* Las cinco cuencas lecheras de Buenos Aires. La tonalidad del gris indica concentración de tambos (más oscuro, mayor cantidad de tambos) (adaptado de Resumen estadístico de la cadena láctea de la provincia de Buenos Aires, Ministerio de Asuntos Agrarios de la provincia, 2010).

Aproximadamente cuenta con 2.600 tambos con diverso nivel de adopción de tecnología y distinto destino de la producción primaria, según la ubicación geográfica dentro del territorio provincial.

## **Cuencas Abasto Norte y Abasto Sur**

Las cuencas de Abasto reciben su nombre por la cercanía a las grandes urbes y centros de consumo de leche fluida. La Norte está representada mayoritariamente por los partidos de Luján, Mercedes, Suipacha y Chivilcoy y la Sur por Chascomús, Navarro y Lobos.

Cuenta con suelos predominantes de los tipos Argiudol típico, Ácuicos, Natracuoles y Argialboles con importantes limitaciones como horizonte A poco profundo, horizonte B textural arcilloso y baja infiltración. En el relevamiento de 2010, en promedio, la superficie destinada a tambo incluida la crianza y la recría fue de 250 ha con un total de 200 animales con una relación vacas en ordeño sobre vacas totales de 0.75.

La rotación típica de cultivos en un planteo de 7 años, cuatro años corresponden a pasturas permanentes (raigrás, cebadilla, lotus, phalaris, trébol blanco y trébol rojo), un año de verdeos de invierno (avena) y sorgo; otro de raigrás tama más moha, y un año de verdeos de invierno avena con sorgo.

En cuanto a la distribución estacional de la producción, el 20% se logra en el verano, el 20 % se produce en el otoño, en el invierno 25%, y en primavera se alcanza el 35% del total. La productividad que se logra en promedio es de 90 kg de grasa butirosa (GB)/ha total, obteniéndose 4.500 litros de leche por lactancia, con una duración de 290 días y 15 litros por vaca/día.

La cuenca de Abasto Sur posee el 20% de los tambos y produce alrededor del 17% del volumen total y recibe parte del volumen de leche de la cuenca Oeste para ser industrializada, procesando casi el 36% del total provincial. Ambas cuencas de abasto juntas producen el 25,5% del volumen total de leche, poseen el 29% de los tambos y procesan el 51% de los litros de leche totales de la provincia de Buenos Aires.

## **Cuenca Mar y Sierras**

Los principales partidos de esta cuenca son en primer lugar Tandil y en menor medida, Balcarce y Lobería. El número de tambos es de alrededor de 240 y representan el 9,2% del total provincial.

Se caracteriza por contar con suelos predominantes del tipo Argiudol típico, con importantes limitantes como la profundidad del perfil y marcado escurrimiento superficial por pendiente pronunciada. En promedio, la superficie destinada a tambo incluida la crianza y la recría fue de 270 ha con un total de 330 animales. La relación vacas en ordeño sobre vacas totales es 0.82.

En un esquema tipo de rotación de cultivos de 7 años, cuatro años corresponden a pasturas perennes (raigrás, cebadilla, pasto ovilla y

trébol rojo), uno de verdeos de invierno más maíz, otro de verdeos de invierno (avena o raigrás tama) y un año de verdeos de invierno más maíz para silo.

En cuanto a la distribución estacional de la producción, el 20% se logra en el verano, el 25 % se produce respectivamente en el otoño y en el invierno, y en primavera se alcanza el 30% del total. La productividad que se logra en promedio es de 120 kg GB/ha total, obteniéndose 4.000 litros de leche por lactancia con una duración de 310 días, y 16,5 litros por vaca/día.

En referencia al nivel de producción, en esta cuenca se alcanza el 14% de los litros de leche de la provincia y se industrializa en ella solo el 3%. Es decir que se trata de una de las cuencas proporcionalmente más exportadora de leche fluida dentro de la provincia. Esta característica la diferencia claramente de las cuencas denominadas de abasto. Estas últimas poseen la ventaja de ubicarse cerca de los centros de consumo principales del país, Capital Federal y Gran Buenos Aires.

### **Cuenca Oeste**

Se trata de la cuenca con mayor número de tambos, alrededor de 1.300 unidades productivas. Está integrada por tambos ubicados en General Pintos, Villegas y Lincoln, entre otros. Concentra el 54% de los tambos y produce más del 55% del volumen de leche provincial, sin embargo industrializa solo el 28% convirtiéndose en una cuenca netamente exportadora. La producción se destina principalmente a la elaboración de quesos. Ha tenido un importante desarrollo en los últimos años explicado básicamente por la alta competitividad de esta actividad en relación con la agricultura y a la producción de carne.

### **Cuenca Sur y tambos fuera de cuenca**

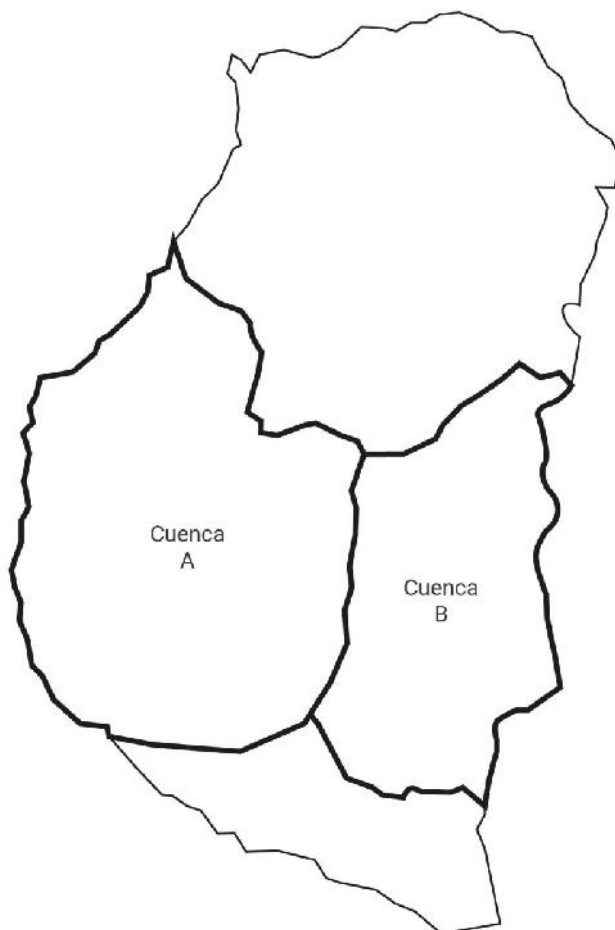
La integran las localidades de Puan, Saavedra y Tornquist, entre otros. Concentran alrededor de 140 tambos (el 6,5%) que producen alrededor del 5% del volumen de leche de la provincia, procesan el 17,5% de la leche en el 12% de las industrias de Buenos Aires.

### **Entre Ríos**

Con porcentajes históricos entre el 3 y el 4% de la producción nacional total, la provincia de Entre Ríos es la cuarta en importancia en la Argentina, bastante lejos de las tres primeras.

Si bien en la actualidad se propone caracterizar la cuenca lechera de esta provincia como una sola, la mayor parte de la bibliografía y de los

análisis que se hacen de Entre Ríos aún distinguen entre las cuencas A y B, con una importante referencia en las industrias radicadas allí.



*Figura 4:* Las dos cuencas lácteas de Entre Ríos (adaptado de Buelink y Schaller, 1996).

En los últimos 25 años, el número de tambos se ha ido reduciendo entre 4 y 5% anual y, por otro lado, la producción promedio de los tambos ha crecido más del 15%. Entre las ventajas que se pueden mencionar de esta provincia son la buena disponibilidad de subproductos para la industria, ubicación estratégica en la pampa húmeda, establecimientos mayormente administrados por sus propietarios, bajo precio relativo de la tierra y relativamente baja competencia con las actividades agrícolas. La mayor desventaja radica en la baja productividad de la tierra como consecuencia de limitantes de suelos.

## **Cuenca A**

La cuenca A está conformada por los departamentos de Paraná, Diamante, Nogoyá y parte de Victoria, mientras que la cuenca B la integran los departamentos de Colón, Uruguay, Tala y Gualeguaychú. En las últimas décadas se ha acentuado la concentración al igual que en todo el resto de la Argentina, siendo en este caso que casi el 70% de la producción total es recibida por poco más del 5% de las industrias instaladas. En el otro extremo, el 78% de las fábricas trabajan con algo menos del 15% de la leche total.

Predominan los suelos integrados Argiudoles vérticos y Peluderts argiudólicos con limitaciones importantes como son la elevada erosión hídrica y un horizonte subtropical denso. En la mayoría de las explotaciones, el promedio de animales totales es de 65 en una superficie total destinada a tambo de 80 hectáreas, con una relación vaca en ordeño sobre vacas totales baja, alcanzando apenas el 0,65.

Por tratarse de una región sumamente húmeda pero con marcadas deficiencias de suelo, las alfalfas duran menos de lo que su potencial les permite o directamente son reemplazadas por otras especies como trébol rojo, cebadilla, festuca o lotus.

En cuanto a los verdeos de invierno es común encontrar trigo forrajero y avena y para los verdeos de verano sorgo forrajero y moha de Hungría.

## **Cuenca B**

Los tipos de suelos que se encuentran en esta cuenca son los vertisoles, también con riesgos de erosión hídrica y horizontes densos. A diferencia de la otra cuenca, la superficie destinada a tambo incluyendo crianza y recría alcanza un promedio de 150 hectáreas con 120 animales y una relación vacas en ordeño/vacas totales cercana al 0,75.

Al igual que en la otra cuenca suelen utilizarse recursos como trébol rojo, cebadilla y lotus. Entre los verdeos de invierno más usados están la avena y entre los de verano hallamos el sorgo y el maíz.

## **Otras regiones del país**

En la provincia de Tucumán se destaca el departamento de Trancas ubicado a 70 kilómetros de la capital provincial, en franco crecimiento en los últimos años. Resaltan las provincias de Salta y Misiones, con explotaciones incipientes que se encuentran en proceso de incorporación de tecnología e intensificación.

Un caso destacable es el de la provincia de Santiago del Estero, que en la actualidad disputa el quinto lugar en la Argentina con un porcentaje que oscila entre el 1 y el 2% del total a nuestra provincia de La Pampa.

## Bibliografía general

- Buelink D., Schaller A. y Labriola, S. (1996) Principales Cuencas lecheras Argentinas. Secretaría de Agricultura, Pesca y Ganadería. Buenos Aires. Recuperado [http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/lacteos/miscelaneas/Cuencas\\_Lacteas/CuencasLecherasArgentinas.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/lacteos/miscelaneas/Cuencas_Lacteas/CuencasLecherasArgentinas.pdf)
- Cartier, E.N., Issaly, L.C. y Giorgis, R. (2007) Creación y distribución de valor en la cadena láctea. Eslabón industrial e integración provincias de Buenos Aires, Córdoba, Entre Ríos, La Pampa y Santa Fe. CFI Exp N° 6579 01 01 Recuperado <http://www.carbap.org/lecheria/CADENA%20DE%20VALOR%20Esl.primario.pdf>
- Castellano, A., Issaly, L., Iturrioz, G., Mateos, M., y Teran, J.C. (2009) Análisis de la cadena de la leche en Argentina. Estudios socioeconómicos de los sistemas agroalimentarios y agroindustriales. Editorial INTA (4) pp 136. ISSN 1852-4605 Recuperado [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-aees\\_2009\\_cadena\\_leche.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-aees_2009_cadena_leche.pdf)
- Fundación PEL Informe lácteo- González Cren, C. (coordinador) (2016) (37) 1-19. Recuperado <http://www.caprolecoba.com.ar/funepel/Informe%20Lacteo%20FunPEL%20Sept-16.pdf>
- Sanchez, C., Suero, M., Castignani, H., y Marino, M. (2012) La lechería Argentina : Estado Actual y su evolución (2008-2011). Trabajo presentado Trabajo de investigación presentado en XLIII. Reunión Anual de Economía Agraria. Corrientes, Argentina.
- Schaller, A., James, R. Cappellini, O. et al. (2017) Informe de coyuntura agosto 2017, 1–16. Observatorio de la Cadena Láctea Argentina. Recuperado <http://www.ocla.org.ar/contents/news/details/10784776-informe-de-coyuntura-n-005-agosto-2017>

## Bibliografía específica

- Buelink, D., Schaller, A.L.S. y Labriola, S. (1996) Principales Cuencas lecheras Argentinas. Secretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación. Recuperado [http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/lacteos/miscelaneas/Cuencas\\_Lacteas/CuencasLecherasArgentinas.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/lacteos/miscelaneas/Cuencas_Lacteas/CuencasLecherasArgentinas.pdf)

- Castellano, A., Issaly, L., Iturrioz, G., Mateos, M., y Teran, J.C. (2009) Análisis de la cadena de la leche en Argentina. Estudios socioeconómicos de los sistemas agroalimentarios y agroindustriales. Editorial INTA (4) pp. 136. ISSN 1852-4605 Recuperado [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-aees\\_2009\\_cadena\\_leche.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-aees_2009_cadena_leche.pdf)
- Engler, P., Gastaldi L., Marino, M. y Esnaola, I. (2016) Costos regionales de los sistemas primarios de producción de leche. Ediciones INTA. Recuperado <http://www.ocla.org.ar/contents/news/details/8-costos-regionales-de-produccion-inta>
- Issaly, L. C., Teran, J. C., Castellano, A., Iturrioz, G. (2010) Análisis de la cadena de la leche en Argentina. Estudios Socioeconómicos de Los Sistemas Agroalimentarios y Agroindustriales. Recuperado [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-analisis\\_comparativo.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-analisis_comparativo.pdf)
- Resumen estadístico de la cadena láctea de la provincia de Buenos Aires, Ministerio de Asuntos Agrarios de la provincia (2010) Recuperado [http://www.maa.gba.gov.ar/sites/default/files/Informe\\_Relevamiento.pdf](http://www.maa.gba.gov.ar/sites/default/files/Informe_Relevamiento.pdf)



## Ciclo productivo de la vaca lechera

*Isabel Gigli*

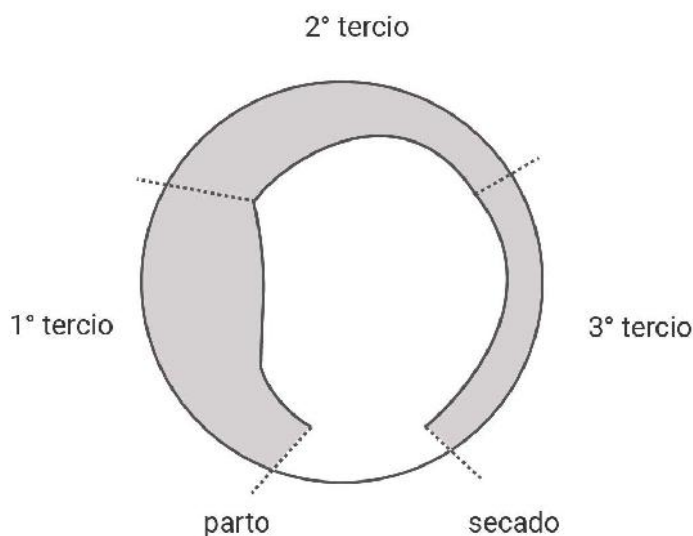
El principal promotor de la mamogénesis es la gestación y los cambios hormonales ocurridos durante el parto desencadenan el inicio de la lactancia o lactopoyesis. Si bien se ha logrado inducir farmacológicamente la lactancia, la producción que se obtiene en estas condiciones, no equipara a una lactancia natural, por lo que aún requerimos que la vaca se preñe y tenga un parto para el desarrollo correcto del sistema secretor de la glándula mamaria e iniciar así la producción de leche. Cuando hablamos del ciclo productivo de una vaca nos estamos refiriendo al periodo que va entre dos partos. Este periodo lo dividimos en dos fases: lactancia y secado. A medida que transcurren las distintas fases se producen cambios en la producción de leche (aumenta hasta el pico de la lactancia), en la ingesta voluntaria (alcanza su pico máximo luego del pico de producción de leche) y en el peso corporal (disminuye en el primer tercio de la fase de lactancia). De esta dinámica nos ocuparemos en el próximo capítulo.

La figura 1 sintetiza los eventos que ocurren a lo largo del ciclo productivo de una vaca lechera. La glándula mamaria requiere de un periodo de desarrollo o diferenciación celular y de un periodo de involución (fase de secado) (Sørensen y Enevoldsen, 1991). Tanto la fase de lactación como la de secado son importantes y ambas condicionan la producción de leche. Por lo tanto, si no se cumple este ciclo, se verá afectada la producción de leche. El número total de lactancias a lo largo de la vida del animal se define como **lactancias vitalicias**. Estimaciones realizadas con información de las cuencas de Santa Fe, Córdoba y Buenos Aires concluyeron en que la lactancia vitalicia es de 2,5 por animal (Maizon, comunicación personal, 2018). Es apropiado, entonces, decir que en nuestro país el manejo del animal resulta en muy cortas lactancias vitalicias. Esto estaría indicando la importancia de reconsiderar el manejo de los animales y poner más énfasis en la sanidad y bienestar animal. Quizás un análisis más objetivo haga replantearse el dogma de un ternero por año, que obliga a lograr intervalos parto-concepción cortos, dificultando el manejo y complicando la sanidad del animal.

## Postparto: importancia del calostro

Los primeros 4-7 días de postparto, la glándula mamaria produce una secreción densa, muy rica en proteínas y grasa que recibe el nombre de calostro. Es esencial para el ternero porque le transfiere defensas en forma pasiva contra enfermedades infecciosas. Esto es de fundamental importancia en los rumiantes que al tener una placenta de tipo sindesmocorial, el pasaje de proteínas de gran tamaño desde la circulación materna a la fetal no se realiza. Por este motivo, el ternero nace desprovisto totalmente de inmunoglobulinas. Las inmunoglobulinas, especialmente las del tipo G, se encuentran en mayor concentración que cualquier otro tipo de proteínas en la secreción que produce la vaca en las primeras horas de nacido el ternero. El reconocimiento del calostro en la protección del ternero se conoce hace mucho tiempo pero actualmente gracias a las investigaciones en proteómica –la ciencia que estudia las funciones biológicas de las proteínas– se le ha otorgado mucho más importancia. Se han identificado en el calostro más de 200 proteínas distintas con actividad biológica (Hernández-Castellano, et al., 2014). Siguiendo en importancia a las inmunoglobulinas, se encuentran las lactoferrinas y defensinas, ambas poseen acción antibacteriana. Incluso la lactoalbúmina, proteína que formará parte del suero de la leche, se produce en las primeras horas postparto y más allá de su importancia nutricional tiene acción antibacteriana. Asimismo, la leche tiene péptidos pequeños con acción antiinflamatoria como factores de crecimiento y factores estimulantes del desarrollo intestinal. La falta de acción proteolítica en el tracto gastrointestinal de los terneros en las primeras horas de vida, sumado a la presencia de enzimas antitripsinas en el propio calostro, favorece la absorción de todas estas proteínas bioactivas (con actividad biológica más allá de la nutrición). La capacidad de absorción de proteínas enteras por la luz intestinal del ternero disminuye luego de las primeras 48 horas de vida. Reconocer la importancia biológica del calostro tiene que servirnos para recapacitar sobre la crianza artificial del ternero en los tambos. Si fuese posible mantenerlo con la madre más tiempo, la toma de más calostro redundará en un mejor desarrollo de la cría. Es importante también organizar un banco de calostro en el propio tambo. Para ello, primero es necesario controlar la densidad del calostro que brinda información sobre la cantidad de inmunoglobulinas presentes en este. Para ello, se requiere únicamente de una probeta y un densímetro. Los densímetros que se comercializan específicamente para calostro presentan una escala que marca la concentración de Ig (gramos de inmunoglobulinas/litro). En base a la lectura que se realice se calcula la cantidad de

calostro que debería tomar el ternero para lograr incorporar entre 150 a 200 g de inmunoglobulinas totales. Un calostro de buena calidad es aquel que presenta una concentración mayor a 50 g inmunoglobulinas/l. Por eso, es que se aconseja que el ternero ingiera al menos 4 litros de calostro dentro de las 6 horas de vida.



*Figura 1:* Esquema del ciclo productivo de una vaca lechera. La zona gris representa el volumen de leche producido, nótese que el pico de producción ocurre en el primer tercio de la fase de lactancia, y luego descende hasta el momento de secado. La producción se interrumpe de forma abrupta cuando se inicia la fase de secado, dos meses previos al parto. Luego del parto el ciclo vuelve a iniciarse.

## Fase de lactancia

La composición del calostro se modifica paulatinamente con el transcurso de las horas a medida que las células epiteliales del alvéolo mamario comienzan a sellar las uniones estrechas impidiendo el pasaje de proteínas de gran tamaño. Los genes que codifican para las proteínas específicas de la leche empiezan a expresarse en mayor cantidad. En otras palabras, comienza la secreción y síntesis de proteínas específicas de la leche. La presencia de lactoalbúmina da también lugar al inicio de la síntesis de lactosa, ya que esta proteína forma parte del complejo enzimático que cataliza la unión entre la molécula de glucosa y galactosa.

Así, la secreción comienza paulatinamente a tener las características químicas de leche, dando comienzo a la fase productiva de lactancia.

**Tabla 1:** Procesos y estructuras vinculadas con la producción de leche en todas sus etapas. Se detallan los estímulos necesarios para cada etapa y la duración aproximada de cada uno.

Proceso	Pasaje		Estímulo	Duración
Síntesis y secreción	Célula epitelial del alveolo mamario	Lumen alveolar	Prolactina y Somatotrofina	Continuo-velocidad lineal hasta 12 horas
Eyección de leche	Lumen alveolar	Conducto y cisterna de la glándula	Oxitocina	3 a 6 minutos
Ordeño	Cisterna de la glándula	Exterior	Por vacío de la máquina de ordeño	7 a 8 minutos

La producción comienza incrementándose diariamente hasta un pico máximo que ocurre alrededor del día 60, luego el volumen de leche producido disminuye paulatinamente en una proporción de declinación mensual del 7 a 10 % hasta el momento que se decide realizar el secado. La pendiente descendente recibe el nombre de persistencia. La curva de producción de leche se construye en base a modelos matemáticos que corrigen por factores externos que modifican la producción (tales como número de lactancia, momento del parto, edad del animal) y brinda información muy útil sobre los patrones de producción. Se utiliza, por ejemplo, para estimar la producción total de una vaca en cualquier punto de la lactancia que se encuentre.

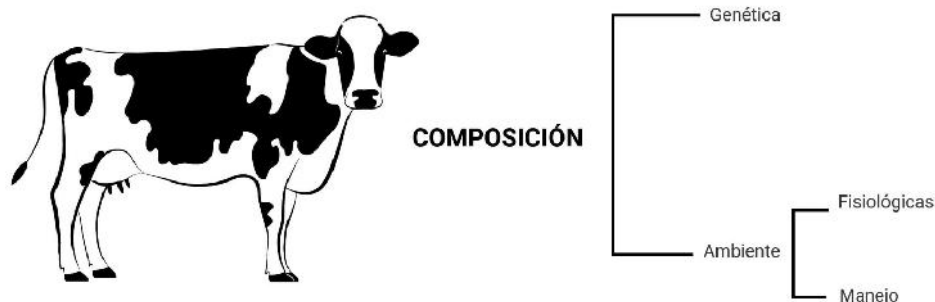
Desde el momento del parto, y siempre que se extraiga la leche de los lúmenes alveolares –o bien por succión de la cría u ordeño– se continuarán los procesos de síntesis y secreción estimulados por la hormona somatotrofina y prolactina. Este proceso es continuo con una velocidad variable que se correlaciona con el grado de llenado del lumen alveolar: se modifica según el tiempo transcurrido desde el último ordeño. Inmediatamente después del ordeño, la velocidad de secreción es mayor y disminuye a medida que se acumula leche en los lúmenes alveolares. En un principio, los investigadores postularon que este mecanismo estaba regulado por una situación mecánica. Sin embargo, ahora se comprende que esta variación no es el resultado de un efecto mecánico directo sino que es la respuesta a la síntesis de un péptido (Factor inhibidor de la lactación) que inhibe la secreción de los componentes de la leche. A medida que se acumula leche en los lúmenes alveolares, la velocidad de secreción disminuye hasta un punto donde no se secreta más. A partir del momento donde se interrumpe la secreción, se desencadenan los procesos que

llevarán a la involución de la glándula mamaria. Este es el motivo por el cual se determinó que el tiempo máximo entre ordeño debería ser de 12 horas. Es conveniente garantizar al animal un ambiente donde no se encuentre estresado para que se produzca el reflejo o bajada de la leche adecuadamente y así el ordeño se pueda realizar en forma completa. Debemos aclarar que el ordeño mecánico no produce el vacío total de la glándula. Hasta un 15-25% del volumen total presente en los lúmenes alveolares al inicio del ordeño queda como remanente. Esta leche que queda retenida se denomina **leche residual**. La única forma de producir la eyeción de la leche residual es con una inyección de oxitocina al final del ordeño. Esto en la práctica no se realiza, pero se podría utilizar como indicador de un mal ordeño (si no se produjo el ordeño en condiciones adecuadas, la leche que quede en los lúmenes alveolares será mayor al porcentaje mencionado). Determinados factores como la edad del animal (mayor leche residual a medida que aumenta la edad de la vaca), número de lactancias (aumenta con número de lactancia); producción (disminuye en proporción a la producción); frecuencia de ordeño (disminuye con el aumento de los ordeños diarios), modifican la cantidad de leche residual. A continuación, discutiremos los factores externos que afectan la producción y composición de la leche.

### **Factores asociados a la producción de leche**

La composición de la leche está regulada por factores genéticos y ambientales (Figura 2). Dentro de los factores genéticos, si bien nos ocupamos específicamente de la leche bovina, no podemos dejar de mencionar que la especie animal determina la primera diferencia en la composición de la leche. Cada especie produce la leche más adecuada para la nutrición de su cría. Centrándonos en los bovinos, hablaremos de las diferencias entre raza e individuos, que son la base de la mejora genética (tema que se discutirá ampliamente en el Capítulo 10).

La categoría de factores ambientales se divide en fisiológicos y factores de manejo. Algunos de estos no son posibles de modificar, como la edad del animal o el número de lactancia, pero otros como la salud o la frecuencia de ordeño por mencionar algunos, sí son posibles de controlar. El factor que más rápidamente influye en el cambio de composición de la leche es la nutrición. Por último, hay factores que modifican la composición cuantitativa y cualitativa de la leche postordeño; sobre estos últimos nos detendremos en el Capítulo 6.



**Figura 2:** La composición de la leche está regulada por factores genéticos y ambientales, dentro de esta última hay factores fisiológicos y de manejo.

**Factores genéticos:** Tres razas son las más utilizadas en la producción de leche en nuestro país (tabla 2). La Holando Argentina es la que predomina, le sigue en importancia la Jersey con ventajas sobre la primera en cuanto a sanidad de ubre y menores requerimientos de mantenimiento. Esto último en regiones semiáridas como la nuestra, es importante de considerar. Algunos productores optan por utilizar una cruce entre ambas razas. En estos casos, la producción de leche de las cruces Holando Argentina x Jersey se comportan en promedio con valores intermedios en las características fenotípicas de mayor interés (producción total, % proteínas totales y % grasa total). La tercera raza más utilizada para la producción de leche es la Pardo Suizo. Esta tiene un lento pero sostenido crecimiento en la Argentina sobre todo en la cuenca de Entre Ríos. Sus características en cuanto a volumen de leche producido son equivalentes a la Holando Argentina, con la ventaja de presentar mayor concentración de sólidos totales y tolerar más las altas temperaturas ambientales. Los híbrido Holando Argentino x Pardo Suizo no difieren en tamaño y peso al Pardo Suizo puro (Vallone et al., 2014). Estudios realizados sobre la producción de leche tanto en volumen total como composición de las cruces no mostró diferencias significativas (Teodoro y Madalena, 2003). Por lo tanto, podemos concluir en que la leche de vacas híbridas es similar a la de animales puras Pardo Suizo.

**Tabla 2:** Comparación de la producción total y composición de la leche en distintas especies expresados en porcentaje. Se muestran valores promedios y desvíos estándar. Referencia: 1 Fuenmayor et al., (1973); 2 Teodoro y Madalena (2003).

Raza	Producción total (Kg)	Grasas totales	Proteínas totales	Sólidos totales	Referencias
Holstein	2.821 ± 163	3,4 ± 0,1	3,0 ± 0,05	12,4	1,2
Jersey	2.320 ± 61	3,7 ± 0 04	3,1 ± 0,02	14,1	2
Pardo Suiza	2.418 ± 119	3,8 ± 0,1	3,2 ± 0,04	12,6	1,2

**Factores ambientales:** los factores de origen ambiental que modifican la lactancia se pueden agrupar en fisiológicos, sanidad y de manejo. A continuación, se presentan los principales factores ambientales que modifican la producción de leche tanto en volumen como en composición química.

1. **Momento de la lactancia:** como se mencionó anteriormente, el volumen de leche varía de acuerdo al momento de la fase de lactancia en que se encuentre el animal (Akers, 2002); por otro lado, la cantidad total de grasa en leche es mayor al inicio de la lactancia, para disminuir luego del pico de producción. De todas formas, si se considera el porcentaje de grasa total no se observan variaciones debido al efecto de dilución. En cuanto al perfil de los ácidos grasos en leche, los de cadena mediana y corta (C6:0 a C14:0) tienen valores más bajos al inicio de la lactancia para aumentar a medida que la lactancia progresa. Contrariamente, los de cadena larga (especialmente C18:0 y ácido oleico) y ácidos grasos insaturados, tienen su mayor concentración en leche al inicio de la lactancia. Esto refleja la movilización de grasa corporal que ocurre durante los primeros meses de lactancia (Bilal et al., 2014).
2. **Número de lactancias:** los animales adultos producen más leche en comparación con vaquillonas en su primera lactancia. La mayor diferencia se observa entre la primera y segunda lactancia del animal. Se estima que esta diferencia se debe un 20% al aumento del peso corporal y el 80 % al desarrollo de la glándula mamaria, ya que la mamogénesis aún continúa en la segunda preñez del animal (Akers, 2002).
3. **Época de parición:** los animales con partos en primavera-verano producen más leche que los que inician su lactancia en otoño-invierno. Por un lado, esto se debe a la mayor oferta forrajera,



sobre todo en nuestra región semiárida con los sistemas de producción semi-extensivos. Pero también se debe al fotoperiodo. El tiempo de luz en un ciclo de 24 horas afecta la producción de leche. La mayor producción se asocia con animales que tuvieron su periodo de secado en coincidencia con días cortos (otoño-invierno), y su fase de lactancia con días largos (Dahl et al., 2004).

4. **Sanidad:** toda enfermedad que produzca dolor o disminución de la movilidad repercutirá indirectamente en la producción de leche. La mastitis, por ser la inflamación de la glándula mamaria, afecta directamente la producción y composición de la leche. El aumento de células somáticas que se produce como consecuencia de la mastitis, afecta la calidad postordeño de la leche. No entraremos aquí en mayor detalle porque la mastitis será considerada en particular en el Capítulo 11.
5. **Nutrición:** el efecto de la nutrición sobre la producción de leche comienza mucho antes de iniciada la fase de lactancia. De hecho, se ha descrito un efecto directo sobre ganancia diaria y producción de leche en la etapa prepuberal del animal. Estudios sobre ganancia de peso en vaquillonas determinaron que la ganancia de peso ideal es de 600-800g/día en las vaquillonas para lograr un óptimo desarrollo del parénquima mamario (Akers, 2002). Si el animal tiene una ganancias de peso diaria mayor al rango mencionado se producirá acúmulo de tejido graso en el tejido mamario, y esto interferirá en el desarrollo del sistema secretor. Por el contrario, ganancias menores repercutirán en una demora en la pubertad de la hembra.

Una vez iniciada la lactancia, y más allá de lo obvio, que una vaca subnutrida verá afectada su producción, la calidad del alimento influye directamente en la composición de la leche. La síntesis de ácidos grasos de cadena corta ocurre en el alveolo mamario, estos requieren como precursores acetato y butirato- ácidos grasos volátiles (AGV) que se provienen del rumen, producto de la fermentación de alimentos fibrosos. En cambio, cuando en la dieta del animal se ofrece una proporción importante de granos, el AGV predominante en el rumen será el propionato. Este es precursor de glucosa en el hígado que se requiere para la síntesis de lactosa en la glándula mamaria. Debido a su capacidad osmótica, a mayor producción de lactosa, mayor cantidad de agua ingresará en las células del alvéolo mamario dando por resultado mayor producción de leche.

6. **Frecuencia de ordeño:** al aumentar la frecuencia del ordeño de dos a tres veces diarias se obtiene mayor producción de leche. Es interesante observar que la respuesta a la frecuencia de ordeño es diferente dependiendo del momento de la fase de lactancia. Si se ordeña tres veces al día al inicio de la lactancia y pasado el pico de producción se continúa ordeñando dos veces diarias, el aumento de producción logrado se mantiene. En cambio, si se inicia ordeñando dos veces, y se cambia a tres no se logra producir un aumento en la producción. Se ha postulado que este efecto podría estar mediado por cambios epigenéticos (alteraciones que no responden a mutaciones sino a cambios en la configuración del ADN) debido a que las células del alvéolo mamario aún no se encuentran totalmente diferenciadas al inicio de la lactancia (Wright et al., 2013). Es decir que el estímulo de tres ordeños diarios produce cambios epigenéticos en las células epiteliales de los alvéolos mamaros que perduran incluso luego de que se ordeño con menor frecuencia. En algunos tambos se opta por ordeñar con distinta frecuencia de acuerdo con el momento de la fase de lactancia en que se encuentren: al rodeo de “frescas” (paridas recientemente) se las ordeña tres veces al día y con el resto de los animales se realiza el ordeño convencional de dos veces diarias.

## Fase de secado

La glándula mamaria no puede permanecer indefinidamente produciendo leche. Requiere de un proceso de involución celular. Este periodo de descanso conocido como secado de la vaca influye directamente sobre la próxima lactancia. En la vaca lechera, el momento de secado en condiciones ideales se realiza entre 40-60 días antes del próximo parto. Por supuesto que también puede convenir secar una vaca por eventos no deseados como baja producción o enfermedades del animal. Es importante respetar el tiempo de secado porque si esta fase es más corta se verá afectada la producción de leche en la próxima lactancia. Debemos recordar que el secado es importante para la recuperación funcional de la glándula mamaria y no del estado corporal del animal. La vaca debe recuperar peso en las dos últimas etapas de la fase de lactancia y debe llegar al secado con un índice corporal de 3-3,5 (escala 1-5). Durante el transcurso de esta fase, el animal debe recibir una dieta balanceada, no ganar peso y evitar dietas con excesiva concentración de calcio y fósforo. Es importante además que reciba granos para adaptar la microflora

ruminal a la dieta que recibirá en la fase de lactancia. En la Tabla 3 se brindan los requerimientos nutricionales comparativos y el consumo voluntario en las distintas etapas del ciclo productivo de la vaca lechera, teniendo en consideración la energía para mantenimiento, para producción y para gestación. Los valores absolutos dependerán del peso del animal y del nivel de producción.

**Tabla 3:** Comparación esquemática del consumo voluntario y requerimientos nutricionales en distintas etapas del ciclo productivo de la vaca lechera.

		Fase de Lactancia (tercios)			Fase de secado
		Primer	Segundo	Tercer	
Consumo voluntario		+	+++	++	+
Requerimientos energéticos	Mantenimiento	+	+	+	+
	Producción leche	+++	++	++	
	Gestación		+	++	++

## Bibliografía específica

- Akers, M. R. (2002) Endocrine, Growth factors, and Neural Regulation of Mammary Development. In Lactation and Mammary gland. Capítulo 6: 129-163. Iowa State Press. Iowa.
- Bilal, G., Cue, R.I., Mustafa, A.F., Hayes, J.F. (2014) Effects of parity, age at calving and stage of lactation on fatty acid composition of milk in Canadian Holsteins. *Can. J. Anim. Sci.* 94: 401-410.
- Dahl, G.E., Auchtung, T.L., Reid, E.D. (2004) Manipulating milk production in early lactation through photoperiod changes and milking frequency. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 20(3):675-685.
- Fuenmayor, C., Chicco, C.F., Bodisco, V., Capó, E. (1973) Estudio de los componentes de la leche de vacas Holstein y Pardo Suiza durante cuatro lactancias en Venezuela. *Agronomía Tropical.* 23(6): 541-554
- Hernández-Castellano, L.E. Almeida, A.M., Castro, N., Argüello, A. (2014) The colostrum proteome, ruminant nutrition and immunity: a review. *Curr Protein Pept Sci.*15(1):64-74.
- Sørensen, J.T., Enevoldsen, C. (1991) Effect of dry period length on milk production in subsequent lactation. *J Dairy Sci.*74(4):1277-1283.

- Teodoro, R.L., Madalena, F.E. (2003) Dairy production and reproduction by crosses of Holstein, Jersey or Brown Swiss sires with Holstein-Friesian/Gir dams. *Trop Anim Health Prod.* 35(2):105-15.
- Vallone, R., Camiletti, E., Exner, M., Mancuso, W., Marini, P. (2014) Análisis productivo y reproductivo de vacas lecheras Holstein, Pardo Suizo y sus cruzas en un sistema a pastoreo. *Producción lechera. Rev. vet.* 25: 1, 40-44.
- Wright, J.B., Wall, E.H., McFadden, T.B. (2013) Effects of increased milking frequency during early lactation on milk yield and udder health of primiparous Holstein heifers. *J Anim Sci.* 91(1):195-202.

## Implicancias fisiológicas de una vaca lechera

*Isabel Gigli*

El volumen de leche producido mundialmente ha aumentado en más del 50 por ciento en las últimas décadas (datos del Banco Mundial). En nuestro país los valores de producción aumentaron de 5.000 millones de litros por año en la década del 80 a 10.000 millones/l año en el año 2016 (datos del OCLA). En la provincia de La Pampa, pese a las desventajas de la zona semiárida descritas en el primer Capítulo, también se produjo un incremento en producción. Las razones de tal aumento se deben principalmente al incremento del número de vacas por tambo y, por otro lado, al aumento de producción individual. En los últimos 40 años, la producción individual por lactancia en la raza Holstein se duplicó (Oltenacu y Broom, 2010). En otras palabras, la vaca lechera que vemos hoy en los tambos produce mucho más leche que sus predecesoras.

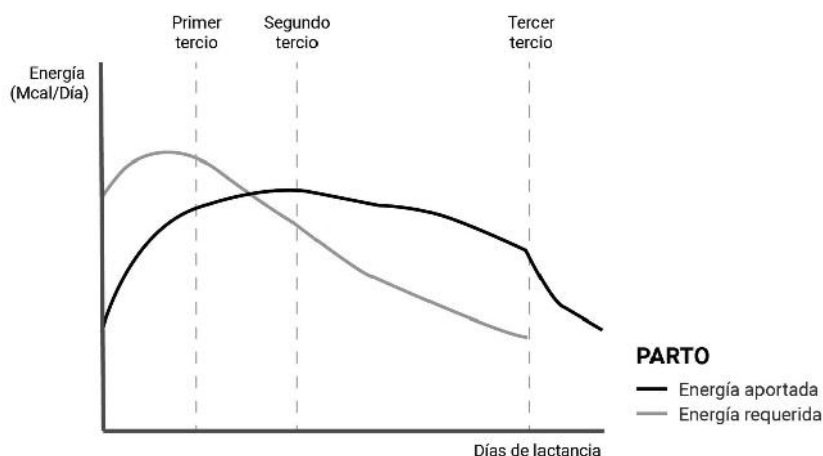
El aumento de producción individual responde a mejoras en el manejo –como por ejemplo la nutrición– y a cambios genéticos en la población. Para comprender cuanto de la magnitud del aumento de producción se debe a la mejora genética, Hackman y Spain (2010), realizaron estimaciones sobre producción fisiológica, teniendo en cuenta el tamaño corporal de un individuo (se denominan ecuaciones alométricas). De esta forma, han estimado que el costo energético metabólico durante el pico de producción de leche en vacas Holstein observado es dos veces y media mayor al valor estimado. Esto equivale a afirmar que la selección artificial –mediante los planes de mejoramiento genético– es responsable de un aumento de aproximadamente 250% del pico de producción de leche (Hackmann y Spain, 2010).

Para lograr incrementar la producción, los cambios genéticos producidos por la selección modificaron la fisiología general de la vaca. Debido a esto, el metabolismo de una vaca lechera, especialmente durante los primeros dos meses de la fase de lactación, no es igual a ninguna otra hembra mamífera. Ni siquiera es igual al de una vaca seleccionada para carne. Es importante conocer los cambios metabólicos de una

vaca lechera durante la fase de lactación para adecuar el manejo a sus requerimientos.

Durante la fase de lactación, la vaca debe generar energía para su metabolismo basal, para producir leche y además –por cuestiones de manejo– debe lograr una nueva preñez en el momento de mayor producción. Todo esto no es sencillo para el animal. Requiere de una correcta nutrición y un ambiente que produzca el menor estrés para mantener la salud y una producción de leche de calidad sanitaria. Por último, pero no menos importante, debemos considerar que durante el último mes de gestación, se produce una disminución del consumo voluntario. En la vaca, a diferencia de lo que ocurre en general en cualquier hembra mamífera, la recuperación de la ingesta voluntaria luego del parto ocurre muy lentamente, de tal forma que se produce un desfasaje entre la demanda energética requerida para la lactancia y el aporte energético brindado por la ingesta (Figura 1). Este desfasaje lleva al animal a un estado **de balance energético negativo (BEN)**. La vaca lechera comienza la producción con un déficit energético, logrando un equilibrio entre consumo voluntario y demanda energética después del segundo mes de lactancia. Para compensar este déficit se incrementa la lipólisis y la movilización grasa desde las reservas corporales. Se estima que la vaca logra un balance energético –la energía obtenida por la alimentación cubre la demanda energética– cuando la producción de leche es de alrededor del 80% del pico de producción. Durante el primer mes de lactancia la reserva corporal utilizada es aproximadamente equivalente a un 33% de la energía requerida para la leche producida: la movilización grasa puede llegar a equivaler a un tercio de la producción de leche (Bauman y Currie, 1980). Por eso, el principio de la lactancia, durante el BEN, el metabolismo en la vaca lechera se caracteriza por un periodo de catabolismo. A partir del segundo tercio, cuando la producción comienza a declinar lentamente y el consumo voluntario alcanza sus valores más altos, el metabolismo pasa a ser anabólico.

En este capítulo, nos centraremos en las adaptaciones fisiológicas que atraviesa la vaca previas y durante el parto para producir el pico de producción.



*Figura 1:* Representación esquemática de la Energía aportada por la alimentación y la Energía requerida para producción de leche. Nótese que durante los primeros 90 días de la fase de lactancia el animal se encuentra en un balance energético negativo (BEN). Durante el secado el consumo voluntario disminuye a valores mínimos.

## Etapa de transición: Homeorresis y lactancia

La etapa de transición abarca un periodo aproximado de dos a tres semanas previas al parto y de dos a tres semanas después de ocurrido este. La transición de animal gestante a animal en lactación implica una adaptación fisiológica (homeorresis) que compromete a la glándula mamaria y a distintos órganos (hígado, corazón, riñones, huesos). Numerosos procesos bioquímicos, que se detallarán más adelante, ocurren tanto a nivel del hígado como en la propia glándula mamaria para permitir al animal cumplir con la demanda productiva. La utilización de nutrientes por parte de la ubre excede a la utilizada por el resto de los órganos y tejidos, incluido el hígado. Durante la lactancia, la glándula mamaria tiene una tasa energética muy alta; sin embargo, el producto –la leche– no le reporta ningún beneficio al animal. Más aún, con la alta productividad lograda por la presión de selección ejercida por el ser humano, el beneficio final tampoco es para su propia cría. El organismo en su conjunto se pone a trabajar en función de cumplir las demandas nutritivas y energéticas de la ubre.

Bauman y Currie (1980) utilizaron el término homeorresis para definir los cambios metabólicos que ocurren en forma coordinada para satisfacer una demanda fisiológica. El término hace referencia a los cambios que ocurren en distintos órganos y sistemas que permiten al organismo a adaptarse a una nueva condición fisiológica. Estos cambios ocurren



lentamente, a diferencia de la homeostasis donde las modificaciones deben ocurrir en minutos para garantizar el equilibrio del individuo. Un ejemplo de homeostasis es el aumento de la frecuencia cardíaca al realizar un ejercicio físico. Un ejemplo de homeorresis es la lactación, tema que se desarrollará con profundidad a lo largo de este capítulo. Los cambios metabólicos que se desencadenan al inicio de una lactación son más lentos y más perdurables en el tiempo, en cambio el aumento de la frecuencia cardíaca en nuestro ejemplo ocurre inmediatamente de ocurrida la demanda de oxígeno producto de un aumento en la tasa metabólica por el ejercicio.

La lactación requiere de la coordinación de varios órganos y sistemas para garantizar los nutrientes necesarios para la energía que demanda la producción de leche y el aporte de los precursores químicos para la síntesis de los componentes específicos en el alveolo mamario. La tabla 1 resume las modificaciones más notorias que se producen en los órganos y tejidos más importantes para lograr que los alvéolos mamarios produzcan leche.

**Tabla 1:** Cambios metabólicos que ocurren en los principales órganos y sistemas al iniciar la lactación (con base en Bauman & Currie, 1980).

Tejido	Respuesta
Glándula mamaria	Células epiteliales del alveolo mamario aumentan: tamaño y número; irrigación sanguínea; procesos metabólicos
Hígado	Aumenta: gluconeogénesis, movilización de glicógeno, movilización de lípidos; síntesis proteica
Tracto digestivo	Aumenta la capacidad de absorción
Tejido adiposo	Disminuye la síntesis de lípidos de novo; aumenta el depósito de ácidos grasos preformados; disminuye la re-esterificación; aumenta lipólisis
Tejido muscular	Disminuye la utilización de glucosa y la síntesis proteica; aumenta degradación proteica
Huesos	Aumenta movilización de Ca y P
Corazón	Aumenta el trabajo cardíaco
Sistema endócrino	Aumenta concentración plasmática de somatotrofina, prolactina, glucocorticoide. Disminuyen hormonas tiroideas y IGF-1

## Adaptación del rumen durante la transición

La ventaja evolutiva de los rumiantes –que les permite obtener energía y nutrientes a través de la simbiosis con un ecosistema microbiano tan complejo como el del rumen– se encuentra perturbada ante la mejora genética que ha logrado transformar las vacas en productoras de leche a

costa de su propio equilibrio fisiológico. Es importante comprender los cambios fisiológicos que ocurren al comienzo de la lactancia, para diseñar estrategias de manejo que permitan al animal expresar su potencial genético. Sabemos que la vaca obtiene sus nutrientes por los productos del metabolismo de los microorganismos ruminales y no tanto por lo que ingiere; sin embargo, las vacas lecheras no siempre logran producir en el rumen la cantidad de micronutrientes necesarios para satisfacer la demanda productiva. Es así como la administración de suplementos de aminoácidos –especialmente metionina y lisina– protegidos para no ser degradados en el rumen, se asocia con mayor producción de leche. Otro ejemplo de suplemento es la vitamina B. Si bien las vitaminas hidrosolubles son sintetizadas por la microflora ruminal, a veces sus valores no llegan a satisfacer los requerimientos diarios. La vitamina B12 es requerida para la gluconeogénesis hepática a partir de propionato. Si recordamos la importancia de la síntesis de novo de glucosa en los rumiantes, comprendemos el impacto negativo que su deficiencia tendría en la vaca.

Además de las modificaciones cuantitativas (el animal requerirá mayor cantidad de nutrientes), se producen cambios en la producción de micronutrientes ruminales por modificaciones de las poblaciones bacterianas y en la mucosa ruminal. Los cambios metabólicos, hormonales y dietarios (el animal pasa de recibir una dieta rica en fibra a una con mayor concentrado) perturban el equilibrio fisiológico del animal. El pH ruminal, la concentración de ácidos grasos volátiles (AGV) y la presión osmótica se modifican. Las recomendaciones nutricionales y el manejo para este periodo se verán en el capítulo correspondiente. Aquí nos enfocaremos en los cambios fisiológicos y cómo estos afectan la producción.

El manejo habitual de las vacas secas en nuestra región es a base forrajera. Esta dieta, produce que la población microbiana ruminal predomine las bacterias celulolíticas, y se encuentren en baja cantidad, las bacterias amilolíticas y bacterias que utilizan el lactato (dando como producto final acetato y propionato). En estas condiciones, las papilas ruminales, necesarias para la absorción de AGV se encontrarán reducidas en longitud. Luego del parto, los requerimientos energéticos se incrementan considerablemente (Berge, 2010); en este momento la vaca en general, comienza a recibir una dieta energética rica en concentrados. Esto produce un cambio marcado en la fermentación ruminal. Si la población de bacterias productoras de lactato y la población de microorganismos que utilizan lactato no están equilibradas, se produce una acidosis ruminal. Este desequilibrio se ve aún más afectado por la capacidad reducida del rumen de absorber los AGV (por falta de desarrollo de las papilas), la acumulación de los ácidos grasos resultan en una mayor caída del pH, afectando la viabilidad de protozoos y bacterias. Esta

condición recibe el nombre de subacidosis ruminal (SARA, por sus siglas en inglés: sub-acute ruminal acidosis). La producción de endotoxinas por el desbalance de la microflora ruminal, lleva a una mayor depresión en el consumo voluntario, agravando el cuadro. Otro factor a tener en cuenta es la disminución de la rumia y, por ende, de la saliva que actúa como buffer. El pH ruminal normalmente es de alrededor de 6,8; si desciende a 6 por disminución de la deglución de la saliva, la digestión de las fibras se complica aún más y en este punto, resulta muy difícil para el animal restablecer los valores fisiológicos.

## Adaptación de la glándula mamaria en la transición

Durante el último mes de preñez, los alvéolos mamarios –la unidad funcional de la glándula mamaria– afrontan una serie de cambios a nivel celular y molecular. A nivel histológico se observa que las células epiteliales del alvéolo aumentan en cantidad y tamaño pasando de ser cúbicas bajas a cilíndricas altas con un núcleo basal. Aumentan la cantidad de mitocondrias y organelas relacionadas con la síntesis proteica y lipídica. Los capilares sanguíneos se ramifican, logrando una mayor irrigación de la glándula. La importancia del aumento del flujo sanguíneo en la ubre se refleja al considerar que por cada litro de leche producida se estima se requiere entre 400 a 500 litros de sangre (Linzell, 1974). Del mismo modo, resulta importante el desarrollo del sistema de drenaje linfático. En vacas con mucha producción de leche al inicio de la lactancia puede ocurrir que se acumule líquido en los tejidos mamarios, condición que recibe el nombre de **edema de ubre**. Esto ocurre porque el sistema linfático no logra drenar todo el líquido que llega a la glándula mamaria. No es una condición dolorosa y, en general, no requiere tratamiento porque se resuelve sola.

Unos días previos al parto comienza a secretarse en las células epiteliales del alvéolo mamario, proteínas y lípidos que formarán parte de la leche. Este estadio, conocido como lactogénesis I, es regulado por factores locales. Recién luego del parto, los cambios hormonales (descenso de progesterona, aumento de cortisol, prolactina y somatotrofina) desencadenan los procesos que llevarán a una secreción abundante, primero de calostro para, gradualmente, transformarse la secreción en leche.

Así como para iniciar la fase de lactancia, la glándula mamaria requiere de un periodo de desarrollo, o diferenciación celular, de igual forma requiere de un periodo de involución (fase de secado). Si no se cumple este ciclo, se verá afectada, como ya hemos mencionado, la producción de la siguiente lactancia.

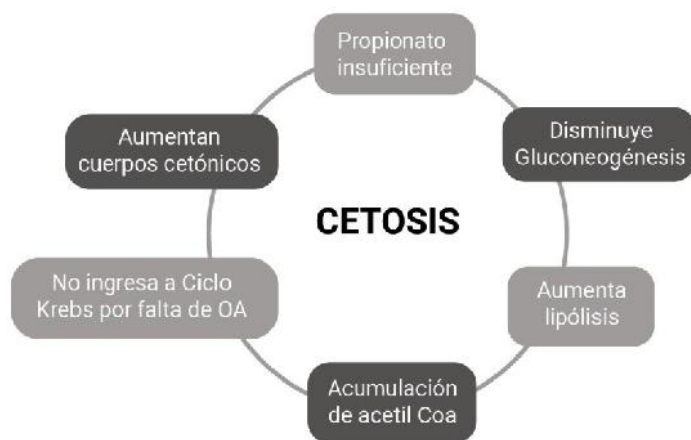
## Metabolismo energético al inicio de la lactancia

En términos generales, las fuentes bioquímicas para la obtención de energía la constituyen la glucosa, los ácidos grasos y como último recurso las proteínas. Durante la fase de lactación, la glucosa es requerida igualmente para la síntesis de lactosa en las células epiteliales del alvéolo mamario. En los no-rumiantes, la glucosa proveniente directamente de la dieta y se absorbe en la mucosa del intestino delgado. En cambio, en los rumiantes, los carbohidratos de la dieta se fermentan casi en su totalidad en el rumen, por lo que la glucosa debe ser sintetizada en el hígado a partir de precursores. El hígado de una vaca postparto puede llegar a sintetizar 3.600 gramos de glucosa por día, esto equivale al 90% de la glucosa total requerida (Young et al., 1977). Los AGV producto de la fermentación ruminal, principalmente el propionato, serán utilizados como precursor en la gluconeogénesis y constituyen la principal fuente energética en los rumiantes.

Todos los tejidos requieren glucosa, pero su uso por parte de la glándula mamaria en la fase de lactación pasa a ser una prioridad. Para comprender como logra el organismo priorizar en los tejidos que requieren más glucosa, veamos primero como las células captan la glucosa. Esta utiliza transportadores de membrana para ingresar a las células. Existen distintos tipos que se diferencian molecularmente (GLUT 1, 2, 3, 4 y 14). El GLUT 4 requiere de insulina, y es el que se encuentra predominantemente en el tejido muscular y adiposo. En cambio, en el cerebro y glándula mamaria predomina el GLUT 1, que no requiere de insulina para ser activado. Durante las primeras semanas post parto, los valores en sangre de la hormona insulina disminuyen. Además de los cambios en la concentración plasmática, se produce una disminución en la respuesta de los tejidos. Este cambio en la sensibilidad de la respuesta se denomina **resistencia a la insulina**. Los cambios en la insulina y su respuesta, producen un aumento de la gluconeogénesis en el hígado (síntesis de glucosa a partir del propionato) y de la lipólisis en los tejidos grasos, con el concomitante incremento de ácidos grasos libres. Además, produce que los tejidos que tengan transportadores independientes de esta hormona puedan utilizar más glucosa que los tejidos que expresan transportadores dependientes de insulina. Como mencionamos, la glándula mamaria expresa preferentemente transportadores GLUT-1, insulina independiente. Así es como en la vaca lechera que, luego del parto, la glucosa se utiliza mayoritariamente en glándula mamaria a expensas de otros tejidos (Ackers, 2002).

Acumulación de cuerpos cetónicos: cuando la demanda energética es muy grande, el propionato generado en el rumen es insuficiente para

mantener la síntesis de glucosa necesaria. Debido a esto, la lipólisis aumenta. Como producto final se produce acetil Coa, que en un principio se usa en su totalidad en el ciclo de Krebs y produce NADH. Cuando el oxalacetato es insuficiente, el acetil Coa se desvía a su ruta alternativa que es la síntesis de cuerpos cetónicos (CC) (Figura 2).



**Figura 2:** Representación de la base bioquímica de la cetosis en la vaca lechera. Cuando el propionato es insuficiente para mantener la gluconeogénesis, el piruvato se produce en cantidades insuficientes para mantener valores altos de oxalacetato; se incrementa la lipólisis, aumentando acetil Coa que no ingresa al ciclo de Krebs, desviándose a su vía metabólica secundaria que es la producción de cuerpos cetónicos.

El producto final de la síntesis de CC es  $\beta$ -hidroxibutirato que almacena energía de la misma forma que lo hace NADH. Además forma un producto más estable: aceto-acetato. Cuando se descarboxila produce acetona que es un producto volátil y se elimina a través de los pulmones, dando un aliento de olor dulzón característico que es utilizado como diagnóstico de intoxicación por CC, ya que en gran cantidad son tóxicos. En resumen, durante el periodo de transición se produce un incremento de cuerpos cetónicos. Como el aceto-acetato y el  $\beta$ -hidroxibutirato son compuestos ácidos, se ponen en funcionamiento mecanismos para lograr mantener el pH sanguíneo, si estos mecanismos no logran compensar, se termina produciendo un cuadro de acidosis. A partir de ese momento, comienzan una serie de trastornos metabólicos que pueden llegar a producir la muerte del animal. Si bien en el capítulo 11 abordaremos nuevamente este tema, queremos enfatizar que toda vaca lechera atraviesa siempre un periodo de acidosis subclínica postparto, y si el manejo nutricional y bienestar del animal no es correcto, se desencadenan un

cuadro clínico que muchas veces es irreversible. Por todo lo dicho, es que el manejo de la vaca en transición es crítico para lograr que el animal atraviese este periodo sin presentar enfermedades metabólicas.

## Metabolismo del calcio al inicio de la lactancia

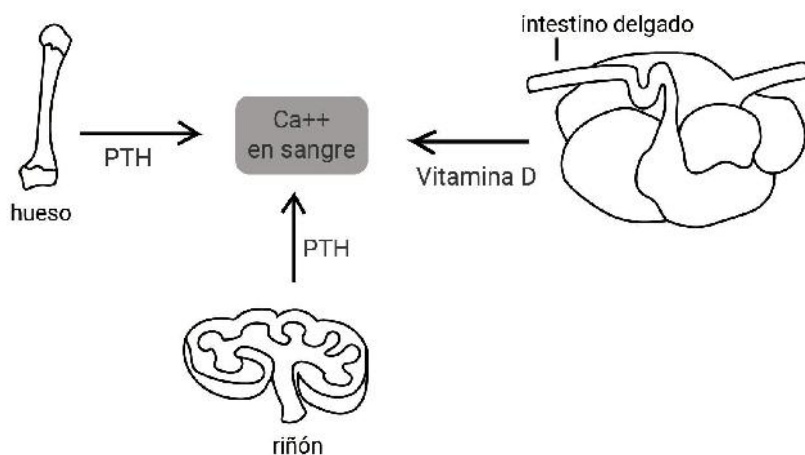
Se define como calcemia a la concentración de calcio iónico en sangre. Se encuentra regulado por la acción conjunta y antagónica de dos hormonas: la calcitonina y la parathormona. La primera se produce en la glándula tiroidea, su síntesis aumenta cuando la calcemia se encuentra elevada. Actúa a tres niveles: inhibe los procesos de resorción ósea, los de absorción intestinal y aumenta la eliminación de  $\text{Ca}^{++}$  por vía renal. En cambio, la síntesis de la parathormona se produce en la glándula paratiroidea y se encuentra regulada por los niveles bajos de  $\text{Ca}^{++}$  en sangre. Se produce para aumentar los niveles de calcemia por resorción ósea (mediante el aumento de células osteoclastos), debido a que aumenta la conversión de la vitamina D a su forma activa quien por un lado, promueve la absorción de  $\text{Ca}^{++}$  a nivel de la mucosa intestinal y, por otro aumenta la reabsorción a nivel renal (Figura 3). Obsérvese que aunque la acción de una y otra hormona es completamente opuesta, ambas regulan el metabolismo óseo.

Inmediatamente posterior al parto, la calcemia desciende bruscamente pues el calostro y la leche tienen una alta concentración de este mineral. Los valores más bajos de calcemia se observan dentro de las 24 a 36 horas postparto. Considérese que los valores normales en la vaca adulta están dentro del rango 8,5-10 mg/dl y por cada litro de calostro, la vaca requiere 2,3 g de calcio. Dando como ejemplo una vaca de 500 kg, y considerando que la volemia (sangre circulante) es de 60 ml/kg de peso vivo, los valores estimados de calcio totales serían entre 0,75 a 3 g totales. En 10 litros de calostro –que es lo que normalmente produce el primer día postparto– la vaca perderá 23 g de calcio. Toda vaca lechera posparto requiere de su reserva ósea de calcio. En el primer mes de lactancia la vaca pierde el 10% de densidad ósea (Goff et al., 1997). Si logra regular la calcemia, esta disminución ósea pasará desapercibida de lo contrario se hará clínicamente evidente como síndrome de la vaca caída (volveremos a este tema en el Capítulo 11).

Como consecuencia de la disminución de iones de calcio, se afecta la contracción de músculos lisos y esqueléticos. Antes de hacerse evidente la alteración en las grandes masas musculares –que terminarán interfiriendo en la movilidad del animal– se verá disminuida la motilidad del

rumen y abomaso repercutiendo aún más en el consumo voluntario. La disminución de las contracciones en fibras lisas pueden incluso producir el aumento de retención placentaria. La hipocalcemia también afecta la respuesta inmunológica (como consecuencia del aumento de cortisol). Más aún, se ha descrito una correlación positiva entre la hipocalcemia y la incidencia de mastitis.

Como conclusión, recordemos que en toda vaca lechera parto se produce una pérdida importante de densidad ósea. Debemos realizar el manejo nutricional adecuado en las vacas en transición para garantizar que el animal llegue en las mejores condiciones al parto y que logre recuperar el calcio óseo lo antes posible para iniciar una nueva preñez. Medidas preventivas sobre la hipocalcemia se discuten en el Capítulo 11.



*Figura 3:* Esquema que muestra el aumento de calcio en sangre por la acción de la parathormona (PTH): resorción ósea, aumento de la conversión de la vitamina D a su forma activa quien promueve la absorción de  $\text{Ca}^{++}$  a nivel de la mucosa intestinal, y aumento de la reabsorción a nivel renal.

## Influencia de efectos ambientales sobre la lactancia

Existen factores externos, como el fotoperiodo y el estrés calórico, que influyen directamente sobre los procesos que ocurren en la glándula mamaria.

### Estrés calórico

En el capítulo 11 se profundizará sobre el efecto del estrés calórico en el bienestar animal, en este apartado puntualizaremos únicamente los

cambios que ocurren durante la fase de lactancia y secado en el tejido secretor mamario. El estrés calórico influye negativamente en la producción de leche en forma indirecta –disminuyendo el consumo voluntario– y directa a través de cambios celulares. Este efecto negativo de las altas temperaturas se observa incluso antes de iniciado la fase de lactancia. Animales en el periodo de secado expuestos a estrés calórico producen en la siguiente lactancia menos litros de leche que animales que estuvieron en condiciones ambientales no estresantes. Esta disminución de la producción se produce por cambios moleculares específicos que ocurren a nivel del gen promotor de las caseínas (Hu et al., 2016) y por cambios asociados con la activación de proteínas muy pequeñas, denominadas HSP (de sus siglas en inglés: heat shock protein, proteínas de estrés térmico) que actúan a nivel celular interfiriendo con el normal funcionamiento de las células epiteliales de los alveolos mamarios.

### **Fotoperiodo**

La fisiología reproductiva en algunas especies está influenciada directamente con el fotoperiodo –ciclos diarios de luz y oscuridad–. Los animales que responden al estímulo lumínico para regular sus ciclos reproductivos se clasifican en fotoperiódicos negativos y positivos. En el primer grupo se encuentran los rumiantes menores: su ciclo ovárico se producen en coincidencia con días cortos (otoño, invierno). El segundo grupo lo constituyen las hembras que presentan ciclo ovárico durante la primavera-verano (mayor cantidad de horas luz/día), como por ejemplo las hembras equinas. La capacidad de responder a la luz se produce por receptores ubicados en la retina, estos emiten una señal nerviosa que se traduce en la síntesis de melatonina por parte de la glándula pineal durante las horas de oscuridad. Las especies que ciclan durante el otoño-invierno responden a la melatonina con un aumento de la hormona GnRH; en cambio, las que ciclan con días largos, responden a la melatonina con una disminución de la GnRH. Es interesante observar cómo el mismo estímulo produce respuestas contrarias dependiendo de la duración de la gestación para lograr los partos en sincronía con las estaciones del año más favorables. Las vacas fueron perdiendo su estacionalidad reproductiva, pero otros rumiantes como los búfalos, son fotoperiódicos negativos. Al considerar que la lactancia está relacionada con la fisiología de la reproducción, hemos mencionado anteriormente que el principal estímulo para promover la mamogénesis ocurre durante la preñez y que la lactancia se inicia por los cambios hormonales desencadenados durante el parto, no resulta extraño que investigadores científicos



especializados en la fisiología de la lactancia se hayan interesado en la relación del fotoperiodo y la producción de leche.

Investigadores de la Universidad de Florida expusieron al efecto de fotoperiodo largo (12-16 horas de luz) y fotoperiodo corto (6-8 horas de luz) a dos grupos de vacas en lactancia alimentadas en las mismas condiciones (Dahl et al., 2004). Los animales expuestos a mayor cantidad de horas luz por día produjeron 2 kg/ día más de de leche que el grupo expuesto a menor cantidad de horas de luz. Es importante recalcar que en este trabajo experimental, el efecto no se produjo por diferencias en la ingesta, pues los dos grupos recibieron la misma cantidad y calidad nutricional de alimentos. Para comprender las bases celulares de la diferencia en la producción total de leche, realizaron estudios celulares de muestras de biopsias de glándula mamaria de cada uno de los grupos. Observaron que los animales expuestos a mayor cantidad de horas de luz tenían mayor número de células epiteliales en los alvéolos mamarios y mayor concentración de IGF (de sus siglas en inglés: insulin growth factor: factor de crecimiento similar a la insulina). Este factor modula la actividad celular. En conclusión, los días largos –primavera, verano– se asocian a mayor producción de leche por cambios a nivel celular del alvéolo mamario.

El mismo grupo de investigadores quisieron determinar si el fotoperiodo afectaría a las vacas antes de iniciar la fase de lactancia. Repitieron el estudio, pero esta vez con vacas preparto. Un grupo de animales estuvo expuesto a menor cantidad de horas luz por día (8 horas de luz) y el otro grupo a mayor tiempo de luz (16 horas de luz). Luego del parto, compararon la producción de leche entre ambos grupos. Contrariamente a lo que esperaban, observaron que el grupo expuesto a menor cantidad de horas luz producía mayor litros de leche por día. A nivel celular, observaron que el grupo expuesto a menor cantidad de horas luz (que producía más leche) expresaba más receptores de prolactina. Concluyeron en que animales expuestos a fotoperiodo corto (lo que ocurre normalmente en el otoño-invierno) expresan mayores receptores de prolactina y esto les permite tener una actividad biológica de esta hormona mayor, repercutiendo en una mayor producción de leche (Velazco et al., 2008; Dahl, 2009). La implicancia práctica de estos trabajos de investigación radica en que se podría acortar el periodo recomendado durante el otoño e invierno sin afectar negativamente la producción de leche.

## Bibliografía específica

- Akers, R.M. (2002) Lactation and mammary gland. Ed. Blacwells, Iowa, USA.
- Banco Mundial (2011). Module 4- Smallholder dairy production. Agriculture Investment Sourcebook, abril de 2013. Recuperado <http://go.worldbank.org/LE880YAAH0>
- Berge, A.C. (2010) Changes in rumen fermentation and rumen wall absorption processes in the transition cow. Dairy Solutions Newsletter 6. Recuperado <http://www.bergevetconsulting.com/transitioncowrumen.html>
- Bauman, D.E. & Currie, W.B. (1980). Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *J Dairy Sci.* 63(9):1514-1529.
- Dahl GE, Auchtung T.L., & Reid E.D. (2004) Manipulating milk production in early lactation through photoperiod changes and milking frequency. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 20(3):675-85.
- Goff, J.P., Horst, R.L. (1997) Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *J Dairy Sci.* 80(7):1260-8. Review.
- Hackmann, T.J. & Spain, J.N. (2010) Invited review: ruminant ecology and evolution: perspectives useful to ruminant livestock research and production. *J Dairy Sci.* 93(4):1320-34.
- Hu, H.; Zhang, Y.; Zheng, N.; Cheng, J. & Wang, J. (2016) The effect of heat stress on gene expression and synthesis of heat-shock and milk proteins in bovine mammary epithelial cells. *Anim Sci J.* 87(1):84-91.
- Young, J.W. (1977) Gluconeogenesis in cattle: significance and methodology. *J Dairy Sci.* 60:1-15
- Linzell, J.L. & Peaker, M. (1974) Changes in colostrum composition and in the permeability of the mammary epithelium at about the time of parturition in the goat. *J Physiol.* 243(1):129-51.
- Oltenuacu, P.A. & Broom, D.M. (2010) The impact of genetic selection for increased milk yield on the welfare of dairy cows. *Anim Welf.* 19(S):39-49.
- Velasco, J.M.; Reid, E.D.; Fried, K.K.; Gressley, T.F.; Wallace, R.L. & Dahl, G.E. (2008) Short-day photoperiod increases milk yield in cows with a reduced dry period length. *J Dairy Sci.* 91(9):3467-3473. Velasco, J.M.; Reid, E.D.; Fried, K.K.; Gressley, T.F.; Wallace, R.L. & Dahl, G.E. (2008) Short-day photoperiod increases milk yield in cows with a reduced dry period length. *J Dairy Sci.* 91(9):3467-3473.

## Rutina de ordeño y bienestar animal

*Marcos G. Murcia*

Las vacas son animales de costumbre; por ello, cambiar la rutina, les genera estrés. Es por eso que para el manejo del ordeño, debemos seguir una serie de pasos en función de obtener la mayor cantidad y calidad posible de leche. El ordeño propiamente dicho no se trata de un procedimiento mecánico, donde simplemente se simula que la vaca sea una máquina de producir alimento a la que se le coloca en los pezones otra máquina que extrae la leche. Por el contrario, se produce una interacción entre el animal y el ordeñador. Si se logra un ambiente que le resulte conocido, como por ejemplo el sonido de la bomba de vacío, la voz del operario, una ración de alimento balanceado, se generarán estímulos positivos que redundarán en un ordeño eficiente. Debemos tener siempre presente que entre ordeños la mayor parte de la leche se acumula en los lúmenes de los alvéolos mamarios y para lograr la salida de la leche de esos espacios a los conductos –proceso que se conoce como eyección o bajada de la leche– se precisa de la acción de la hormona oxitocina que aumenta su concentración en sangre ante determinados estímulos externos como los mencionados anteriormente. Si en lugar de generar estímulos positivos, las instalaciones no son mantenidas adecuadamente y por consiguiente los animales se ven obligados a ingresar a un entorno para nada parecido al natural, con desniveles que provocan resbalones y caídas, presencia de alambres sueltos que lastimen sus patas y ubres, ruidos de camiones y tractores alrededor, todo esto provocará estrés. Un animal asustado secreta adrenalina, bloqueando el reflejo de bajada de la leche, y si además las instalaciones no son adecuadas, será más propenso a lesionarse y, a largo plazo, será más susceptible a enfermarse.

## **Bienestar animal durante la rutina de ordeño**

Se define el bienestar animal como el completo estado de salud física y mental del individuo (Brambell, 1965; Hughes, 1976; Fraser y Broom, 1990) que le permite manifestar su comportamiento natural aún

en condiciones de producción comercial. En el año 1989, la Asociación Veterinaria (World Veterinary Association) consensuó cinco derechos, aplicados a todas las especies y basados en el Consejo para el Bienestar de los Animales de Granja Británico (Webster, 1987), que determina que los animales deben estar libres de: a) hambre, sed y desnutrición; b) miedo y angustia; c) sufrimiento físico y térmico; d) dolor, enfermedad y lesiones; e) cualquier factor que le impida manifestar su comportamiento natural (Seamer, 1993).

La bibliografía de bienestar animal de vacas lecheras en producción profundiza sobre cómo se evita el estrés calórico, mediante el manejo adecuado de las sombras tanto naturales como artificiales, la ayuda de aspersión de agua mediante rociadores de microgotas, entre otras, que ayudan a la termorregulación. Los factores desencadenantes del estrés térmico y cómo repercute en la producción serán abordados en el capítulo 11 A continuación, enumeramos y describimos cada uno de los pasos recomendados durante la rutina de ordeño. Estos surgen del consenso entre especialistas y representantes del sector lechero nacional (Aimar et al., 2016)<sup>2</sup>.

### 1. Arreo

La rutina de ordeño comienza con el arreo de todo el rodeo que está en el potrero pastoreando hasta las instalaciones del tambo. Debemos enfatizar la importancia del buen trato de los operarios a las vacas, respetando la velocidad de la más lenta, sin gritos ni maltratos. Las vacas lecheras rápidamente se acostumbran a la rutina y es común observar que a medida que se acerca el horario del ordeño, sobre todo el vespertino, solas van acercándose al tambo. Para saber si la velocidad que se le está imprimiendo al arreo es el adecuado, se debe observar la forma que adquiere el conjunto de animales. Si esta es en masa, donde se empujan unas vacas a otras y frontalmente avanza un grupo numeroso, está indicando que vamos muy rápido, más de lo que corresponde. Lo contrario se da si lo que observamos es prácticamente una fila india, una detrás de la otra y donde algunas incluso se detienen en el trayecto a pastar o se frenan o desvían de la trayectoria deseada. Esto último nos estará demostrando que el arreo está siendo más lento de lo debido. Entonces conviene llevarlas al tambo a la velocidad de la vaca que avanza más lento, para que no estén exaltadas y no perder tiempo innecesariamente.

---

2 Los pasos de la rutina de ordeño que se detallan surgen del consenso entre especialistas y representantes del sector lechero nacional entre los cuales se encontraba la Facultad de Agronomía de la UNLPam a partir de una convocatoria surgida por el INTA, la facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNC y Aprocal. Dicho consenso se vio plasmado en la confección de la Guía de buenas prácticas para tambos.

Una vez que están en el corral de espera, el ingreso a la sala de ordeño de la tanda de vacas debería ser en el menor tiempo posible. Lo esperable es que las que están en el corral tengan a la vista las que están siendo ordeñadas, y ni bien avanzan para desocupar el brete, estas entren a la sala de ordeño por sí solas acomodándose en el brete correspondiente. Es común observar, independientemente de si se trata de un corral de espera rectangular o circular, que a medida que se avanza en el ordeño, las vacas que van quedando hacia el final son menos dóciles, siendo necesario que el operario o su ayudante las arree hacia los bretes, siempre remarcando que no corresponde hacerlo a los golpes ni a los gritos. Esta necesidad de salir de la fosa para traerlas desde el corral de espera representa una pérdida de tiempo, que habría que ajustar, por ejemplo colocando en las tranqueras (ya sea de avance frontal o radial) un dispositivo sonoro, como una chicharra o timbre, no muy estruendoso, que las vacas asocien con el avance de las tranqueras e ingresen solas. También las tranqueras pueden tener un sistema de control remoto, donde el operario sin necesidad de subir al corral pueda arrearlas lentamente hasta que estén dispuestas en la posición correspondiente.

Una vez que cada animal se encuentre en el brete de la sala de ordeño, se debe estimular el reflejo de bajada de leche. Si no se produce un adecuado estímulo el volumen que esperamos cosechar es solo el que está contenido en las cisternas, es decir aproximadamente medio litro por cuarto, lo que se traduce en 2 litros por vaca.

En ambientes naturales o en otros sistemas productivos, los terneros permanecen al pie de su madre y su sola presencia representa un estímulo. En los sistemas de producción lechera, las crías son separadas de su madre a los pocos días de vida, por lo tanto este estímulo debe ser reemplazado por otros teniendo en cuenta que para lograr el objetivo, confluyen el número e intensidad de los estímulos y también de la capacidad que tiene el animal de recibirlos y traducirlos como respuesta en la bajada de la leche. Esto afectará la velocidad del ordeño, enlenteciendo la tanda completa en el caso de salas de ordeño de trato colectivo; además, impedirá el ordeño completo y si esto se repite varios días ocasionará el secado anticipado.

## ***2. Mojar los pezones y descartar los primeros chorros (despunte)***

Este paso se realiza con agua tibia o a la temperatura que sale de la manguera. Entre ordeños, en la cisterna de los pezones se acumula un volumen de 20 ml aproximadamente. Es conveniente evacuar esta leche antes de colocar las pezoneras. El procedimiento de despunte adecuado se realiza presionando sobre el anillo anular para evitar que la leche se desplace a la cisterna de la glándula, luego desplazar los dedos hacia

abajo y eliminar 2 o 3 chorros de leche. Los objetivos de esta operación son esencialmente tres: provocar un estímulo táctil, factor que se suma a los desencadenantes de la eyección, visualizar posibles alteraciones de la leche como grumos, o presencia de sangre, lo que indicaría presencia de mastitis. Es conveniente que la leche sea arrojada a un recipiente de fondo oscuro para ver contrastar mejor. Por último, se debe descartar la leche con alta carga bacteriana.

### ***3. Lavado de los pezones (este punto no es obligatorio)***

Algunos profesionales recomiendan realizar el lavado solamente cuando los animales ingresan con los pezones sucios. En regiones secas como la nuestra, es posible no lavar los pezones sin repercutir en la calidad de la leche cosechada. Pero se debe remarcar que si se opta por lavar, solo se deben lavar los pezones evitando mojar la ubre. De esta forma, se cuida de no arrastrar suciedad hacia la punta de los pezones.

### ***4. Desinfección (este punto no es obligatorio)***

Esta maniobra también es opcional. Consiste en sumergir el pezón en desinfectante y dejar actuar 30 segundos. Si realizados correctamente todos los pasos previos aún no se ha logrado la bajada de la leche, con vendrá hacer un masaje suave para lograr un estímulo adecuado.

### ***5. Secado de pezones***

Si se lava, se debe secar. La forma correcta de secar los pezones es utilizando toallas de papel individual descartable. Utilizar el mismo papel por vaca o entre varias vacas, aumenta el riesgo de transmitir infecciones en cuartos sanos. No se recomienda utilizar toallas de tela por la dificultad de garantizar su correcto lavado y desinfección. Esto último es de difícil aplicación ya que, por ejemplo, si tenemos 100 vacas en ordeño deberíamos tener 800 toallas de tela que lavar y desinfectar todos los días. Además del gasto de agua, detergentes para lavarlas y desinfectarlas, se requerirá tiempo y espacio para que estén adecuadamente secas, una situación que añade complicaciones innecesariamente. Por el precio relativo de las toallas de papel descartable y por la buena calidad que poseen, está totalmente desaconsejado el uso de la tela.

En todos los casos en los que se laven los pezones, debe estar durante la rutina de ordeño como paso posterior el secado, no solo como ya se dijo para evitar que ingrese por las pezoneras el agua exterior de los pezones, sino para que por efecto del vacío no se produzca el trepado de las pezoneras. Es común observar que si no se secaron los pezones adecuadamente, al colocar las pezoneras estas se deslicen hacia arriba opri miendo el pezón en la zona del anillo anular, obturando la posibilidad

de bajada de la leche y como consecuencia entorpeciendo el correcto ordeño.

### **6. Colocación de las pezoneras**

Para la colocación de las pezoneras se debe ser rápido y efectivo. Una de las razones es porque el tiempo de aprovechar el reflejo de bajada de la leche es corto. Al minuto de comenzados los estímulos se da un aumento exponencial de la concentración de oxitocina, alcanzando su pico máximo alrededor de los cuatro minutos. Desde ese momento irá disminuyendo rápidamente durante los próximos seis minutos. Queda demostrado entonces, lo importante que es colocar las pezoneras rápidamente para aprovechar el pico de concentración de la hormona encargada de la eyección de la leche desde los lúmenes alveolares hasta los conductos.

La forma más recomendada de colocar las pezoneras es ubicarse detrás del animal y trabajar entre los miembros posteriores para ubicarse en el “punto ciego” de la vaca y evitar accidentes. Se procede a invertir el grupo de ordeño quedando el centralizador para abajo y las cuatro pezoneras para arriba. Se observará que tanto los tubos cortos de leche como los de pulsado se doblarán hacia abajo por efecto del peso de los casquillos. Esto es lo buscado ya que los centralizadores tienen en su inserción con los tubos cortos, picos con un corte tangencial para que la goma de los tubos oprima esa sección y no ingrese aire en grandes volúmenes cuando se abra la válvula de vacío del centralizador. Siempre se recomienda estirar los brazos lo más posible y no arrimar la cara a las patas de la vaca, así se abre la válvula de vacío y se comienza colocando las pezoneras en los cuartos más alejados, es decir los delanteros y luego en los pezones traseros, más cercanos al operario en un único y decidido movimiento. Deberá observarse el comienzo del flujo de leche en el centralizador. Este paso es importante hacerlo rápidamente debido a que al abrir la válvula de vacío del centralizador ingresa aire que tendrá como efecto una disminución del vacío dentro del equipo. Si bien para compensar estas entradas de aire puntuales, el equipo tiene una reserva de vacío, si se demora mucho, se puede producir la caída del resto de las pezoneras de ese centralizador o incluso una caída generalizada de todas las pezoneras dependiendo de la pérdida de vacío en todo el circuito.

### **7. Visualización del punto de fin de ordeño y retiro de pezoneras**

La leche fluye de los pezones al centralizador a una velocidad relativamente constante durante los primeros 3 a 6 minutos, dependiendo del nivel de producción. Para retirar la pezonera no debe esperarse a que el flujo de leche se detenga totalmente, cada segundo que pase de más con las pezoneras colocadas y sin que fluya leche, se estará provocando sobreordeño. El sobreordeño es perjudicial debido a que el tiempo sometido



al vacío sin que circule leche provoca microlesiones en la mucosa de los pezones. Estas lesiones producen dolor pudiendo ser este un factor que afecte la velocidad de ordeño, y además, podría aumentar la incidencia de mastitis. Para retirar las pezoneras, la forma más adecuada es colocarse nuevamente detrás del animal, estirar los brazos entre las patas traseras y con una mano abierta completamente agarrar firmemente el centralizador y cerrar la válvula de vacío. Con la otra mano proceder al retiro de las pezoneras una por una comenzando con las de los pezones delanteros y luego los traseros. Nunca se debe tironear de ellas, en caso de que no salgan fácilmente conviene esperar unos pocos minutos hasta que el nivel de vacío interior alcance la presión atmosférica y al igualarse las presiones salgan fácilmente.

Los equipos modernos cuentan con dispositivos para evitar el sobreordeño. Se conocen como indicadores de fin de ordeño. Pueden tener una pequeña luz que titila cuando el flujo de leche tiene una velocidad por debajo de 250 ml/minuto. Otra variante es un sistema de alarma que emite una pequeña chicharra indicadora del fin de ordeño. Es cada vez más frecuente encontrar equipos con retiradores automáticos de pezoneras que al disminuir significativamente el flujo de leche, cortan el vacío y mediante un brazo neumático retiran el grupo de ordeño completo. Estos dispositivos se usan generalmente en equipos de ordeño rotativos con rodeos grandes justificando su costo al reemplazar a un operario en esa acción. Los más comunes y aún presentes en la mayor parte de los tambos de nuestra provincia son los visores. Estos son espacios transparentes en alguna ubicación entre las pezoneras y la línea de leche que permite al ordeñador ver el flujo de líquido. Pueden estar a nivel de los centralizadores en los cuales, generalmente, las tapas son translúcidas y al estar cerca puede verse la disminución del flujo de leche y acercarse el momento de retiro de pezoneras. Otros se ubican a nivel de los tubos largos de leche y en menor medida de las líneas de leche (visores). En todos ellos se requiere de experiencia y de prudente atención para “hacerse el ojo” y retirar las pezoneras en el momento óptimo.

### **8. Desinfección de los pezones**

Al finalizar el ordeño, el esfínter del pezón tarda entre veinte minutos y media hora en contraerse y cerrar el orificio externo. Durante ese tiempo es susceptible al ingreso de patógenos y, por lo tanto, es necesario tomar algunos recaudos para evitar infecciones. Para ello, como último paso antes del retiro de las vacas de la sala de ordeño debe colocarse un sellador, que es un líquido que posee un antiséptico externo y un humectante que protege la piel de los pezones.

La forma correcta de aplicarlo es sumergiéndolo completamente el pezón, debido a que una lesión, herida o sequedad de la piel le provocará dolor a la vaca, estrés y se verá reflejado en complicaciones en la rutina de ordeño. Para lograrlo se cuenta con recipientes cónicos que son de plástico y cuentan con un reservorio inferior de la solución, que apretándolo suavemente completa el cono donde van los pezones.

## **Duración de la rutina de ordeño completa**

En nuestro sistema pastoril, se considera que la duración máxima del ordeño del rodeo completo no debería ser mayor a las 2 horas. Cuanto más demoremos en esta actividad, más tiempo le estaremos quitando a otras tanto o más importantes para la producción de leche en el comportamiento habitual de las vacas, fundamentalmente el de su alimentación. Ya sea que estén estabuladas o encerradas a corral, o pastoreando a campo, conviene que esté en el tambo el menor tiempo posible. Varios autores acuerdan en que el ordeño del rodeo completo no debería durar más de dos horas.

En cuanto a los horarios de ordeño, es habitual que se consulte por qué elegir el primero durante la madrugada y el segundo al caer la tarde y generalmente tiene que ver con dos motivos. El primero es el comportamiento habitual de pastoreo de las vacas. Si se trata de sistemas donde una parte sustancial de la dieta la obtienen a campo, el pastoreo de la mañana y de la tarde noche son los más importantes y prolongados. Entonces no sería inteligente interrumpir este comportamiento con el ordeño. Por otro lado está el factor climático: durante parte importante de la primavera y el verano, las temperaturas cercanas al mediodía son muy elevadas en las regiones de nuestro país donde se ubican los establecimientos lecheros.

Por lo mencionado en los párrafos anteriores, conviene que el ordeño de la madrugada se realice entre las 4 y las 8 de la mañana y el segundo entre las 16 y las 20 horas. Por supuesto que esta es una recomendación general y totalmente flexible a las condiciones acordadas por cada emprendimiento.

## **Cuando el buen trato se hace costumbre**

Como conclusión podemos decir que el buen trato a los animales durante todas las etapas del proceso productivo debería ser una constante. Cuando se adquiere el hábito de tratar adecuadamente a las vacas, no

solo se está cumpliendo con los protocolos de buenas prácticas, sino que además –y por esto tan importante– se estará logrando obtener la mayor cantidad de leche posible y de la mejor calidad.

## Bibliografía general

- Center For Biomedical Ethics. Principles and Guidelines World Veterinary Association Policy Statement. (1989) *Journal of Medical Humanities and Bioethics*. Vol 31 (4) 29–30.
- Lesser, A., Rodríguez Otaño, M. y Cabona O.J. (1979) *Instalaciones y equipos de ordeño* Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires.
- Scala, M.R. (2008) *El profesional tambero. Manual para operarios de tambos*. Ediciones INTA. Rafaela.
- Seabrook, M. F. (1980) The Psychological Relationship Between Dairy Cows and Dairy Cowmen and its Implications for Animal Welfare. *IJSAP* 1(5), 295–298.
- Sirvén, M. (2015) *Manejo y bienestar de las vacas lecheras*. Dunken. Buenos Aires.
- Webster, J. (1995) *Animal Welfare: A Cool Eye Towards Eden*. Wiley-Blackwell, New Jersey.

## Bibliografía específica

- Aimar, M.C. [et al.] *Guía de buenas prácticas para tambos*; compilado por Livia Negri; María Verónica Aimar (2016) 1a ed. - Ediciones INTA, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Brambell, F. W.R. (1965) *Report of the Technical Committee to Enquire Into the Welfare of Animals Kept Under Intensive Livestock Husbandry Systems*. H.M. Stationery Off. London.
- Buxadé Carbó, C.I. y Torres Caballero M.E. (2007) *Vacuno de leche de alta producción (V.L.A.P.): sus alojamientos e instalaciones*. Euroganadería. España, Madrid.
- Fraser, A.F.& Broom D.M. (1990) *Farm Animal Behaviour and Welfare*. 3<sup>rd</sup> ed. London: Bailliere Tindall. Recuperado <http://www.worldvet.org/>
- Hughes, B.O. Behaviour as an index of welfare. *Proceedings 5th European Poultry Conference and exhibition (1976)* Malta. World's Poultry Science Association (WPSA) 39, 1005–1012.
- Seamer, J.H. (1993) Farm animal welfare in Britain. *SCAW (Scientists Center for Animal Welfare) Newsl.* 14(4): 13-14.

## Calidad higiénico-sanitaria de la leche

*Isabel Gigli*

A medida que se avanzó en la comprensión de la importancia que tiene el manejo higiénico-sanitario en la vida media de la leche, las empresas lácteas impulsaron acciones para lograr una máxima calidad desde el tambo. Se hizo hincapié en el adecuado lavado del equipo de ordeño y conservación de la cadena de frío del producto una vez obtenido. A su vez, se hizo más riguroso el control sanitario de los animales con el objetivo de mantener los rodeos libres de brucelosis y tuberculosis. Asimismo, se reconoció que la mastitis no solo afecta el volumen de producción sino que impacta en la calidad de la leche. Los avances alcanzados en estos aspectos, buscan garantizar que la leche producida sea un alimento inocuo. La leche con adecuada calidad higiénico-sanitaria conserva sus características organolépticas –composición y acidez normal– contiene bajo número de bacterias y está libre de residuos químicos.

Las mediciones que permiten controlar la calidad de la leche se realizan a partir de una muestra del tanque de frío del tambo. La leche debe estar libre de microorganismos patógenos, presentar bajas unidades formadoras de colonias y células somáticas. No debe tener contaminantes ni adulteraciones. Nos extenderemos en cada una de las determinaciones que realizan los laboratorios para medir objetivamente la calidad de la leche.

## **¿Cuándo y cómo se determina la calidad de la leche?**

La calidad de la leche se determina cada vez que ingresa el camión cisterna que transporta la leche desde el tambo a la planta industrial. Algunas determinaciones se realizan diariamente para clasificar la leche en categoría A o B. La A es la de mejor calidad y será destinada a leche fluida. La leche B será utilizada para la elaboración de subproductos. Otras determinaciones se realizan con una mayor periodicidad y se las utiliza para determinar el precio que la industria paga al productor.

Estos indicadores se corresponden con un número de unidades formadoras de colonias, recuento de células somáticas, la ausencia de inhibidores como antibióticos y desinfectantes; y, por último, ausencia de agregado de agua como adulteración. Las determinaciones que los laboratorios realizan son:

**Unidades formadoras de colonias:** el primer parámetro que se estableció relacionado con la calidad higiénica fue la cantidad de bacterias presentes en la leche. La forma de determinarla es estimando el número de unidades bacterianas aeróbicas capaces de formar colonias (UFC). Así se estableció la diferencia entre leche pasteurizable y leche no pasteurizable. Según lo establece el Código Alimentario, la leche debe tener menos de 200.000 bacterias/ml antes de cualquier proceso industrial. La pasteurización es el proceso térmico que reduce la carga bacteriana y elimina los microorganismos patógenos y consiste en someter la leche a temperaturas entre 72°C -78°C durante unos 20 segundos. Este proceso es obligatorio en la mayoría de los países pero en algunos como el Reino Unido (salvo la región perteneciente a Escocia), se permite –bajo estrictos controles– la venta desde el tambo de leche no pasteurizada para consumo directo. La leche es un medio ideal para el crecimiento bacteriano y si bien muchas bacterias presentes en la leche son beneficiosas para la salud como las lácticas, otras pueden ser patógenas y causar enfermedades. El tratamiento térmico, a veces cuestionado por modificar la calidad nutricional de las proteínas de la leche, contrasta con los beneficios que se logran, al asegurar un alimento libre de patógenos. Esto es aún más importante si se considera que los controles diarios no contemplan la identificación de patógenos, generando incertidumbre sobre la inocuidad de la leche. Las fuentes de contaminación de la leche son variadas y cada una participa en distinta magnitud en el número final de unidades formadoras de colonias. El principal aporte a una alta carga bacteriana como se observa en la Figura 1 es la falta de higiene en el equipo de ordeño o problemas de enfriado. Es por ello que ante un resultado con altas UFC se debe controlar la higiene del equipo de ordeño y el funcionamiento del tanque de frío que logre llevar en corto tiempo la leche a 4 °C y conservarla a esa temperatura hasta su retiro del tambo.



**Figura 1:** Ilustración del impacto que tienen distintas posibles fuentes de contaminación en el número de UFC en leche. El grosor de las flechas representa el aporte relativo a las UFC en leche.

Las bacterias patógenas se pueden clasificar en dos grupos como se detalla en la Tabla 1, las que provienen de animales enfermos, de ahí la importancia de los controles que se hacen periódicamente de tuberculosis y brucelosis para garantizar que son libres de estas enfermedades. El otro grupo son bacterias y hongos que contaminan la leche post ordeño, de ahí la importancia que el agua que se utiliza para lavar el equipo sea potable y asegurar que los operarios cuiden la adecuada limpieza de las manos para las operaciones que así lo requieren.

**Tabla 1:** Fuente de contaminación y ejemplos de las principales bacterias patógenas que pueden encontrarse en la leche (en base a a datos reportados por FAO).

Fuente de contaminación	Ejemplos de microorganismos
Animal enfermo	Mycobacterium bovis, Brucella abortus, Brucella melitensis, Staphylococcus aureus
Ambiente	Salmonella, Escherichia coli O157:H7, Staphylococcus aureus, Yersinia enterocolitica, Bacillus cereus, Clostridium botulinum, Leptospiriosis spp y Listeriosis monocytogenes

La contaminación con *Staphylococcus sp*, *Salmonella sp* y *Escherichia coli* proviene del tracto intestinal de las personas y la contaminación se produce por manipulación inadecuada limpieza en las manos de los operarios durante el procesamiento de la leche post ordeño.

Es importante considerar la contaminación de los silos que se utilizan como alimentación. Un estudio en tambos de la provincia de Santa Fe (Thomas et al., 2012) demostró que de 20 tambos donde se suministra silo todo el año, el 65% de las muestras presentaban niveles de

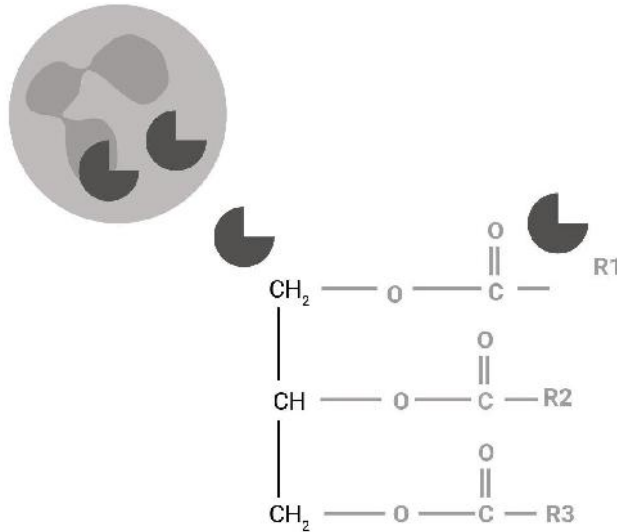
contaminación con esporas de bacterias del género *Clostridium*, dentro del rango medio, mientras que en el 30% de las cisternas muestreadas se encontraron niveles altos de contaminación. Los autores demostraron que el mayor riesgo de contaminación con clostridios proviene de la alimentación con silaje de pobre calidad. La leche se contamina por la eliminación de esporas en la bosta. Si bien, no se han reportado casos de clostridium en personas por consumo de leche, la presencia de esporas es información suficiente como para aplicar medidas preventivas. El silo puede tener micotoxinas (metabolitos secundarios de hongos filamentosos) productoras de aflatoxinas, que se ha demostrado que pueden pasar a la leche. Si bien se establecieron valores máximos aceptados dentro del marco de Mercosur, cabe aclarar que no se realizan controles periódicos sobre la presencia de micotoxinas en leche. Todo esto pone de relieve la responsabilidad que tiene el productor y los profesionales de garantizar que los alimentos que consume el ganado se encuentren libres de contaminantes.

**Número bajo de células somáticas:** llamamos células somáticas al conjunto celular presente en la leche. Está conformado por leucocitos y células epiteliales de descamación provenientes de los alvéolos mamarios y conductos. Como respuesta a una inflamación, los leucocitos aumentan su presencia considerablemente en la leche, y esto es un indicador del estado sanitario de la ubre. El Código Alimentario determina que el valor máximo de aceptación de una leche en buenas condiciones sanitarias es hasta 400.000 células/ml. La industria, a través del sistema de bonificación de pago, presiona por la entrega de leche con bajo recuento de células somáticas. Esto es así, porque las células, especialmente los neutrófilos y macrófagos, contienen un gran número de enzimas lipasas que al ser liberadas producen la ruptura del glóbulo graso y consecuentemente la liberación de ácidos grasos libres como liberación de especies oxígeno reactivas que afectan de la misma forma a los ácidos grasos libres. Todo esto produce un sabor rancio indeseado modificando las características organolépticas de la leche. Con respecto a la lactosa, la mastitis disminuye su síntesis debido a los procesos inflamatorios que se desarrollan en la glándula mamaria. Por último, la composición proteica entre una leche proveniente de un animal con mastitis y uno sano, pueden contener la misma cantidad de proteínas totales, pero la composición específica es muy distinta: la mastitis produce una disminución de las caseínas y un aumento de las proteínas provenientes del flujo sanguíneo (principalmente albúminas y globulinas). Esto ocurre porque al romperse las uniones estrechas entre las células epiteliales de los alvéolos



mamarios, las proteínas que normalmente no forman parte de la leche, logran pasar al lumen alveolar mamario.

Por todo lo dicho, la repercusión tecnológica de la mastitis es muy alta al afectar las características organolépticas de la leche, disminuir la vida media del producto y afectar el rendimiento quesero por menor concentración de caseínas.



*Figura 2:* Esquema representativo que muestra la liberación de enzimas lipasas desde células leucocitarias que integran las células somáticas y ruptura de la estructura de los Triglicéridos liberando ácidos grasos libres.

**Ausencia de inhibidores:** bajo este término nos referimos a químicos como desinfectantes, antisépticos o antibióticos que puedan estar en la leche. La presencia de residuos de antibióticos se debe a que se entregó leche de una vaca en tratamiento veterinario, o que no se respetó el tiempo de descarte de la leche luego de finalizado el tratamiento. En las plantas industriales se utilizan distintos test para comprobar la ausencia de antibióticos o bien usan pruebas microbiológicas que detectan un rango mayor de antibióticos. La industria confirma la ausencia de antibióticos porque afecta los procesos de fermentación que requieren los subproductos como quesos y yogures. Además, los residuos de antibióticos provocan la proliferación de bacterias resistentes, y presentan un riesgo de alergias en personas susceptibles que consuman esos productos.

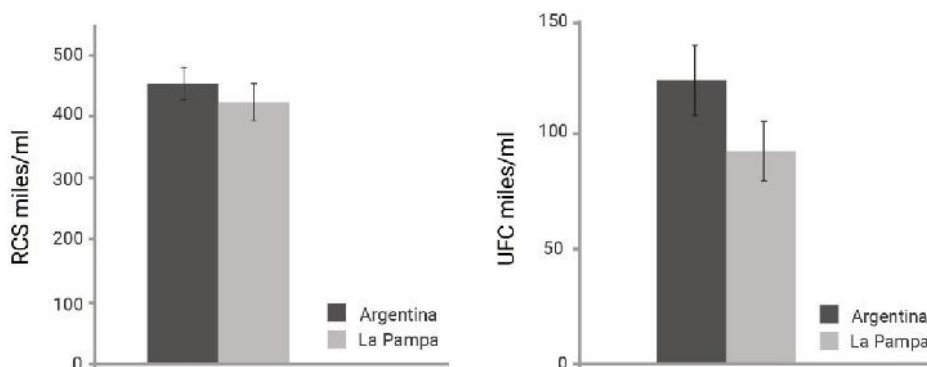


*Figura 3:* Efectos que los residuos de antibiótico en leche pueden producir en la salud pública, en la elaboración de subproductos y en el ambiente

**Exenta de adulteraciones:** El agregado de agua para aumentar el volumen final de la leche entregada se controla midiendo la temperatura de congelación, que oscila entre  $-0,513$  y  $-0,565^{\circ}\text{C}$ . Si resultase más alta que este rango se considera que se ha agregado agua.

## Calidad higiénica de la leche cruda a nivel nacional y en la pampa

En el gráfico 1 se representa el promedio mensual del periodo 2014-2017 de recuento de células somáticas (RCS)/ml de leche y unidades formadoras de colonia (UFC) en Argentina y en la provincia de La Pampa. Si bien estos son valores promedios, y se debe trabajar con los valores de cada tambo en particular, podemos concluir que tanto el RCS o UFC de la leche cruda de la provincia de La Pampa están dentro del rango aceptado por el Código Alimentario Argentino. Si bien no resulta fácil realizar una línea de corte y determinar cuando los valores de RCS indican mastitis subclínica, algunos autores consideran que los valores individuales no deberían ser mayores a 250.000 cél/ml. Sería importante contar con estudios epidemiológicos de la zona y trabajar en reforzar medidas preventivas de mastitis. Los valores de UFC indican que, en promedio, se realiza un buen manejo de la higiene del equipo de ordeño y mantenimiento de la cadena de frío. Por lo tanto, podemos concluir que la leche producida en La Pampa, en términos de células somáticas y unidades formadoras de colonia, es de óptima calidad.



*Gráfico 1:* Promedio del periodo 2004-2017 de RCS y UFC en leche a nivel Nacional y en la provincia de La Pampa (elaborada a partir de datos de la Subsecretaría de Lechería perteneciente al Ministerio de Agroindustria de la Nación).

## Bibliografía general

- Oliver, S. P. How Milk Quality is Assessed. University of Tennessee. Recuperado <http://articles.extension.org:80/pages/21197/how-milk-quality-is-assessed>
- Milk Composition and Quality. University of Illinois. Recuperado <http://ansci.illinois.edu/static/ansc438/Mastitis/milkquality.html>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) Recuperado [http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/leche-y-productos-lacteos/peligros-para-la-salud/es/#.Wdo9n\\_NK1jo](http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/leche-y-productos-lacteos/peligros-para-la-salud/es/#.Wdo9n_NK1jo)

## Bibliografía específica

- Li, N., Richoux, R., Boutinaud, M., Martin, P., Gagnaire, V. (2014) Role of somatic cells on dairy processes and products: a review. *Dairy Sci Technol.* 2014; 94(6):517-538.
- Thomas, J., Dalla Fontana, I., Ramos, E., Thomas, J., Demaria, M., Costamagna, D., Faggiano, M., Bonzi, E. (2012). Factores de Riesgo de Contaminación de la Leche con Bacterias Esporuladas (*Clostridium*) en Establecimientos Lecheros de la Provincia de Santa Fe. *Fave. Sección ciencias agrarias*, 11(1), 19-28.
- Subsecretaría de Lechería perteneciente al Ministerio de Agroindustria de la Nación. Recuperado [http://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss\\_lecheria/estadisticas/\\_01\\_primaria/index.php](http://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss_lecheria/estadisticas/_01_primaria/index.php)

## Uso del agua

*Marcos G. Murcia*

El agua es un elemento vital, fundamental para la vida de la mayor parte de los seres vivos. La producción lechera utiliza grandes volúmenes de agua de calidad en todo el proceso. En las regiones semiáridas hay que considerarlo como un recurso estratégico y es importante tomar conciencia de su valor y llevar adelante medidas para minimizar la cantidad necesaria.

Las regiones semiáridas se caracterizan por tener, en una determinada escala de tiempo, periodos más largos de sequía que de humedad suficiente en el suelo disponible para cultivar. Esto se debe a que las precipitaciones no alcanzan para compensar la elevada evapotranspiración potencial de los sistemas agropecuarios, generando como consecuencia un balance hídrico negativo. Por esta razón, los productores deben compensar esa falta de agua en el suelo con la aplicación de tecnología, como realizar adecuados barbechos, manejar las fechas de siembra de cultivos y forrajes, utilizar estratégicamente las fuentes de agua subterráneas y, en los casos donde es posible, aprovechar el agua superficial como lagos y ríos para riego o bebida animal.

En casi todo el país la principal fuente de agua de los tambos es la subterránea. Asociado a la tendencia a intensificar la producción y a concentrar los rodeos lecheros, hay una mayor demanda de agua en zonas puntuales, aumentando la salinización de las napas, la depresión de los acuíferos y el consecuente riesgo de contaminación por acumulación de efluentes.

Los principales usos del agua en la producción lechera son: requerimientos de cultivos para alimentación animal (forrajes y granos), bebida de los animales, lavado de instalaciones y equipos, y durante la rutina de ordeño.

En este capítulo, intentaremos entender la importancia del agua en los sistemas de producción lechera, profundizando en las actividades que se llevan a cabo en los tambos.

## Uso del agua para cultivos

Los requerimientos de agua por parte de los cultivos son muy variables, según la especie y el sistema de cultivo que se esté utilizando, el estado fenológico en el momento en que se realiza la cosecha o corte y la disponibilidad de agua accesible en el suelo durante el ciclo del cultivo.

Si el sistema de producción de pasto y granos es a secano, el agua obtenida por las plantas será la que está almacenada en el suelo, en las napas y la que aporten las precipitaciones. En cambio, si el sistema es bajo riego, se utilizará proporcionalmente menos agua de lluvia y más de perforación o de fuentes superficiales, con lo que podrían lograrse mayores producciones, pero tendría como consecuencia el riesgo de un aumento de la salinización de los suelos.

## ¿Cuánta agua bebe una vaca lechera?

El consumo de agua por parte del ganado es fundamental, ya que cuando bebe menos, produce menos leche. Para ello debe tenerse en cuenta tanto la cantidad como la calidad del agua de bebida.

Tanto en los sistemas extensivos como en los intensivos, la provisión de agua para bebida es a voluntad; por lo tanto, los animales beberán para cubrir sus requerimientos fisiológicos. Un exceso en el consumo no es perjudicial para la salud pero provoca un aumento en el volumen de purines (excretas con agua) eliminados y sus consecuentes problemas de manejo.

Determinar la cantidad de agua que requiere un bovino productor de leche es una tarea compleja, ya que intervienen diversos factores que interactúan entre sí y modifican directa o indirectamente la ingestión de agua.

Los siguientes son los factores que afectan el consumo de agua (Bavera et al., 1979):

### *Cantidad de materia seca consumida*

Haciendo una comparación entre un nivel de ingestión de materia seca bajo y uno alto, puede apreciarse que en el primer caso, la cantidad de agua por kilo de materia seca consumida es proporcionalmente mayor que para el segundo caso. Lógicamente, el consumo total de agua es mayor cuando aumenta la cantidad de materia seca consumida por día.

### *Composición del alimento*

El consumo de agua de las vacas lecheras aumenta cuando el alimento tiene un elevado tenor proteico debido a la necesidad de eliminar más cantidad de urea por riñón que con dietas menos proteicas. Además, se produce un aumento con el suministro de ensilaje y suplementos con sales.

En cambio con los alimentos succulentos, como forrajes y verdeos, el consumo de agua se ve disminuido. En nuestros sistemas con base pastoril, es importante tener muy en cuenta el agua que aportan los forrajes. Los verdeos de invierno poseen una gran proporción de agua en otoño, en ocasiones superando el 75%, lo que podría abastecer las necesidades del animal.

### *Las condiciones ambientales*

El consumo de agua con temperaturas ambientales entre 12°C bajo cero y los 5°C es de 3,5 litros por cada kilo de materia seca. Con temperaturas mayores, el consumo se eleva. Cuando la temperatura ambiente es muy elevada, se puede deprimir el consumo de materia seca mientras que el consumo de agua sigue aumentando para compensar la deshidratación. Entre los 5 y los 30°C la cantidad de agua consumida aumenta exponencialmente hasta alcanzar un valor de 6 litros de agua por kilo de materia seca de alimento. En el caso de pastoreo directo hay un aumento del 50% del consumo de agua por kilo de materia seca, que se debe al mayor gasto metabólico que realizan las vacas en el proceso de alimentación. En la cifra antes mencionada se contabiliza el agua contenida en los alimentos.

Una humedad ambiente alta acompañada de elevada temperatura, provoca un aumento del consumo de agua al intensificarse el estrés calórico, ya que descienden las pérdidas de calor por evaporación de agua de la piel y los pulmones.

### *Temperatura del agua*

Puede observarse que en días calurosos y teniendo el ganado la posibilidad de acceder a dos aguadas en un mismo potrero, una con agua fresca por tener un tanque a la sombra, y otra sin reparo de los rayos solares, eligen la primera y además se produce un aumento del consumo. Además se minimiza el estrés calórico al bajar la temperatura corporal (Stermer et al., 1986). Con una simple malla media sombra sobre los bebederos se logra bajar la temperatura del agua unos cuantos grados y, al mismo tiempo, se evita la concentración de sales por una disminución de la evaporación.

Lo contrario ocurre en días fríos, en los cuales los animales consumen más agua si esta se calienta levemente o se encuentra al reparo de las heladas que si está cerca del punto de congelación. Una alternativa interesante en inviernos muy fríos, podría ser derivar al bebedero más cercano al tambo el agua de salida de la placa de refrescado de leche, que tiene una temperatura más elevada que la de perforación.

Por otra parte, algo para destacar es que en días calurosos, el consumo de agua fresca aumenta el consumo de alimento y, por lo tanto, de la producción láctea.

### *Variación individual de consumo*

Si se mantiene un lote homogéneo de vacas lecheras bajo el mismo régimen alimenticio y bajo la acción de las similares condiciones ambientales y se mide el consumo individual de agua, se observará una gran variación en los valores.

### *Disponibilidad del agua*

En rodeos lecheros de alto rendimiento se ha observado que la producción de leche es significativamente mayor cuando el agua está a disposición constantemente que cuando se ofrece solo una vez al día, ya que toman más agua en el primer caso. Esto es aún más notorio en vacas de alta producción. Es erróneo considerar que con un solo bebedero grande a la salida del tambo, es suficiente.

Los animales estabulados que tienen agua permanentemente a su disposición beben más y con mayor frecuencia en comparación con los animales a campo que tienen que recorrer grandes distancias hasta la aguada.

### *Sales en el agua*

La calidad y cantidad de sales presentes en el agua de bebida hacen variar su consumo por el ganado. La presencia de hasta 4 gramos por litro de sulfato de sodio causa un leve incremento, pero si el valor es de más de 10 g por litro hay una marcada reducción en el consumo de agua y en la producción por toxicidad. Una alcalinidad muy elevada disminuye la palatabilidad del agua y, por lo tanto, su consumo.

El cloruro de sodio y otras sales en disolución, en concentraciones altas producen un gran aumento de la ingestión hídrica.

Por lo general, y tomando en cuenta la salinidad dentro de los valores tolerables, la mezcla de sales presentes en el agua no produce alteraciones en la cantidad consumida, mientras que altas concentraciones salinas aumentan el consumo salvo casos de toxicidad.

### *Estado fisiológico*

En las vacas en ordeño el consumo de agua se estima agregando de 3 a 4 litros de agua por kilo de leche producida, a los valores promedio. Este valor además varía mucho con la raza y temperatura ambiente, entre otros factores.

Tomando en cuenta la importancia del agua contenida en las pasturas, se puede considerar en general un consumo promedio de 50 litros de agua por día para animales vacunos adultos en pastoreo y contemplar todas las variaciones consignadas.

Cuando se alimenta ganado a pastoreo con suplementos, el consumo será de aproximadamente 65 litros por día. Los animales de alto peso corporal y en días cálidos pueden consumir 80 litros por día y si se trata de buenas vacas lecheras en producción es fácil superar un consumo de 150 litros diarios.



## Los minerales en el agua

El agua de bebida aporta minerales a la dieta de los animales, que en una adecuada medida contribuyen a la nutrición y a la producción ganadera. Las concentraciones óptimas de los minerales dependerán de qué especie se trate.

Para el ganado bovino, las sales totales pueden jugar un rol favorable por debajo de los 6 a 7 g/l, de acuerdo a su composición. El cloruro de sodio en concentraciones bajas estimula el crecimiento y desarrollo de los animales, y su concentración óptima va a depender de la que tiene el forraje que consuma. El consumo de aguas duras lleva a la ingestión de cantidades significativas de calcio y magnesio, sobre todo cuando el forraje que están consumiendo son pasturas maduras. Algo similar sucede con el sulfato de sodio, ya que genera un mayor consumo de alimentos y, en consecuencia, un aumento de peso. El bicarbonato de calcio en concentraciones adecuadas complementa los requerimientos minerales de los animales. Hay que tener en cuenta que en épocas de lluvias aumenta el contenido de fósforo en la materia seca de las pasturas en crecimiento, mientras que el calcio disminuye.

Todo este aporte de sales minerales se debe a que la principal fuente de agua es la subterránea, que se origina en mayor medida por el pasaje del agua de lluvia por el perfil del suelo, en una percolación profunda, que se carga de minerales.

En algunas regiones se suele ver a los animales lamiendo en los caminos para poder incorporar minerales. Es común acudir a la colocación de cubos de complejos de sales, disponibles *ad libitum* para que las vacas puedan lamer, o se colocan piedras minerales en los bebederos.



**Imagen 1:** La foto muestra a un operario colocando piedras de sales en el agua de bebida

## Uso racional del agua

Gran parte del agua que requieren los establecimientos de producción lechera es utilizada durante la rutina de ordeño. Un alto porcentaje de esta agua, luego de ser usada en los procesos mencionados se transforma en los efluentes del tambor.

Para estimar el consumo total de agua en el procedimiento de ordeño y conservación de la calidad higiénica del producto, Charlón y colaboradores en el año 2010 efectuaron diferentes mediciones en tambos comerciales de la cuenca santafesina de Rafaela. Cuantificaron el volumen de agua utilizada en los siguientes procesos: limpieza de pisos de salas de ordeño y corrales de espera, lavado de la máquina de ordeñar y equipo de frío, lavado de los pezones y refrescado de la leche. Estimaron un consumo entre 65 y 87 litros de agua por vaca/día, considerando la usada en la placa de refrescado y entre 15 y 27 litros por vaca/día si esa parte del proceso no fuese considerada. De esta manera pudo compararse la importancia relativa de cada uno de los procedimientos en cuanto al uso de agua, representando el 70% del volumen utilizado la placa de refrescado y siguiendo en orden de importancia, 15% la limpieza de pisos, el lavado de la máquina y el tanque un 10% y el lavado de los pezones un 5%.

Algunos procedimientos como el refrescado de la leche no modifican las características químicas y biológicas del agua y se la puede reutilizar disminuyendo significativamente la generación de efluentes y permitiendo administrar mejor el recurso agua de calidad, tan escaso en regiones como la nuestra. La leche sale de la ubre de la vaca a una temperatura cercana a los 39° C, acorde con su temperatura corporal. A medida que recorre el sistema de leche del equipo disminuye alrededor de 2° C, llegando a la sala de leche a 37° C. Esta es una temperatura elevada para que la leche ingrese al tanque de enfriamiento, por lo tanto, es crucial el refrescado desde tres puntos de vista. Una adecuada conservación de la calidad de la leche se logra con un refrescado rápido, para no generar un ambiente propicio para la proliferación de bacterias que aceleran la lipólisis. Por otro lado, se da una mejora en la vida útil del equipo de enfriamiento al estar menos tiempo funcionando para alcanzar la temperatura deseada de conservación del producto (alrededor de 4° C), y por último, un importante ahorro de energía eléctrica por este mismo motivo.

Estudios realizados en la provincia de Santa Fe, reportaron valores de entre 7 a 14 litros por vaca en ordeño, asignándole a la actividad de la limpieza de corrales y sala de ordeño entre un 50 a 60% de importancia relativa, cuando no se considera el agua de la placas de refrescado.

La leche circula por un aparato a placas, tipo radiador con serpentinatas por el que circula en sentido contrario al del agua de perforación. Esto permite, a través del intercambio de calor, disminuir a la mitad la temperatura de la leche. En estudios realizados en instalaciones de ordeño de Buenos Aires (Herrero, 2014) se determinó que, después del consumo para agua de bebida, la placa de refrescado es la que utiliza el mayor volumen, entre 4,6 y 9,2 litros de agua por cada litro de leche producida. En todos los casos evaluados, estos volúmenes significan entre el 74,5 y el 91,3% del consumo total de agua dentro de las operaciones realizadas durante el ordeño. Esta sencilla comparación como la del trabajo mencionado anteriormente nos da una magnitud del volumen de agua requerido en cada ordeño para esta operación.

Según una encuesta realizada por un grupo de investigación (Herrero et al., 2014), en las cuencas Oeste, Abasto Sur y Abasto Norte de la provincia de Buenos Aires, la totalidad de los productores utilizan el método de refrescado de la leche mediante placas.

En otro relevamiento realizado en 20 tambos de la cuenca sur de la provincia de La Pampa (Murcia, 2015), el 39% de los establecimientos que tienen en funcionamiento una placa de refrescado de leche no reutiliza el agua de salida de esta para otros usos. Es decir que el 100% del agua de buena calidad se desperdicia, transformándose en un solo uso directamente en efluentes de esos tambos.

La única “alteración” que presenta el agua de salida de la placa es la temperatura elevada aproximadamente 5°C respecto del agua de perforación. No se modifica ni desde el punto de vista químico ni bacteriológico. De más está decir que este agua debería ser nuevamente usada, ya sea para refrescar la leche, en la bebida del ganado lechero o incluso en el lavado de corrales de espera y salas de ordeño, el lavado de pisos o en las mangueras de la fosa que se utilizan para el lavado de los pezones. No sería recomendable usarla para el lavado del equipo de ordeño ya que tanto este como el tanque de enfriamiento, por estar en contacto directo con la leche tienen restricciones de calidad muy estrictas. El lavado debe realizarse con agua potable desde el punto de vista microbiológico, definida por el Código Alimentario Argentino (Capítulo XII, Código Alimentario Argentino).

Los estudios mencionados en las diferentes cuencas lecheras del país comprueban que la problemática abordada es de carácter generalizado, independientemente del tamaño de los tambos. Si se reutilizara el 100% del agua que sale de la placa de refrescado, en un rodeo de 100 vacas en ordeño, se podrían ahorrar 5.000 litros de agua de calidad por día.

## Utilización del agua de lluvia

El agua de lluvia en nuestras regiones semiáridas es un bien escaso. Como tal, se transforma en un recurso valioso desde el punto de vista económico y productivo. Se caracteriza por tratarse de un agua sin sales disueltas, lo que la hace muy pura y prácticamente destilada.

Si cuantificamos el volumen de agua producto de las precipitaciones que podemos recolectar de los techos del tambo y construcciones aledañas, y almacenarla en cisternas para su uso posterior, podrá parecernos insignificante comparándolo con otras fuentes como la de las napas subterráneas o la de fuentes superficiales como ríos, arroyos o lagunas. Sin embargo, el valor de este recurso radica en la calidad y no en la cantidad. Si lográsemos poner en práctica el almacenaje y la posterior utilización del 100% del agua de lluvia, podríamos mejorar significativamente la calidad del agua de perforación para bebida animal o para la higiene, tan solo mezclando ambos recursos.

Pensemos a partir de cifras para entender la importancia de este tipo de manejo. Si contamos con una instalación de ordeño de 200 metros cuadrados cubiertos con techo y estamos en una zona con 700 milímetros anuales de lluvias, el volumen de agua producto de precipitaciones que podremos recolectar es de 140.000 litros de agua casi destilada. Si a esta agua la mezclamos con la de perforación que tiene sales en exceso, en una proporción 3 a 1, obtendremos 560.000 litros de agua para bebida animal, con una concentración de sales adecuada para los requerimientos de los bovinos de producción de leche.

Si consideramos, según lo planteado anteriormente, que una vaca lechera en plena producción consume aproximadamente 150 litros de agua/día, tomando el caso de un tambo de 100 vacas en ordeño, tendremos un recurso que puede abastecer la bebida animal por alrededor de 50 días.

Si a este volumen calculado le sumamos el agua de lluvia que podemos recolectar mediante tajamares u otros sistemas artificiales de captación y conducción de agua producto de las precipitaciones, los resultados que se obtendrán sin duda serán superadores.

A pesar del énfasis en usar el agua de lluvia para mejorar la calidad de la bebida animal, contar con esta agua que posee baja concentración de sales para otros usos en el proceso de producción lechera, redundará en beneficios económicos y facilitará el manejo.

Por ejemplo, para lograr un agua potable y apta para el lavado de la máquina de ordeñar y el tanque de frío, se necesitará menos cantidad de detergentes para lograr una adecuada higiene. A su vez, el lavado con

detergente ácido, que se hace para eliminar la piedra de leche, y que en su formulación contiene agentes secuestrantes y desincrustantes, podrá hacerse más espaciado en el tiempo, mejorando el manejo de la higiene, ahorrando detergente y agua, tiempo de trabajo de los operarios, disminuyendo el efecto pernicioso que tiene el detergente ácido sobre los componentes de goma de los equipos y disminuyendo el impacto ambiental de esta práctica.

Un impacto directo del ahorro en el uso del agua subterránea hará que sea menos probable una depresión del acuífero por extracción excesiva, que evite la pérdida de calidad del recurso por salinización. Si bien la sobreexplotación está asociada a la cantidad de agua, esta es una forma indirecta de contaminación, por la introducción de agua salina superficial o subterránea a un acuífero de agua dulce, empeorando su calidad. Un cambio de calidad en el agua, que antes la hacían aptas para diversos usos, es una forma de contaminación por acción antropogénica.

El agua de lluvia puede parecer de poco volumen, pero es mucho menos si no la usamos. O peor aún, si por no colocar una canaleta con desvío a una cisterna, esa agua pura termina aumentando desproporcionadamente el volumen de efluentes del tambo, sin sentido lógico, generando un impacto ambiental negativo e innecesario.

## Bibliografía general

- Bavera, G.A., Beguet, H.A.; Rocco, O.A.; Sánchez, J.C.; et al. (2001) Manual de Aguas y Aguadas para el ganado. El autor (2da edición), Río Cuarto. Argentina.
- Manazza, J. F. (2012) Cuantificación y valoración económica del uso consuntivo del agua en los principales productos de las Cadenas Lácteas de La Pampa y San Luis. Ediciones INTA. San Luis. Argentina
- Nosetti, L. y Herrero, M.A. (2015) Cuantificación y caracterización de agua y efluentes en establecimientos lecheros II. Calidad de efluentes y eficiencia de los procesos de tratamiento. *InVet* 4(1), 45–54.
- Oki, T., & Kanae, S. (2003) Virtual water trade and world water resources. *Water Science and Technology*, 49(7), 203–209.
- Lagger J.R., Pechin G.H., Mata H.T., Larrea A.T. y Meglia G. (2000) Evolución de la calidad de agua en establecimientos de la cuenca lechera de La Pampa. *Ciencia Veterinaria*, 53-61.
- Pol, M., Herrero, M.A., Bearzi, C., Catracchia, C., Bontá, M., Pereyra, A.M. y Gonzalez Pereyra, A.V. (2005) Preenfriado de la leche a

partir de la reutilización de agua en tambos. *Revista Argentina de Producción Animal*, 25, 189–197.

Tobergte, D. R., & Curtis, S. (2013) Calidad de aguas. *JCIM*, 53(9), 1689–1699.

Valtorta, S.E., Gallardo, M. R., Sbodio, O.A., Revelli, G.R., Arakaki, C., Leva, P.E. y Tercero, E. J. (2008) Water salinity effects on performance and rumen parameters of lactating grazing Holstein cows. *International Journal of Biometeorology*, 52(3), 239–247.

## Bibliografía específica

Charlón, V., Taverna, M., Cuatrín A. y Negri, L. (2001) Características del agua disponible en las instalaciones de ordeño de tambos ubicados en la cuenca lechera central de la República Argentina. *AAPA*. Vol. 21, Supl.1: 228.

Herrero, M.A., Gil, S.B., Flores, M.C., Sardi, G., Carbó, L.I. y Orlando, A.A. (2006) Transferencia de nutrientes del área de pastoreo a la de ordeño, en tambos semiextensivos en Buenos Aires, Argentina. *InVet*, 8(1), 23–30.

Herrero, M. A. (2014) Uso y manejo del agua y efluentes en un área rural: Consecuencias sanitarias y ambientales de la intensificación de la producción primaria de leche. Tesis Doctoral. [http://repositorioubasibi.uba.ar/gsd/collect/posgrauba/index/assoc/HWA\\_789.dir/789.PDF](http://repositorioubasibi.uba.ar/gsd/collect/posgrauba/index/assoc/HWA_789.dir/789.PDF)

Murcia, M. G., Rost, A., Olivieri, D., Rossi, J.L. y Gigli I. (2015) Caracterización del manejo de los efluentes en tambos de la cuenca sur de La Pampa. *Revista AAPA Supl. 1*: 101

Stermer, R.A., Brasington, C.F., Coppock, C.E., Lanham, J.K., & Milam, K.Z. (1986) Effect of drinking water temperature on heat stress of dairy cows. *J.Dairy Sci.*, 69(2), 546–551.

## **Manejo de Efluentes**

*Marcos G. Murcia*

Los efluentes de tambo empezaron a ser un tema de ocupación de los productores de leche y fundamentalmente de los investigadores hace no más de 30 años. Las razones principales por las cuales pasó a ser tema de interés, fueron por un lado la contaminación del suelo y del agua, y por otro lado se comenzó a reconocer que se estaba desaprovechando un recurso mejorador de suelos.

Antiguamente, el estiércol y restos de alimento de los corrales de espera y las salas de ordeño se eliminaban en seco, es decir barriendo y ayudándose con una pala para recolectarlos y arrojarlos luego en una pila para compostaje o para ser desparramados en los potreros asignados. Aún se puede observar este tipo de procedimientos en la colonia Menonita que se encuentra en la localidad de Guatraché en nuestra provincia de La Pampa. Allí los pequeños productores de leche familiares, no utilizan el agua como vehículo, por lo tanto no tienen problemas de acumulación de efluentes ni derroche de agua para esta operación. Las familias crían vacas lecheras en un número de 1 a 5, la mayor parte de las separaciones internas de la construcción son de madera y el ordeño de las vacas es manual.

Con la masificación de la electrificación rural, el uso de bombas para aprovechar el agua subterránea y de bombas estercoleras para trasladar efluentes, se difundió el lavado de corrales y salas del tambo, usando agua para desplazar los sólidos, lo que genera un volumen alto de una masa líquida con muchos sólidos en suspensión. Así es que comienzan a diseñarse diferentes estrategias para manejar este residuo.

En un primer momento, este material fue visto como un desecho, que tenía potencial contaminante y debía ser eliminado de las cercanías del tambo. Como no se preveía usarlo, la forma más rápida y sencilla para alejarlo era mediante una desembocadura del corral de espera, enviarlo por simple gravedad a un terreno bajo del campo por donde el efluente escurría superficialmente en el lado opuesto a aquel por el que ingresaban los animales. Allí se acumulaba el efluente en el bajo, provocando



salinización del suelo, contaminación de napas, malos olores, desarrollo de insectos y sobre todo el recorrido se iban acumulando los restos sólidos de deyecciones, tierra y restos de alimento. Con esta mecánica los productores observaron que alrededor de las lagunas la vegetación crecía abundante y bien verde, tanto por la provisión de agua como de nutrientes. Consideraron que era un despropósito no usar ese recurso, que concentrado y deshidratado era demandado en otras producciones pecuarias intensivas desde hace muchísimos años, como la producción hortícola, florícola y frutícola.

## Efluente crudo o sin tratamiento

Hay muchos estudios realizados en nuestro país que demuestran el aumento de la biomasa de forrajes y cultivos de cosecha que se logra mediante la fertilización con efluente de tambo sin tratar. También hay varios ensayos que probaron una mejora en las propiedades del suelo donde se aplica como un aumento de la materia orgánica, la porosidad y la capacidad de retención del agua.

Una de las formas en las que se utiliza el efluente es crudo o sin un tratamiento específico, tal como sale del tambo o luego de un breve periodo de tiempo de almacenamiento. La forma de aprovecharlo, entonces, consiste en desparramarlo en distintos potreros del campo, mediante diferentes mecanismos.

Lo más usual y económico es colocar a la salida de la bomba estercolera un caño o una manguera de boca abierta, de diámetro y largo que sea adecuado al caudal que se desea lograr, dependiendo de la superficie de terreno y de la distancia entre la bomba y el potrero donde se hará la aplicación. Consiste en volcar el líquido contenido en la fosa de decantación mediante el uso de la bomba. Esto permite evacuar grandes volúmenes en poco tiempo. Esta forma de aprovechamiento, a pesar de que requiere menos potencia de la bomba que otros sistemas, es bastante menos beneficiosa que otras que veremos más adelante por el hecho de que se acumulará el efluente en zonas puntuales sin el beneficio de un adecuado desparramado. Una forma de mejorar este punto es que el caño en lugar de terminar en una boca abierta, remate en un aspersor de tipo cañón estercolero, parecido a los sistemas de riego por aspersion. Se mejora así la uniformidad de dispersión del recurso y se logra un mayor radio. Sin embargo, tiene como desventaja que la bomba requiere mayor potencia y que es menos tolerante a tamaños de partículas superiores a 1,5 cm.

Otra manera de aplicación es desparramar el efluente crudo usando tanques atmosféricos. Estos pueden ser camiones que se alquilan para

tal fin o tanques de diseño propio, que el productor puede fabricar con un tanque hermético sobre un carro o chasis. Tiene la ventaja de que el recurso puede ser distribuido en cualquier punto del campo. Las desventajas que posee son la necesidad de utilizar un tractor para trasladarlos, el gasto en combustible y la demanda de mano de obra. Al tanque se le puede adicionar una bomba que genere vacío para llenarlo y presión para vaciarlo y aplicarlo al terreno.

En regiones semiáridas como la nuestra, una ventaja adicional al uso del efluente como fertilizante es el aumento de la producción de forraje o de grano debido a la aplicación de agua, similar a lo que podría pensarse como un fertirriego. Cabe destacar que este tipo de aplicaciones debe ser pensado como un fertilizante, con dosis adecuadas y momentos de aplicación. Hay estudios que demuestran rechazo por parte de los animales a consumir pasto que ha sido recientemente regado con efluente y que este rechazo o aceptación depende de la época del año. Es importante entonces prever la aplicación del recurso con una antelación no menor a los 15 días de la fecha en la que ingresarán las vacas al potrero. En nuestros sistemas de base pastoril, donde básicamente el animal cosecha lo que consume por sí solo, esta forma de aprovechamiento de efluentes está discutida por la proliferación de parásitos, el impacto ambiental de los antibióticos en la flora bacteriana de los suelos, entre otras. Con esto último buscamos resaltar la relevancia de utilizar este recurso en forma responsable para minimizar el impacto negativo que pueda llegar a tener en el ambiente. Usar el efluente como fertilizante pensando el mismo con un criterio profesional, maximizando la eficiencia de aplicación, planteando dosis adecuada según la necesidad y el tipo de cultivo, la época del año, el tipo de suelo y todos los recaudos que se tienen para el manejo de fertilizantes. Para lograrlo es un buen ejercicio realizar análisis de suelos y agua, conocer el contenido de nutrientes, sales del efluente, el pH, la conductividad y la temperatura con la cual se aplicará en los potreros. También, y al igual que para emprender cualquier práctica agropecuaria, se debe conocer la profundidad de la napa y de la tosca, el régimen de las precipitaciones y el planteo de un balance hídrico para lograr los mejores resultados.

## Utilización de efluentes tratados

Para poder determinar el tipo de tratamiento que requiere el efluente del tambo en el que se está trabajando, primero es central conocer su composición. Fundamentalmente, los efluentes de tambo están compuestos por agua, materia fecal, orina, tierra, restos de alimento, y en menor medida residuos de leche, trazas de antibióticos, productos utilizados

en el lavado del equipo de ordeño como detergentes y bactericidas entre otros. La base de la decisión del tratamiento a utilizar está en el objetivo para el cual haremos el tratamiento. En nuestros sistemas ganaderos de producción lechera de la región semiárida pampeana, uno de los recursos más limitantes es el agua de calidad, que como vimos en el capítulo anterior, se extrae exclusivamente de las napas.

Si se piensa entonces en recuperar el máximo posible del agua contenida en los efluentes y además darle un uso profesional a los nutrientes, las alternativas de tratamiento son variadas. La adopción de uno u otro sistema va a depender fundamentalmente del tamaño del tambo, medido no sólo en términos del número de vacas en ordeño, sino también en el nivel de intensificación del tambo interpretado en número de horas que los animales permanecen encerrados. Y por supuesto que también va a estar condicionado por el nivel de inversión que el productor puede destinar al uso de este recurso. No necesariamente una inversión en amplias instalaciones y en sofisticadas maquinarias será lo óptimo para nuestros sistemas, entonces es imperante evaluar de forma adecuada el inicio de un proyecto de estas características, ya que en la mayoría de los casos, con creatividad y modestas instalaciones se pueden lograr resultados respetables en los tambos de nuestra provincia.

En cuanto se toma la decisión de hacer un uso racional de este recurso con valor económico hay que pensar tanto en el impacto positivo como en el negativo que esta práctica produce. Entre las ventajas se pueden mencionar:

- Aprovechamiento del agua de calidad en más de un proceso en el tambo.
- Mejoramiento de la estructura de los suelos donde se aplica, ya que aumenta la proporción de materia orgánica, facilita el desarrollo de las plantas y se evitan los suelos desnudos susceptibles a la erosión eólica, la más frecuente en La Pampa.
- Como consecuencia de una mayor cantidad de materia orgánica, mejora la porosidad del suelo y, por lo tanto, también su capacidad de absorber y retener agua, otro de los limitantes que tienen nuestros suelos, mayormente arenosos. Por esta misma razón, disminuye el escurrimiento superficial del agua (fundamentalmente de lluvia) y la compactación de los suelos.
- Es una fuente de macro y micronutrientes para las especies vegetales de interés agronómico, ya sean plantas forrajeras o cultivos de granos.

- Disminución de la contaminación del aire, de las napas y de los cuerpos de agua superficiales, que en nuestra provincia son mayoritariamente las lagunas.
- También se minimiza el desarrollo de insectos como moscas y mosquitos y se evita la presencia de malos olores, que siempre están asociados a los sistemas de producción animal y generan rechazo en parte de la sociedad, sobre todo en las poblaciones cercanas a establecimientos pecuarios que tienen animales en confinamiento.
- Por último, y no menos importante, cabe destacar que al hacer tratamientos biológicos se aumenta la biodiversidad del campo, se asocia la producción de leche a sistemas más amigables con el ambiente, más parecidos a la naturaleza, donde se disminuye la necesidad de energía externa, y tanto los trabajadores rurales como los animales que nos brindan la leche conviven en un ambiente más sostenible.

Al momento de pensar en usar el efluente de tambo como recurso, compararlo con la utilización de fertilizantes inorgánicos nos dará una noción de las desventajas que posee:

- Para poder establecer las dosis de aplicación como abono se requiere analizar químicamente su composición.
- Del resultado de los análisis planteados en el ítem anterior se desprende que la cantidad de nutrientes disponibles se asocia a como se presenta cada nutriente en su composición mineral, es decir en forma orgánica o inorgánica y a las condiciones climáticas y edáficas que promoverán la mineralización de los mismos.
- La necesidad de utilización de energía para aplicar el producto en los potreros.

### **¿Cómo están compuestas las excretas de los animales?**

Ya que son la fracción principal de los efluentes es importante conocer su composición. Pero, en primer lugar, conviene ponerse de acuerdo con la terminología que se utilizará de ahora en adelante. Se denomina excretas a todos los residuos eliminados por el animal, es decir la materia fecal más la orina. Los purines son el producto de la mezcla de las excretas con agua de limpieza de corrales y sala de ordeño con un contenido igual o menor al 10% de materia seca.

Retomando el estudio de la composición de las excretas, se destaca como importante ventaja la riqueza en nutrientes que proviene del metabolismo de los animales. Las vacas, por ejemplo, excretan entre el 60

y el 80% del nitrógeno y el fósforo ingeridos en la dieta, quedando en los productos animales, en nuestro caso la leche, en baja proporción. El material excretado incluye la parte de los nutrientes que se absorbieron pero no fueron utilizados, la proporción que no es digerida y la porción usada para el mantenimiento de procesos metabólicos, que son finalmente eliminados luego de recircular por tejidos y secreciones del sistema digestivo. También la calidad de lo excretado se asocia a la especie animal, a la época del año, a la concentración de minerales en la dieta, al tipo de alimentación y a los niveles de producción. En los bovinos, por ejemplo, la síntesis de proteína microbiana será ineficiente y aumentará la eliminación de nitrógeno si la ingesta proteica no está balanceada con la energética.

Durante los procesos de recolección, tratamiento y reúso se producen pérdidas de los nutrientes contenidos en las excretas. Para visualizarlo mejor alcanza con tomar como ejemplo que del total del nitrógeno excretado por una vaca lechera se estima que se pierde en el proceso de recolección en los corrales y sala de ordeño el 10%, durante el almacenamiento del estiércol otro 10% (dependiendo de la forma en que se hace) y entre un 5% y un 30% en el momento de la aplicación, dependiendo esto último del método usado para tal fin. Estas pérdidas se asocian a la volatilización de nitrógeno propias de su ciclo.

Además se debe conocer la facilidad con que están disponibles estos nutrientes. Los que se encuentran en mayor medida en la orina estarán disponibles fácilmente para ser absorbidos por las plantas o para volatilizarse. En cambio, los que se hallan mayormente en la materia fecal, para estar disponibles deberán pasar por un proceso de mineralización.

## **Tipos de tratamiento**

El objetivo de realizar tratamiento de efluentes de tambo es utilizarlo con otros fines sin provocar impactos ambientales de consideración. Los tipos de tratamiento pueden clasificarse en tres grandes grupos: físicos, biológicos y químicos. En general, para lograr un adecuado tratamiento de purines se utilizan los tres combinados.

### *Tratamientos físicos*

El principio de este tipo de tratamientos consiste en separar los sólidos sedimentables, suspendidos o coloidales del agua residual. Al proceso de separar estas fases se lo conoce como tratamiento primario. El líquido será tratado en etapas posteriores. La fracción sólida puede ser almacenada en pilas o pasar a un proceso de compostaje que incrementa

la concentración y disponibilidad de los nutrientes y remueve gran parte de los organismos patógenos. La separación de las fracciones es indispensable para tratar los purines de tambo ya que disminuye la sedimentación que se da en las lagunas de tratamiento posterior, lo que reduce los costos de mantenimiento de las mismas y se logra obtener estiércol concentrado de muy buena calidad para ser utilizado como abono y devolver parte de los nutrientes extraídos al suelo. Este tipo de tratamiento primario puede hacerse con un simple sistema de rejillas y mallas o con un sistema más complejo de centrifugas. Cuanto más eficiente sea el proceso de separación, más costosos son los equipos y más cantidad de energía es necesaria para llevarlos a cabo.

Otra forma bastante utilizada es la separación por la acción de la gravedad, lográndose la separación de las partículas más pesadas en piletas de gran superficie o en tanques de sedimentación. Estos últimos tienen como ventaja la remoción de más del 50% de los sólidos sedimentables, pero tienen como desventaja que es necesaria la remoción del lodo cada determinado periodo de tiempo.

### *Tratamientos biológicos*

Son procesos que ocurren naturalmente por acción de los microorganismos. Se denominan como métodos de tratamiento secundario porque se aplican posteriormente a los procesos físicos o químicos. En este caso se requiere una elevada inversión inicial en movimientos de suelos para construir lagunas de fermentación anaeróbica y de oxidación aeróbica. En tal situación, el líquido tratado tiene la característica de haber logrado bajar sustancialmente la carga orgánica y, por lo tanto, su potencial contaminante.

### *Tratamientos químicos*

Estos tratamientos pueden utilizarse junto con los primarios o como tratamiento terciario. Los métodos consisten en la adición de algún compuesto químico con el objetivo de precipitar compuestos coloidales, acelerar el proceso de separación de las fases sólida y líquida, eliminar malos olores o regular el pH para mejorar el desarrollo de los procesos biológicos. Si se usan en gran cantidad puede ser riesgoso ya que algunos compuestos pueden ser fitotóxicos si se usan inadecuadamente para regar cultivos. Los desechos tratados contienen altos niveles de fósforo, lo que puede dar como resultado una sobredosis al suelo. Un método que se aplica en el momento del compostaje sólido es la remoción del fósforo por precipitación. Una alternativa interesante es la cristalización

del fósforo a estruvita, aunque por su reciente implementación y sus elevados costos aún no se ha puesto en marcha a grandes escalas.

### *Tratamientos terciarios*

Como una última etapa para continuar con el tratamiento se puede incluir la depuración mediante tratamientos terciarios. Las opciones disponibles consisten en utilizar plantas que funcionan como filtros biológicos dispuestas en franjas implantadas, ya sea de especies forrajeras o árboles y también de plantas acuáticas. Se han hallado diversos valores de remoción de elevados porcentajes de fósforo, nitrógeno y metales pesados según el caso. Las especies acuáticas que pueden usarse dependen exclusivamente de la zona y pueden proliferar la lenteja de agua, la redondita de agua, la totora, entre otras. En regiones del centro de la provincia de Santa Fe, la biomasa vegetal abundante que producen estas plantas ha sido utilizada para fabricar pellets para alimentación animal o para producir energía, por la elevada concentración de aceites esenciales y por el alto poder calorífico de su materia seca. En nuestra provincia, es una buena medida utilizar cortinas de árboles, ya que hay varias especies tanto autóctonas como exóticas adaptadas a nuestras condiciones ambientales, con características de semiárida templada. Además de brindar buena madera como producto agropecuario interesante, las arboledas implantadas para aprovechar los efluentes, ofrecen durante su desarrollo una excelente sombra a los potreros donde los animales deben pastorear, protegen de la acción directa de los vientos, además de promover la diversidad biológica en el campo.

## **Conclusión**

De los diferentes tipos de tratamientos abordados, se puede concluir que ninguno es mejor o peor que otro, solo se puede destacar que para utilizarlos hay que analizar las correspondientes ventajas y desventajas de cada uno de ellos.

Tener en claro los objetivos para los cuales se hará el aprovechamiento del recurso, el destino final del líquido sobrante, hará más sencilla la toma de la decisión y redundará en mejores resultados de la gestión ambiental del establecimiento lechero estudiado.

## Bibliografía general

- Charlón, V., (2004) Residuos en las instalaciones de ordeño. *Idia XXI*. 80-85.
- 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. *Revista Argentina de Producción Animal*. 26 Supl. 1. 172-173.
- Charlón, V., Romero, L, Cuatrín, A. y Taverna, M. (2004) Efecto de la utilización de los residuos orgánicos en un verdeo de invierno. 27º Congreso Argentino de Producción Animal. 24 Supl. 1. 324-326.
- Diez, M., Frasier, I., Sardiña, C. y Quiroga, A. (2010) Efluentes de tambo en maíces establecidos sobre entisoles y molisoles de la planicie medanosa. XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Rosario. Argentina. Recuperado [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_diez\\_efluente\\_tambo.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_diez_efluente_tambo.pdf)
- Feng, G.L., Letey, J., Chang A.C. & Campbell Mathews M. (2005) Simulating dairy liquid waste management options as a nitrogen source for crops. *Agric Ecosys Environ* 110, 219-229.
- García, K.E., Charlón, V., Cuatrín, A., Taverna, M.A. & Walter, E.G. (2008) Evaluación de un sistema de tratamiento de efluentes generados en las Instalaciones de ordeño. *Revista Argentina de Producción Animal*. (28) Sup. I., 282-283.
- Herrero, M.A., Gil, S.B., Flores, M.C., Sardi, G., Carbó, L.I., & Orlando, A.A. (2006) Transferencia de nutrientes del área de pastoreo a la de ordeño, en tambos semiextensivos en Buenos Aires, Argentina. *InVet*, 8(1), 23–30.
- Hopkins, D. y Waters, C. (1999). Dairy effluent protecting groundwater. Department of Environment and Primary Industries. Victoria, Australia.
- Monaco, S., Hatch, D.J., Sacco, D., Bertora, C. & Grignani, C. (2007) Changes in chemical and biochemical soil properties induced by 11-yr repeated additions of different organic materials in maize-based forage systems. *Soil Biol Biochem*. 40(3):608-615
- Sosa, N., Alladio, M., Pagnan, F., Orcellet, J.M. y Gambaudo, S., (2015) Evaluación de aplicación de residuos sólidos de tambo en cultivo de maíz. *Planteos Ganaderos*. 22, 54-58.
- Yapur, M. C. (2011) Evaluación de un sistema de riego por aspersion de efluentes de tambo [en línea]. Trabajo Final. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Católica Argentina. Recuperado <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/evaluacion-sistema-riego-aspersion-efluentes.pdf>.



## Manejo reproductivo en el Tambo

*Isabel Gigli*

Definimos por Manejo Reproductivo al conjunto de medidas implementadas con el fin de lograr la máxima eficiencia reproductiva del rodeo. El énfasis de un correcto manejo debe estar en minimizar las pérdidas involuntarias para que el manejo reproductivo esté acompañado de un plan de mejoramiento genético. En el manejo reproductivo no sólo hacemos referencia a lograr preñar más vacas y más rápido, sino a todos los aspectos que conllevan la reproducción (detección de celo eficiente, inseminación artificial o natural, ausencia de problemas en los partos, puerperio adecuado). Algunas de las limitaciones en la fertilidad del animal son la alta incidencia de enfermedades en el periparto, problemas asociados en la detección del estro y abortos (Santos et al., 2010). Por lo tanto, el éxito reproductivo depende del animal y también de las variables de manejo que intervienen. La reproducción, como cualquier variable biológica no está aislada, debemos acompañar el manejo reproductivo con un correcto manejo nutricional, sanitario y –por supuesto– genético.

## Objetivos reproductivos

Los objetivos específicos del manejo reproductivo son lograr que la edad al primer parto de las vaquillonas sea de 24 meses, el intervalo entre parto sea de 12-13 meses, y que las vacas tengan entre 5 y 6 lactancias vitalicias. Estos objetivos son expresiones de deseos muy pocas veces alcanzados en los tambos comerciales. El mejoramiento genético ha logrado que los animales produzcan más volumen de leche por lactancia, pero esto se vio acompañado de un aumento en problemas reproductivos y sanitarios. De hecho, la vaca lechera se caracteriza por presentar baja fertilidad. Los especialistas en reproducción y genética han discutido intensamente si esto es debido a la demanda energética –el primer servicio postparto coincide con el momento de mayor producción de leche – o si responde a correlaciones genéticas negativas entre producción de leche

y fertilidad. Sea cual fuere la razón, el manejo reproductivo representa un desafío para el productor. Sobre todo en regiones semiáridas donde las condiciones ambientales (calor, viento, algunos años alternando entre alta de lluvias y exceso de agua) compromete aún más los resultados. Baja fertilidad se traduce en una disminución de partos y, por consiguiente, de vacas en producción. Sin partos no hay inicio de la lactancia. Una baja fertilidad también implica menor cantidad de vaquillonas para reposición y terneros para venta. Por lo tanto, el manejo reproductivo en vacas lecheras está estrechamente relacionado con la productividad de las explotaciones tamberas.

## **¿Manejo estacional o Manejo anual?**

El productor debe plantearse racionalmente si es conveniente o no en su contexto actual realizar un manejo reproductivo anual o estacional. Esto debe ser una decisión que surja del diagnóstico de la situación del establecimiento, y no una consecuencia de la falta de decisiones. Un manejo estacional no equivale a estacionar la producción de leche. Por un lado, porque se puede plantear realizar dos estaciones reproductivas anuales y, por otro, porque la duración de cada estación es de aproximadamente de 3 a 4 meses, por lo que durante todo el año se estará obteniendo leche. Concentrar y ordenar todos los manejos que hacen a la reproducción facilita mucho las tareas de los operarios. No solamente en tambos con muchos animales, también en tambos chicos o medianos donde en general es el mismo tamero el encargado de la detección de celo y de la inseminación de las vacas.

## **¿Servicio natural o inseminación artificial?**

Tradicionalmente se utilizaba el servicio natural con uno o dos toros dependiendo del tamaño del rodeo, sin un objetivo claro de mejora genética y solamente considerando como fin el logro de una preñez. Hoy en día la mayoría de los tambos independientemente de su tamaño y de su rentabilidad optan por la inseminación artificial (IA). La congelación de semen para su conservación y la realización de la inseminación artificial son aportes tecnológicos desarrollados en los años 50. La IA es una herramienta para introducir genética mejoradora en el rodeo. Si bien este tema será tratado en el capítulo 9, en este punto es importante destacar que evitar enfermedades venéreas y la mejora de los índices reproductivos no deberían ser los objetivos del uso de la IA. Muchos

tambos utilizan un toro como repaso. El manejo es encerrar al toro en el corral de los animales que han recibido inseminación en los últimos 15 días, para ser montados si presenta celo. Si bien este manejo permite asegurarse una preñez, se está subutilizando la IA cuyo objetivo, como dijimos, es introducir genética que mejore características cuantitativas previamente determinadas.

## Factores que afectan la eficiencia reproductiva

Los tres principales problemas a resolver en un rodeo lechero son: 1.- mejorar la detección de celo, 2.- mejorar la tasa de preñez y 3.- evitar el anestro posparto prolongado. Hablaremos de cada uno de estos ítems a continuación. En primer lugar, es preciso remarcar que resulta fundamental contar con buenos registros y buena identificación de los animales. Será imposible mejorar el manejo reproductivo si los animales no están correctamente identificados y si no se llevan registros de las principales características fenotípicas a observar. Ellas son producción individual –control lechero–, día en que se identifica a la vaca en celo, día en que el animal fue inseminado, semen con que se realizó la inseminación, diagnóstico de preñez y estimación de fecha de parto. Si no se logra contar con registros confiables e informativos, será muy difícil identificar el problema de manejo y mucho más difícil solucionarlo. Si se comienza a trabajar en un tambo donde no se llevaran registros, la primera tarea es generar la información.

### *1. Detección de celo*

La detección eficiente de celo es un problema frecuente en los tambos. Cuando no se obtiene el índice de preñez esperado, primero hay que evaluar cómo se está realizando la detección de los animales a inseminar.

El protocolo de diagnóstico visual de celo se debe realizar en la parcela donde se encuentre el rodeo (no en el corral de espera ni en mangas) al menos durante media hora dos veces al día. Las vacas en proestro tienden a montar a las vacas en estro, sirviendo de marcadoras. Si bien no se determinó el mecanismo exacto por el cual las vacas se comportan como machos durante el proestro, es posible que este comportamiento esté relacionado a las hormonas esteroideas que se sintetizan en el folículo terciario. La vaca en proestro sintetiza una alta concentración de andrógenos en las células de la teca folicular y, en esta fase del ciclo, la enzima aromatasas de las células de la granulosa aún no se expresa en su máxima cantidad, por lo que los andrógenos no se aromatizan rápidamente a estrógenos como sí ocurre durante el estro. Este perfil hormonal induce

un comportamiento más agresivo y de monta a vacas que se encuentran en estro. Es importante enfatizar que el animal en celo es aquel que demuestra pasividad a la monta, y la vaca que monta a otra se encuentra en proestro.

El personal responsable de la detección de celo debe conocer la importancia que tiene esta tarea. Detectar celo es una tarea aburrida que requiere paciencia. La duración del estro es escasa, alcanzando como promedio 18 horas (desvío estándar 7 horas), en ese tiempo la hembra puede dejarse montar una o dos veces. Los errores en la detección de celo pueden llevar a inseminar un animal que no presentaba signos de celo, o bien omitir una vaca que sí estaba en celo pero que por algún motivo no se la detectó.

En veranos calurosos y sobre todo si hay humedad ambiente, será aún más difícil la detección de celo porque las vacas en proestro estarán más quietas y montarán menos veces. Cuando hay fallas en la detección de celo se deberán pensar estrategias de ayuda como la utilización de pinturas o considerar la utilización de ayudas farmacológicas.

Diversos protocolos se han propuesto para sincronizar los animales, dependiendo de las hormonas que se utilizan se induce el celo o la ovulación (en este último caso se puede realizar la inseminación a tiempo fijo). El más sencillo consiste en aplicar prostaglandina (PGF<sub>2</sub>) para acortar la fase luteal del ciclo. Recordemos que la PGF<sub>2</sub> es una hormona lipídica formada por ácidos grasos no saturados sintetizada en el endometrio uterino. Su función es producir la lisis del CL. En forma natural, la liberación de PGF<sub>2</sub> reinicia el ciclo cuando no se produce una preñez. Si se administra en forma exógena, la respuesta dependerá del momento del ciclo en que se encuentre el animal, ya que requiere que haya un CL. La luteólisis es seguida por un desarrollo folicular que lleva a un retorno al estro 2 a 4 días posteriores. Como desconocemos el momento del ciclo en que se encuentran los animales al aplicar PGF<sub>2</sub>, la probabilidad de que tenga en su ovario un CL funcional es de alrededor del 57 %. Este porcentaje surge de calcular los 12 días que el CL responde a la aplicación de la prostaglandina sobre los 21 días que dura el ciclo en promedio. Para asegurarse que todos los animales que reciban una dosis de PGF<sub>2</sub> respondan con la lisis del CL y el reinicio del ciclo, se opta por aplicar dos dosis con un intervalo de 10 días. En la primera inyección, las vacas con un CL maduro responderán al tratamiento con la lisis del CL y mostrando celo a los 3-5 días. A los animales que no manifiestan celo se les repite la administración a los 11 días. Con esto, se logra que todos los animales respondan al tratamiento.

Existen otros tratamientos que se basan en el uso de factores de liberación de gonadotrofinas (GnRH) y otros en la aplicación de estrógenos, pero ambos utilizan dispositivos intravaginales con progesterona por varios días para detener las ondas foliculares y que éstas reinicien una vez que el dispositivo es removido. Con estos protocolos se sincroniza la ovulación y se puede inseminar a tiempo fijo sin necesidad de observar al animal en celo.

## **2. Mejorar la tasa de preñez**

Se debe contar con instalaciones adecuadas para trabajar con seguridad y que el animal esté bien sujeto. La tasa de preñez se puede ver afectada por factores que dependen del operario, de la vaca, del toro o del semen utilizado.

**Factores del operario:** es importante la capacitación de los operarios para que realicen bien cada una de las etapas desde el armado de la pistola de inseminación, el descongelamiento de la pajuela y los tiempos entre la extracción de la pajuela del nitrógeno líquido y la descarga del semen en el útero.

**Factores que dependen de la hembra:** uno de los factores que pueden afectar la eficiencia de la inseminación son la presencia de metritis o endometritis no tratadas correctamente. También afecta el rendimiento reproductivo el estrés calórico. Los días de elevado calor y humedad afectan la demostración de celo y también producen una disminución en la viabilidad de los embriones (la hembra queda preñada pero aborta tempranamente). Otro factor es el desbalance energético que se produce al comienzo de la fase de lactación.

**Factores que dependen del toro o del semen utilizado:** si se realiza servicio natural, los problemas asociados al toro pueden ser baja libido, baja concentración espermática, o alto recuento de espermatozoides con anomalías. Con IA es difícil que haya problemas con la calidad de los espermatozoides ya que son evaluados en el momento de armar las pajuelas, los problemas relativos al semen se asocian más probablemente con un mal manejo por parte del operario.

## **3. Anestro post parto prolongado**

Los principales factores de manejo que prolongan el anestro post parto son el balance energético negativo (BEN), una pobre condición corporal (CC), la edad del animal, estado sanitario, y alta producción de leche (Bulman y Lamming, 1977; Roche, 2006; Wathes et al., 2007). El Dr. Butler (1989), de la Universidad de Cornell, determinó que el balance energético negativo (BEN) lleva muchas veces a problemas

reproductivos. De este modo, el animal puede tardar en recomenzar la actividad ovárica o bien puede recomenzar a ovular, pero presentar celos silentes o celo, ovular y quedar preñada, sin que el embrión encuentre el ambiente uterino propicio por deficiencias nutricionales o condiciones infecciosas. Esto último produciría la muerte embrionaria precoz, el animal volverá a ciclar y presentar celo con un intervalo irregular y se las denomina comúnmente “vacas repetidoras”. El BEN tiene un componente genético (Friggens et al., 2007), si se considerase este desbalance como objetivo de selección, se podrían elegir toros que tengan hijas que presenten un balance energético postparto más favorable.

Las alteraciones en la involución uterina son otro de los motivos posibles que pueden llevar a que la vaca no presente signos de celo. El puerperio en vacas multíparas es más largo que en vaquillonas de primera parición. Si ocurre retención placentaria se complicará el puerperio y por consiguiente se hará más difícil lograr una nueva preñez. Es importante separar las vacas que estén cerca de parir y ubicarlas en potreros limpios, donde puedan estar tranquilas durante todo el proceso del parto para reducir los problemas que se reflejarán en la lactancia que se está iniciando y en las dificultades de lograr una próxima preñez.

## ¿Cuál es el mejor momento para inseminar?

La detección de celo resulta fundamental para determinar el momento de inseminación. Incluso cuando se realizan inseminaciones a tiempo fijo (con protocolos de sincronización de ovulación), los porcentajes de preñez aumentan cuando se insemina a las vacas que manifestaron signos de celo. Los espermatozoides requieren entre 12-14 horas para tener capacidad fecundante una vez que se encuentran en el tracto de la hembra, y su vida media es entre 24-30 horas. Debido a que los ovocitos son viables por un lapso de 12-24 horas post ovulación, se recomienda inseminar a las 12 horas de observar signos de celo.

## Diagnóstico de preñez

El diagnóstico de preñez es importante para medir el éxito del manejo reproductivo y para organizar el rodeo de acuerdo a su estado fisiológico. La ausencia de celo en una vaca luego de 15-20 días de la inseminación se puede utilizar como indicio de que está preñada. Este indicador conocido como “índice de no retorno” resulta útil para comenzar a organizar el rodeo. No es considerado un diagnóstico de preñez certero,

ya que no volver a mostrar celo se puede deber a distintas causas (celo silente, aborto temprano, entre otros). Es por ello que siempre se requiere de una evaluación profesional para determinar el estado fisiológico de la vaca inseminada. El método más económico y práctico es la palpación rectal. Profesionales experimentados pueden detectar preñez ya a los 40 días. La ecografía es cada vez más utilizada, y permite diagnosticar preñez de forma temprana. A los 25 días ya se puede observar el embrión y los latidos cardíacos. En la Tabla 1 se describen los distintos eventos que permiten determinar el momento de la preñez.

**Tabla 1:** Eventos que permiten determinar el momento de la preñez a través de la maniobra de palpación rectal (en base a Senger, P.L., 2012).

Momento de la gestión	Palpación
40 días	Útero con contenido líquido, paredes uterinas pueden palpase más delgadas. Un cuerno uterino estará ligeramente aumentado de tamaño
2 meses	Asimetría notoria entre cuernos uterinos
3 meses	El útero aumenta considerablemente de tamaño y se puede percibir el frémito <sup>1</sup> de la arteria uterina localizada en el ligamento uterino. También se palpan los placentomas (1 cm) y feto (13 cm)
4 meses	El feto mide entre 20-25 cm pero se hace dificultoso palparlo porque el útero desciende a la cavidad abdominal. Los placentomas miden entre 2-3 cm y continúa el frémito de la arteria uterina
5 meses	El feto mide 60 cm, sigue en la cavidad abdominal; los placentomas aumentan de tamaño (5-6 cm)
6 meses	Se palpan las partes fetales

<sup>1</sup> Frémito: vibración detectada por palpación. La arteria uterina aporta nutrientes y oxígeno al feto, el aumento de su tamaño produce pulsaciones que pueden ser detectadas durante la maniobra de palpación rectal.

## Manejo de la vaca parto

Durante los primeros dos tercios de la preñez las vacas permanecen en el rodeo general. Dos meses antes del parto, se debe realizar el secado para que la glándula mamaria atraviese las fases de involución necesarias para reiniciar un nuevo ciclo de lactancia y mantener el estado corporal. El manejo de secado consiste en la interrupción abrupta del ordeño, y se separan los animales del rodeo. Especial cuidado debe tenerse en la alimentación. Si bien el consumo voluntario estará deprimido, se debe



comenzar a introducir una dieta con granos para lograr una adaptación gradual de la microflora ruminal, así una vez comenzada la fase de lactación, las poblaciones de bacterias amilolíticas se encontrarán desarrolladas. Es importante contar con un potrero de parición en buenas condiciones sin barro y con protección de vientos.

## El parto

El parto es la conclusión del periodo de gestación. Abarca distintos procesos fisiológicos que terminarán con la expulsión del feto y de la placenta. Se divide teóricamente en cuatro etapas: fase prodrómica, de dilatación, de expulsión de la cría y finaliza con la expulsión de la placenta. El parto, además marca, el comienzo de la galactopoyesis.

Los signos prodrómicos del parto (“pródromos” deriva del griego, y significa “que precede”) comienzan unos días antes. Incluyen intranquilidad del animal, abdomen con forma de pera y ubre edematizada. En las últimas 24 horas de la gestación se observa una descarga de mucosidad amarillenta debido a que el tapón mucoso que sella el cérvix durante la gestación se deshace. Además, se produce la relajación de los ligamentos de la pelvis que lleva al animal a tener un andar inestable.

La fase de dilatación se inicia con la apertura del cuello uterino por la presión de los líquidos placentarios al regularizarse las contracciones uterinas (cada 15-20 minutos). En condiciones fisiológicas, se produce primero la salida de las membranas alantoides (color oscuro) y, a continuación, de la bolsa amniótica (color claro).

En la fase de expulsión se produce la salida del ternero. Se intensifican las contracciones uterinas por un reflejo provocado por la presión que ejerce la cabeza del ternero sobre la base del sacro que induce la liberación de mayor cantidad de oxitocina. Se produce la expulsión y ruptura del amnios y la salida de las extremidades del ternero hacia el exterior.

El parto termina con la expulsión de la placenta. Esta es la cuarta fase y debe producirse en un lapso menor a 12 horas desde la expulsión del feto. La expulsión de la placenta recibe el nombre de secundación. El siguiente periodo, el postparto o puerperio, consiste en la reducción del tamaño del útero y, posteriormente, entre 20 y 30 días el reinicio del ciclo estral.

El estrés en la vaca preparto, por ejemplo, por mal trato o cambio de potrero produce un aumento en los niveles de cortisol que inhibirá todos estos mecanismos descritos y llevará a un retraso en el parto y/o problemas en el mismo.

## Puerperio: reinicio del ciclo estral

El periodo comprendido entre el parto y el reinicio del ciclo estral se denomina “puerperio”, abarca importantes cambios fisiológicos y endócrinos. El puerperio se produce concomitantemente con un periodo de anestro. A nivel ovárico, se producen ondas foliculares que no se acompañan con signos de celo normal ni con ovulación. Por lo tanto, durante este periodo, las vacas no pueden iniciar una nueva preñez.

El puerperio abarca cambios macroscópicos en el útero (eliminación de líquidos, reparación del endometrio y reducción del tamaño) y modificaciones histológicas (necrosis de las carúnculas y reparación del tejido endometrial), también incluye la recuperación del eje hipotalámico-hipofisario-gonadal. Es importante tener en cuenta que el ovario en una vaca sin restricciones alimentarias puede reiniciar su actividad cíclica en 20 a 30 días luego del parto (Canfield y Butler, 1990; Rajamahendram y Taylor, 1991; Tanaka et al., 2008). Sin embargo, el útero retorna a su condición fisiológica previa a la gestación más tarde, se estima entre 45 a 50 días. Por eso, muchas veces se opta por no inseminar a las vacas en la primera presentación de celo luego del parto. La duración del puerperio dependerá mucho de cómo ha sido el parto, si sucedió en condiciones normales o, por el contrario, si se produjeron dificultades durante este.

## Bibliografía general

- Glauber, C. (2003) En: Producción, salud y fertilidad de la vaca lechera. Ed. AgroVet.
- Kasimanickam, R. (2014) En: Bovine Reproduction Chapter 32: Artificial Insemination. 295- 303. Ed. Hoper, R.M. Wiley Blackwell, New Jersey.

## Bibliografía específica

- Bulman, D.C. & Lamming, G.E. (1977) Cases of prolonged luteal activity in the non-pregnant dairy cow. *Vet Rec.* 100(26):550-552.
- Butler, W.R. & Smith, R.D. (1989). Interrelationship between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 72:767-783.
- Canfield, R.W., Butler, W.R. (1990) Energy balance and pulsatile LH secretion in early postpartum dairy cattle. *Domest Anim Endocrinol.* 7(3):323-330.

- Friggens, N.C., Berg, P., Theilgaard, P., Korsgaard, I.R., Ingvarsen, K.L., Løvendahl, P., Jensen, J. (2007) Breed and parity effects on energy balance profiles through lactation: evidence of genetically driven body energy change. *J Dairy Sci.*90(11):5291-5305.
- Rajamahendran, R., & Taylor, C. (1991) Follicular dynamics and temporal relationships among body temperature, oestrus, the surge of luteinizing hormone and ovulation in Holstein heifers treated with norgestomet. *J Reprod Fertil.* 92(2):461-467.
- Santos, J.E., Bisinotto, R.S., Ribeiro, E.S., Lima, F.S., Greco, L.F., Staples, C.R. & Thatcher, W.W. (2010) Applying nutrition and physiology to improve reproduction in dairy cattle. *Soc Reprod Fertil Suppl.*67:387-403.
- Senger, P.L. (2012) *Pathways to Pregnancy & Parturition*; 3<sup>ra</sup> edición. Ed. Current Conception, Inc. Oregon, USA.
- Roche, J.F. (2006) The effect of nutritional management of the dairy cow on reproductive efficiency. *Anim Reprod Sci.* 96(3-4):282-296. Review.
- Tanaka, T., Arai, M., Ohtani, S., Uemura, S., Kuroiwa, T., Kim, S., Kamomae, H. (2008) Influence of parity on follicular dynamics and resumption of ovarian cycle in postpartum dairy cows. *Anim Reprod Sci.* 108(1-2):134-143.
- Wathes, D.C, Fenwick, M., Cheng, Z., Bourne, N., Llewellyn, S., Morris, D.G., Kenny, D., Murphy, J., Fitzpatrick, R. (2007) Influence of negative energy balance on cyclicity and fertility in the high producing dairy cow. *Theriogenology* (1) 68 Suppl 1:232-241. Review.

Capítulo **10**

**Mejora Genética del Rodeo Lechero**

*Daniel O. Maizon*

En este capítulo, se intenta aportar una reflexión sobre el uso de la mejora genética desde la unidad productiva: el tambo. A su vez, esta se hace pensando en el joven profesional que pronto deberá asesorar al propietario de un tambo en el desarrollo de un plan de manejo. Se revisan las principales herramientas disponibles y se plantean dos situaciones, entre las que transcurren todas las posibles, la existencia de información individual o bien su ausencia.

La mejora genética es un proceso continuo que no se aprecia inmediatamente. Sin embargo, por su carácter acumulativo, las consecuencias se evidencian al ejecutar de manera sistemática un plan de mejora, así como, lamentablemente, también cuando no se lo hace. La falta de un plan de mejora aleja al rodeo con el que se está trabajando del rodeo ideal y disminuye su potencial productivo, lo que indefectiblemente afectará el margen de ganancia. Por ejemplo, en los últimos 25 a 30 años, los principales problemas globales, a nivel de los tambos, han sido la reproducción y la longevidad (Beltramino y Thomas, 1998 y Molinuevo, 2005). Si bien, hubo un aumento de la producción individual, esta se debió principalmente a la incorporación de genética proveniente desde EEUU y Canadá, lo que produjo animales no adaptados al sistema de producción donde se los ha tratado de emplear. Básicamente, en sistemas pastoriles con suplementación que han sufrido las siguientes consecuencias: baja fertilidad y largos intervalos entre partos. Esto a su vez, llevó a la falta de vaquillonas para reposición, y esto a la prolongación de las lactancias (para contar con leche), que acentuó la pérdida de animales. Actualmente, entre los animales dentro del control lechero oficial, el promedio de lactancias por animal no supera las 2,5 lactancias. Esto implica una alta tasa de reposición, con promedios anuales del 40% o más. Considerando que algunos estudios indican que el óptimo sería de 6 lactancias por vaca (Essl, 1998), vemos que hay mucho por mejorar. Cuando los motivos de rechazo involuntarios (reproductivos, mastitis,

otras causas sanitarias, mortandad, temperamento) son los predominantes, representan un 80% o más, queda muy poco margen para seleccionar por producción.

Si a lo anterior, le agregamos la siguiente información para el análisis: una vaca de primera lactancia produce entre 15 y 20% menos que una de segunda lactancia y, a su vez, entre 25 y 35% menos que una de tercera lactancia; entonces, entendemos la gravedad de la situación que atraviesan los tambos. En este sentido, un estudio de Renkema y Stelwagen (1979) indicó que pasando de 3,3 a 5,3 lactancias se genera un incremento del 20% en la rentabilidad por año. Esto básicamente se debe a una reducción del costo anual de reemplazo, un aumento de la proporción de vacas en tercera lactancia y un mejor uso de las instalaciones. Ello finalmente redundaría en mayor intensidad de selección.

Molinuevo (2005) llegó a indicar que el conflicto del bajo número de lactancias sería el uso inadecuado de la genética seleccionada en EEUU y Canadá para sistemas intensivos en los sistemas pastoriles nacionales. Actualmente, se emplea un 67% de semen de origen americano y un 21 de origen canadiense (Etcheverry, 2012).

En contraposición a la situación de importación de semen bovino para leche, y la agresiva promoción por los centro de inseminación, se puede indicar los resultados de una encuesta reciente sobre el uso de la genética en el tambo (Sosa, 2017). En la misma, los propietarios de tambos en la provincia de La Pampa, independientemente del tamaño de los mismos, coincidieron en la vaca idea que desearían para sus unidades productivas. En cierto sentido, definieron lo que debería ser el objetivo de selección, indicando que desean vacas pequeñas, con conformación corporal óptima, longevas, sin problemas reproductivos ni de fertilidad y con una elevada producción de leche.

## Conceptos de genética cuantitativa

Para poder planificar mejor una estrategia de mejora genética es necesario recordar algunos conceptos de genética cuantitativa. En primer lugar, las características que se desean mejorar en una vaca lechera, en su mayoría, son la expresión de un conjunto de genes influidos por el ambiente. La heredabilidad de estas características destaca la importancia del componente genético para explicar las diferencias entre individuos o entre un individuo y la media del grupo al que pertenece. Esta varía entre características y entre poblaciones, se verá luego cuáles se emplean a nivel nacional para la evaluación que realiza la ACHA (Asociación de Criadores de Holando Argentino)

mediante el convenio que tiene con la Facultad de Ciencias Veterinarias (FCV) de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN). A su vez, para cada característica, un animal posee un *valor de cría o mérito genético*, este expresa el potencial genético aditivo de un reproductor en relación con la media de la población. A este valor de cría, se lo asume generado por un número muy alto de genes, cada uno con un pequeño efecto. De allí lo de aditivo, pues los efectos de cada uno de estos genes se suman para expresar el potencial genético total del individuo, que como se dijo se denomina valor de cría. Ahora, el valor de cría se expresa de manera relativa a la media de la población, y mucho más específicamente en relación con la media de su grupo de pertenencia. Por ejemplo, un animal que está en su tercera lactancia, en un rodeo de la provincia de Santa Fe, con un muy buen manejo sanitario y nutricional, expresa un fenotipo para producción de leche que debe ser corregido por estos factores para poder estimar su valor de cría. Como el valor de cría es una variable que no se puede observar, debe ser estimado mediante métodos estadísticos empleando observaciones fenotípicas. Pero ¿qué son los fenotipos? Son las mediciones objetivas de las distintas características realizadas midiendo u observando. Algunos ejemplos son: los litros de leche producidos en un mes, la presencia o ausencia de mastitis en una lactancia, y el intervalo entre partos, entre tantas otras características de interés en los sistemas de producción de leche.

Los reproductores solo transmiten la mitad de sus genes a su descendencia, pues a pesar de ser diploides, en el proceso de meiosis, sus células reproductivas se transforman en gametas haploides. Por lo tanto, en los catálogos de toros se informa la *Diferencia Esperada en la Progenie* (DEP) que es la mitad del valor de cría. Esta estimación en el ámbito de la producción de leche a nivel nacional, lleva el nombre de *Habilidad de Transmisión Predicha* (HTP) o *Habilidad de Transmisión Estandarizada* (HTE), según sea un carácter productivo o de tipo, respectivamente. Este DEP tiene varias implicancias prácticas, pues a su vez es una de las formas de estimar el valor de cría de un toro si lo vemos por el lado de la producción de sus hijas. Pensemos que un toro se aparea con un grupo muy grande de vacas tomadas al azar de la población donde se lo está probando. Estas al ser tomadas al azar tendrán un promedio de valores de cría que será igual al de la población a la que pertenecen. Entonces, cuando las hijas de estos apareamientos tengan sus primeras lactancias, tendrán también una estimación de sus valores de cría. La diferencia entre el promedio del valor de cría de las hijas y el de las madres será lo que aportó el toro al valor de cría de las hijas.

Como se aprecia en la Figura 1, esa diferencia es para el toro su DEP y el doble de ese DEP es su valor de cría. Esto que se explicó sintetiza el

fundamento de lo que llamamos prueba de progenie. Al toro se lo probó a través de la producción de sus hijas. Este es un proceso largo y costoso, pues un torito que será probado debe permanecer mucho tiempo en un centro de inseminación artificial hasta que sus hijas terminan una primera lactancia y el sistema tiene suficiente información para estimarle el valor de cría. En la práctica, para poder obtener estos HTPs, para los cuales es fundamental el control lechero y los registros genealógicos, se debe esperar en promedio unos 6 a 7 años. El proceso que se ha explicado explícita la dependencia de los DEPs estimados con las medias de las vacas apareadas, lo cual hace que estos sean propios de la población donde se los estimó. En otras palabras, un toro puede tener DEPs distintas según la población (USA, Uruguay, Argentina, etc.) donde se lo probó. Veremos, luego, que hay una agencia (INTERBULL) que depende de la FAO responsable de realizar una estimación internacional que permite las comparaciones entre países. Asociada a la estimación de las DEPs, existe una medida de la *precisión* o *exactitud* con la que esta se realizó. En genética lechera, a nivel nacional, se la llama *repetibilidad* o *confiabilidad*. Toma valores entre 0 y 1 y expresa la correlación entre el verdadero valor de cría, que nunca conoceremos, y el valor de cría estimado. Por ello, se espera que la exactitud sea lo más cercana posible a uno para estar más seguros (o confiados) en la estimación. La exactitud se indica, muchas veces, como porcentaje multiplicándola por 100; aunque depende de varios factores, los principales para un toro son el número de hijas con registros y la heredabilidad de la característica para la cual se estima el valor de cría o su DEP. Es trivial, pero se debe decir, que cuanto mayor sea el número de hijas y mayor heredabilidad, mayor será la exactitud de la predicción de la DEP.

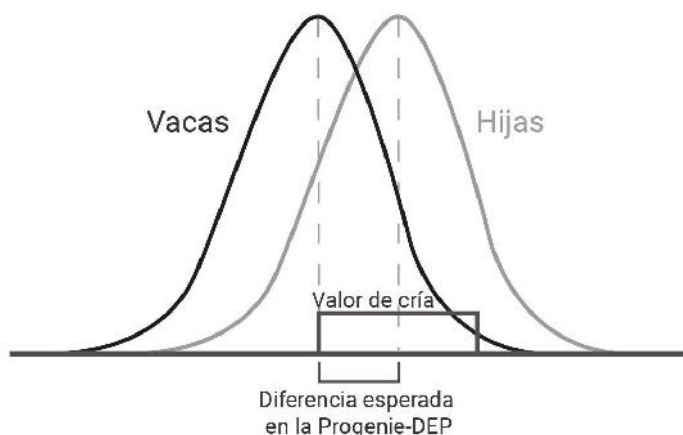


Figura 1. Esquema que representa el concepto de DEP o HTP.



La selección genómica (Meuwissen et al., 2001) es una reciente metodología que hace uso de los polimorfismos genómicos, expresados en los SNPs (mutaciones de nucleótidos simples) para estimar los DEPs. A tan solo seis años de haber sido propuesta, ya se la empleaba en las evaluaciones de toros en EEUU y Australia, y entre 2013 y 2014 se confirmaron las predicciones mediante las pruebas de progenies. Dicha selección consiste en genotipar con arreglos de SNPs, que en origen eran unos 60.000 SNPs y actualmente son unos 777.000, un grupo de toros con alta confiabilidad (*población de referencia*) y estimar para cada uno de estos SNPs un pequeño efecto. Esto es posible porque los genes cuantitativos (QTLs) están en desequilibrio de ligamiento con las mutaciones puntuales, lo que permite estimar asociaciones estadísticas. Con estas estimaciones se obtiene una ecuación de predicción, y esta se emplea en animales relacionados a la población de referencia (*candidatos a la selección*) para estimar los DEPs solo con información genómica. De hecho, esto permite que animales recién nacidos tengan una predicción genómica de sus DEPs, 6 a 7 años antes de lo que la obtendrían por una prueba de progenie convencional. Así se explica la alta adopción que esta metodología tiene; pues si bien tiene un costo importante, es menor al de la prueba de progenie por el costo que significa mantener un toro durante 6-7 años hasta poder obtener información de sus hijas. La metodología se ha mejorado sustancialmente en los últimos años, y en Argentina se está por realizar la primera publicación de HTPs genómicas.

Finalmente, se debe indicar que en Argentina por la amplia variación de ambientes se ha comenzado a emplear cruzamientos para la producción lechera. Pues en territorios muy húmedos y calurosos –como en Entre Ríos, por ejemplo– han permitido aumentar el tamaño de los rodeos y mantener una importante producción lechera. Debe destacarse que en el uso de la heterosis no solo se emplean las principales razas presentes en el territorio, Holando Argentino y Jersey, sino que también de muchas otras razas europeas mediante la inseminación artificial.

## Evaluación Genética de ACHA-FCV-UNICEN

A nivel nacional, la FCV de la UNICEN tiene un convenio con ACHA por el cual realizan la Evaluación Genética Nacional de Holando Argentino. Actualmente, la base genética de la evaluación, en otras palabras, el año que se asume como cero para establecer los valores relativos, es el 2010. Esto significa que el promedio de los valores de cría (o los DEPs) de los animales nacidos en 2010 se iguala a cero. Sin embargo,

dentro de los nacidos en 2010 habrá DEPs negativos y positivos, indicando la variabilidad de los valores de cría. Los grupos genéticos que se consideran para ajustar la información tienen en consideración el país de origen, el sexo del individuo y año de nacimiento. Para la evaluación genética se emplean los controles lecheros oficiales desde 1ro de enero de 1988, y sólo se emplean lactancias terminadas, siendo estas las que tienen entre 240 y 305 días.

Se realizan evaluaciones por caracteres de producción como volumen de leche producida, grasa total y proteína total, además de los porcentajes de grasa y proteína. Para ello se emplean, actualmente, unas 930.000 lactancias de alrededor de 550.000 vacas. También se realiza una evaluación por tipo en la que las vacas, unas 265.000, fueron calificadas por morfológica para 25 características. Finalmente, hace unos años, se incorporó una evaluación por tasa de preñez de las hijas, con información de unas 807.000 lactancias terminadas, de 460.000 vacas. Estas evaluaciones permiten estimar los valores de cría a unos 8.000, 8.150 y 7.400 toros para características de producción, de tipo y reproductivas, respectivamente. Debe notarse que al presente los tambos de las cuencas lecheras de La Pampa no aportan información al control lechero oficial. Por lo tanto, los resultados de la evaluación genética de ACHA-FCV UNICEN no tienen en consideración las producciones de las vacas Holando en la región.

A su vez, el grupo está trabajando para incorporar otras características, como por ejemplo longevidad y sanidad de la ubre; acerca de esta última, puede lograrse a través del recuento de células somáticas. La evaluación genética de ACHA-FCV participa de la evaluación internacional realizada en INTERBULL. Con esta última, los toros que no se han empleado en el país, pero que están emparentados con los que sí se han trabajado a nivel nacional, obtienen una evaluación genética para nuestro país. INTERBULL realiza esta evaluación mediante un método denominado MACE, que permite predecir el valor reproductivo que tendría un reproductor en el país aunque no tenga hijas con lactancias a nivel nacional. Se debe notar, en relación con la evaluación de INTERBULL, que actualmente en el país casi el 80% del semen empleado es importado, y de este el 88% proviene de EEUU y Canadá, como se indicó anteriormente. La correlación entre la evaluación genética realizada en EEUU y Canadá respecto de la realizada en el país es de 0,67. Esto indica que solo el 45%, aproximadamente, de la variación de los valores de cría a nivel nacional se puede explicar con las predicciones realizadas en EEUU y Canadá. En otras palabras, la evaluación de un toro realizada fuera del país tiene bajo poder predictivo del ranking de dicho toro en el país. Esto

pone en perspectiva la importancia de la evaluación genética nacional y de las estimaciones realizadas vía INTERBULL, que son las únicas recomendables; pues usar la evaluación realizada en EEUU o Canadá sería como basarla en el azar.

Como el interés siempre es seleccionar por más de una característica, la información de cada carácter se combina en índices. A nivel nacional, con la información disponible se calcula un índice llamado IPM (índice de producción, tipo y reproducción) que incluye los caracteres listados en la siguiente Tabla, que es la propuesta recomendada desde ACHA y sus cabañeros. Claro que cada usuario puede combinar la información de la evaluación genética nacional como mejor lo crea conveniente. En este sentido, es sustancial indicar que la evaluación se publica en un modo gráfico. A su vez, también mediante archivos de base de datos, con lo cual es posible usar índices propios para identificar los toros que mejor se ajusten al objetivo del tambo.

**Tabla 1.** Características incluidas en el IPM (índice de producción, tipo y reproducción), sus heredabilidades y sus ponderaciones en la Evaluación Genética de ACHA-FCV UNICEN (En base a “ACHA-FCV UNICEN, 2017”)

Características en IPM	Heredabilidad	Ponderación
Proteína	0,25	33,00
Litros	0,25	11,00
Grasa	0,25	11,00
Sistema mamario	0,27	19,25
Patas & Pezuñas	0,10	8,75
Grupa	0,20	5,25
Estatura	0,40	-1,75
Taza de preñez de las hijas	0,04	10,00

En la tabla anterior se ven las estimaciones de heredabilidad, empleadas en la evaluación. Estas son menores a las reportadas en países donde el sistema de producción es intensivo. Cabe insistir que en Argentina la mayoría de los sistemas son pastoriles y esto influye sobre la expresión del carácter generando mayor variación fenotípica. Este fenómeno no es ajeno a la lechería y, al mismo tiempo, refuerza la necesidad de obtener

valores de cría para los toros a emplear, a nivel nacional. Por otra parte, este índice pone un gran peso en la evaluación genética de proteína, en sistema mamario, y de producción de grasa y leche, y deja la tasa de preñez con un 10%. Se nota, por ser el único que tiene ponderador negativo, el esfuerzo por evitar que se incremente el tamaño de la vaca. Una visión crítica indicaría que, en vista de la problemática de los tambos, se debería redoblar el esfuerzo para aumentar tasa de preñez y evitar el aumento del tamaño corporal.

## Mejora según información disponible

Cuando se cuenta con información, esta debe ser empleada. Con información nos referimos a estimaciones de valores de cría, registros de producción mediante controles lecheros, oficiales o no, registros genealógicos, información reproductiva de las hembras, de sanidad general y de la ubre, y de tipo. En este caso se está ante la posibilidad de implementar un programa de mejora genética para el plantel que permitiría hacer uso de toda la información. Dependiendo del nivel de gestión, aunque no es recomendable, se podría elegir toros para cada hembra a fin de tener la posibilidad de obtener hijas que sean mejores que las madres. Esto puede ser muy complejo y generar problemas de ejecución. Por ello, la idea es poder agrupar las hembras por grandes áreas a mejorar, por ejemplo, las que deberían tener mejores ubres, las deben mejorar patas y pezuñas, las que deben mejorar sólidos, entre otras. En función de esta clasificación y del parentesco entre las hembras del tambo y posibles padres, elegir semen de dos machos, al menos, por cada grupo a mejorar, y comprar el semen con mucha anticipación y considerando los dosis necesarias por preñez. En la elección de los toros no es necesario comprar semen de los mejores toros de cada grupo, pero sí estar seguros de que tienen alta exactitud (confiabilidad superior a 80 o 90%) y que están en el 10 a 15% superior para los caracteres a mejorar en el grupo de hembras. A su vez, es necesario tener la certeza de que los toros no están emparentados con las hembras del grupo, o que a lo sumo generarán una descendencia con consanguinidad no mayor al 5%.

Siempre es posible, cuando no se disponga de la información individual, implementar un plan de mejora genética. Pues, como se indicó, lo peor que puede ocurrir es no tenerla presente en la planificación. Entonces, qué indicadores podríamos usar. Uno podría usar la facturación y la información que devuelve la usina para saber cómo está produciendo el tambo y dónde están sus debilidades promedio. Por ejemplo,

nos podría indicar un informe anual o semestral que el nivel de proteína es bajo. En función de esto, se podría elegir semen de machos para mejorar esta característica y tener presente los padres que se han usado anteriormente para evitar consanguinidad. Para esto, podríamos considerar las genealogías de los padres empleados en los últimos 5 años y evitar comprar semen de toros que compartan con los empleados anteriormente, al menos, padres o madres. Nuevamente, un buen número de toros sería lo indicado entre un 5 a 8%, pues esto permitirá generar o mantener variabilidad en el rodeo del tambo.

Es necesario balancear las prioridades de mejora, pues poner el esfuerzo en muchas disminuirá la respuesta. Por otra parte, siempre hay dificultades que tendrían un mayor impacto si se las pudiera eliminar antes. Entonces, concentrarse en unos pocos puntos permite hacer hincapié en ellos, claro que esto siempre será el resultado de un detallado análisis del sistema de producción.

A continuación, presentamos una recomendación en favor de las mediciones objetivas mediante un ejemplo. En vista de la actual situación reproductiva en los tambos, muchas veces una vaca que se logra preñar es una vaca que no será rechazada. Sin embargo, si se contara con información objetiva del nivel de producción de esta –y se pudiera estimar el valor de producción promedio que se espera que produzca en su próxima lactancia–, se podría comparar su potencial productivo en pesos con el costo de mantenimiento de tal vaca en el tambo, y así ver claramente si la vaca generará ganancias o pérdidas, y en función de esto tomar una decisión.

## Bibliografía específica

- ACHA-FCV UNICEN (2017) Evaluaciones genéticas. Recuperado <http://www.acha.org.ar/>
- Beltramino, F. y Thomas, J. (1998) Factores que limitan la producción de vaquillonas lecheras. Anuario INTA Rafaela. Ediciones INTA, p 54.
- Essl, A. (1998) Longevity in dairy cattle breeding: A review. *Livestock Production Science* 57:79-89.
- Etcheverry, M. (2012) Situación y evolución del mercado de la Genética Bovina en Argentina y el mercado internacional. Jornada CABIA 40 años. Presentación pp 35.
- Meuwissen, T.H.E., Hayes, B.J. & Goddard M.E. (2001) Prediction of Total Genetic Value Using Genome-Wide Dense Marker Maps. *Genetics* 157:1819-1829.

- Molinuevo, H.H. (2005) *Genética bovina y producción en pastoreo*. Ediciones INTA, Buenos Aires, pp. 347.
- Renkema, J.A. & Stelwagen, J. (1979) Economic evaluation of replacement rates in dairy herds I. Reduction of replacement rates through improved health. *Livestock Production Science*, 6:15-27.
- Sosa, M.C. (2017) *Usos de recursos e instrumentos de mejora genética en los rodeos lecheros de la provincia de La Pampa*. TFG pp. 43.

Capítulo 

**Conceptos generales de bienestar y  
Sanidad del rodeo lechero**

*Isabel Gigli*

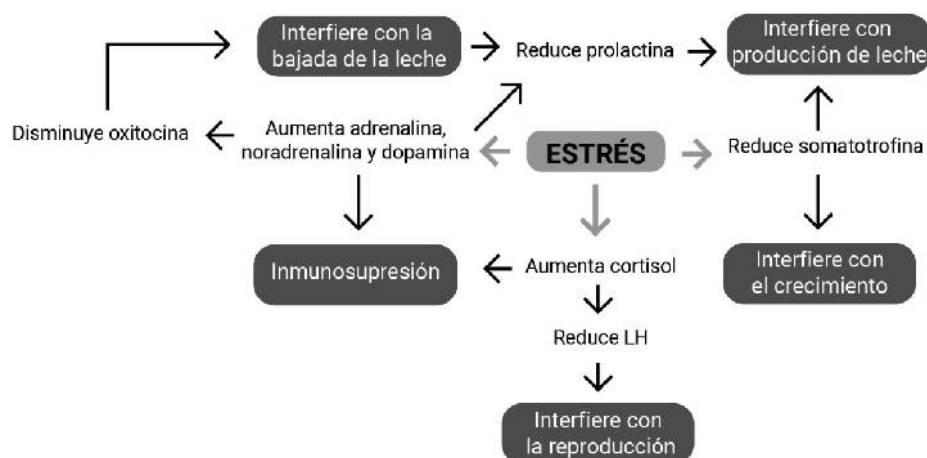
Se define el término salud, en el contexto de producción animal, como el estado de completo y perfecto desarrollo físico-funcional de un individuo que ha logrado un equilibrio en el ambiente, permitiéndole alcanzar el máximo de productividad. Para garantizar el estado de salud es importante que los animales se encuentren dentro de un ámbito de bienestar. Cuando el animal se enfrenta a una situación de estrés, los cambios endócrinos que se producen como respuesta afectan el correcto funcionamiento del sistema inmunológico y por consiguiente tendrá mayor susceptibilidad a enfermarse. En un rodeo donde no se cubren las necesidades básicas de bienestar, la incidencia de enfermedades será mayor.

El estrés es la respuesta fisiológica a una situación o un factor que afecta el bienestar. Se reconocen dos tipos: **estrés agudo** que se produce en respuesta a una situación abrupta y dura poco en el tiempo como un grito o un golpe; y el **estrés crónico** que se diferencia del primero por ser más prolongado en el tiempo, como por ejemplo el producido por una enfermedad, o debido a altas temperaturas ambientales. En el estrés agudo se produce la liberación de la hormona adrenalina desde las glándulas suprarrenales. Esta hormona produce cambios asociados con la huida: aumento de la frecuencia cardíaca y respiratoria, vasoconstricción periférica, aumento de la irrigación en las grandes masas musculares, y en el caso en que el animal esté en su fase de lactación, interferirá en el reflejo de la bajada de la leche. Por otro lado, el estrés crónico produce un aumento por arriba de los valores normales de la hormona cortisol que perdura en el tiempo. Este aumento del cortisol, entre otros mecanismos que desencadena, actúa inhibiendo la respuesta del sistema inmunológico. Por eso, los animales sometidos a un estrés crónico son más propensos a enfermedades.

Haremos referencia específicamente al estrés térmico pero ello debemos considerar que cualquier situación que perturbe el bienestar afectará la producción.



**Figura 1:** Esquema que muestra como el estrés produce aumento de adrenalina, noradrenalina y dopamina, esto produce una disminución de la oxitocina y prolactina interfiriendo en la bajada y la producción de leche, también reduce la hormona somatotrofina interfiriendo en el normal crecimiento. El aumento de cortisol también lleva a un estado de inmunosupresión y reducción de la hormona LH interfiriendo en la ovulación y, por ende, en el rendimiento reproductivo.



## Estrés térmico

En los sistemas semi-extensivos como los de nuestra región, el clima influye significativamente sobre el desempeño de los animales. Los bovinos son muy susceptibles a temperaturas extremas que se alejan de su rango de confort. Para establecer este rango térmico se ha propuesto un índice que tiene en cuenta la temperatura ambiental y la humedad relativa. Cuando las temperaturas son superiores a dicho rango, el animal pone en marcha los mecanismos de termorregulación. Nos referiremos exclusivamente a los cambios producidos por temperaturas elevadas, debido a que son las adversidades climáticas que ocurren en nuestra zona. Si las condiciones ambientales son superiores a la zona superior de confort, el animal intentará: disminuir su movimiento voluntario, producirá vasodilatación cutánea, respirará por boca, disminuirá el consumo de fibras y el tiempo de rumia. Si estos mecanismos no logran reponer la temperatura corporal normal ( $39^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ) se producirán alteraciones funcionales importantes. Se identifica a un animal con estrés térmico por calor debido a que se presenta letárgico, no se alimenta, su respiración es

rápida y superficial con mucho babeo por la boca y, contrariamente a lo que se esperaría, tienden a agruparse y permanecer uno al lado del otro.

Si persisten estos signos por un largo tiempo puede llevar al animal a un desequilibrio metabólico. Por un lado, se puede producir una alcalosis respiratoria debido al aumento respiratorio (hiperventilación) que produce una pérdida de ácido carbónico (proveniente del dióxido de carbono). Pero también el animal puede producir una acidosis metabólica por la pérdida de la capacidad buffer de la saliva (se produce menos saliva al no estar rumiando y la que produce en lugar de ir al rumen se estará perdiendo porque el animal babea). Recordemos que durante el estado de estrés del animal se produce una inmunosupresión haciéndolo más susceptible a cualquier enfermedad incluyendo mastitis.

La disminución de la producción de leche por estrés térmico se produce en forma indirecta al bajar el consumo voluntario, y en forma directa debido a que se altera el funcionamiento normal en diversos tejidos, entre ellos las células epiteliales del alveolo mamario. También afectan la demostración de celo y el desarrollo folicular, disminuyendo la fertilidad de las vacas.

Las alteraciones que sufre un animal por estrés calórico tienen un efecto residual. Perdurarán por varios días, aunque la temperatura ambiental cambie. Podrán producir en el animal problemas de distinta índole: sanitarios (por la inmunosupresión), reproductivos (celos silentes, mayor índice de muertes embrionarias) y productivos (disminución de la producción de leche). Todo esto resalta la importancia de las medidas correctivas. Es importante que los animales dispongan de sombras en los potreros y en el corral de espera, y que se los provea de sistemas de aspersión en los corrales y garantizar el acceso a agua fresca y limpia.

## **Manejo sanitario**

El objetivo del manejo sanitario es planificar y llevar a cabo acciones tendientes a prevenir enfermedades, como así también actuar sobre enfermedades ya existentes en el rodeo para controlar su incidencia y erradicarlas. Hay enfermedades que son de control obligatorio por las autoridades competentes (SENASA), y otras enfermedades que deben ser monitoreadas para detectarlas en sus primeros momentos de aparición para evitar problemas mayores, como la detección temprana de mastitis subclínicas. Cada establecimiento desarrolla un plan sanitario de acuerdo con las enfermedades más frecuentes en su región.

### Clasificación general de las enfermedades

Las enfermedades se clasifican según distintas premisas.

1. Según el **origen** (etiología) se agrupan en enfermedades infecciosas (bacterianas o virales), parasitarias (parásitos externos o internos), traumáticas (golpes, heridas), metabólicas (conllevan una alteración en el metabolismo), congénitas (presentes desde el nacimiento) y hereditarias (implica la transferencia genética).
2. Según el **curso** de la enfermedad, se clasifican en agudas (corta duración) y crónicas (extendidas en el tiempo).
3. Según la presencia o no de **sintomatología**, se diferencian en clínicas (presenta alteraciones clínicas o productivas), y subclínicas (requiere de pruebas de laboratorio para su diagnóstico).

Sin duda, hay causas que predisponen a enfermedades, como el estrés, desbalances nutricionales, falta de higiene y fallas en el manejo de los animales.

## **Incidencia de Enfermedades en distintos momentos del ciclo productivo**

Las enfermedades pueden aparecer en cualquier momento de la vida del animal. De todas formas, hay condiciones fisiológicas que pueden llevar a que determinados trastornos se manifiesten en un momento dado. Solamente por una cuestión didáctica, agruparemos las enfermedades de acuerdo al momento de mayor incidencia durante las distintas categorías de animales.

SENASA determina cuáles son las enfermedades consideradas de control obligatorio en cada zona geográfica de nuestro país. Así, al sur del río Colorado es considerado zona libre de aftosa. Existe un control al ingresar hacia dicha zona, y los animales no son vacunados para garantizar que la detección de los positivos significa presencia del agente etiológico y no una reacción debida a la vacunación. En la provincia de La Pampa la aftosa aún es una enfermedad de control obligatorio.

## **Vacas en transición**

Se denomina vaca en transición al periodo comprendido entre las 3 semanas previas al parto y las 3 semanas posteriores a este. El cambio de un estado fisiológico de preñez a los primeros días de lactancia produce un enorme estrés fisiológico para el animal. Durante esta etapa las

enfermedades de índole metabólica tienen una incidencia muy alta. Si el animal no está en buenas condiciones para atravesar este periodo, puede resultar en la manifestación clínica conocida como “vaca caída”. Este término se refiere justamente a una vaca que ya no puede sostenerse en pie. Una vez que una vaca no se levanta por su propia voluntad es muy difícil de recuperar. Una de las causas posible de este síndrome es un estado grave de hipocalcemia. A continuación, mencionaremos las enfermedades que se presentan más comúnmente en la etapa de transición.

**Hipocalcemia:** esta enfermedad se presenta con una alta incidencia en vacas muy productoras. El mecanismo involucrado fue discutido en el Capítulo 3, recordemos que es habitual en la vaca en transición. Este trastorno puede ser de índole subclínico, en el que el animal pasa sin ser diagnosticado, o bien con signología clínica que puede ir desde un estado de agitación, hiperestesia, temblores, marcha tambaleante hasta que el animal cae y no vuelve a levantarse. Si el animal no es tratado en forma urgente puede producirse la muerte. Por todo lo dicho, es importante la prevención: el animal debe llegar al parto en estado corporal óptimo, se le debe suministrar los últimos 30 días de la preñez una dieta baja en calcio (como, por ejemplo, silo de maíz, fardos de gramíneas, verdes de avena) y eliminar forrajes con mucho potasio. Luego del parto, debe pasar a una dieta rica en calcio (como alfalfa y tréboles). También es recomendable suplementar con calcio posparto en forma oral o bien mediante aplicaciones inyectables. Otra estrategia de manejo propuesta por muchos autores es suministrar sales con desbalance aniónico/catiónico preparto. Estas sales deben usarse para complementar dietas que ya sean bajas en potasio para promover acidosis plasmática que como respuesta desencadena un mecanismo de buffer a través de la movilización de fosfato de calcio desde los huesos. Se puede monitorear la eficacia de estas sales a través del pH de la orina en un grupo del rodeo que haya estado recibiendo estas sales por al menos dos días. El resultado de las sales con desbalance aniónico/catiónica es la movilización temprana de calcio preparando al animal a responder más rápidamente a las pérdidas por calostro y leche.

**Hipomagnesemia:** la signología producida por la deficiencia del magnesio es un estado de agresividad, marcha inestable, temblores musculares, convulsiones y puede ocasionar la muerte del animal. Animales que pastan gramíneas tienen mayor probabilidad de presentar hipomagnesemia, como así también animales viejos, por la disminución de la capacidad de movilizar magnesio de las reservas (se encuentra combinado con  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{P}^+$  en los huesos) pasando a depender en mayor medida de la ingesta diaria. Se debe tener la precaución de que los animales no

se encuentren en pasturas con alta concentración de potasio antes del parto. La difusión del  $K^+$  es mayor que la de  $Mg^+$ , esto hace que plantas que tienen gran concentración de  $K^+$ , tengan bajo  $Mg^+$ . También se debe tener en cuenta que las fertilizaciones con potasio potencian la aparición de este trastorno metabólico.

El Hígado graso es la consecuencia de un desbalance energético. La depresión en el consumo voluntario que se produce en el último mes de gestación se recupera paulatinamente, llevando a un desfasaje entre la demanda energética y el consumo voluntario. Por lo tanto, para cubrir los requerimientos de la producción de leche, el animal debe utilizar las grasas corporales como fuente energética. El aumento de la captación de ácidos grasos no esterificados (NEFA) en el hígado produce un aumento en la esterificación y posterior acumulación de triacilgliceroles (TAG). Los animales que presentan hígado graso presentan mayor predisposición a otros trastornos como distocia, hipocalcemia o desplazamiento de abomaso.

La **Cetosis** se puede considerar como un estadio último del hígado graso. Es el trastorno del metabolismo de hidratos de carbono y ácidos grasos caracterizado por hipercetonemia (alta concentración de cuerpos cetónicos en sangre), hipoglucemia (baja concentración de glucosa en sangre) y cetonuria (alta concentración de cuerpos cetónicos en orina). La cetosis es el resultado de la imposibilidad del hígado de mantener la gluconeogénesis por déficit de precursores.

**Empaste o meteorismo** es un problema asociado al consumo de alfalfa. La fermentación de esta pastura en rumen produce una gran cantidad de espuma impidiendo la eliminación de gases por medio del eructo. La intensidad puede variar de moderado (ligera distensión ruminal izquierda) a severo, pudiéndose producir la muerte por fallas respiratorias. Para disminuir los riesgos de empaste es importante realizar pasturas consociadas. Los riesgos del empaste aumentan cuando la temperatura ambiental es entre los 18 a 26°C sobre todo cuando hay rocío. Se debe evitar que los animales entren a pastorear con hambre (luego de un encierro nocturno). Por lo tanto, antes de ingresar a los animales a una pastura con alfalfa tierna se les debe suministrar primero rollos o silo. Otra medida de manejo importante es ingresar a la parcela cuando el rocío se haya secado y extremar las medidas en días de lluvia posteriores a días secos. Para prevenir el empaste se recomienda utilizar productos antiespumantes en agua de bebida o raciones.

**Desplazamiento del abomaso:** en los últimos estadios de la gestión, el útero ocupa un gran volumen y tiende a desplazarse por debajo del rumen, provocando a su vez el desplazamiento del abomaso. Después del

parto el abomaso vuelve a su posición normal. Sin embargo, a veces esto no se produce. Este trastorno puede estar asociado con hipocalcemia. La disminución del calcio, además de las alteraciones que hemos mencionado, produce atonía del abomaso. La falta o reducción en el tono de las paredes del abomaso producen que éste no logre a su posición fisiológica.

**Acidosis ruminal:** un desbalance en la dieta puede ocasionar graves problemas en la vaca en transición. La acidosis es una alteración asociada a un exceso de granos. Los pasos que ocurren son los siguientes: una dieta rica en hidratos de carbono causa un aumento de la flora amilolítica, esto junto con la baja disponibilidad de fibra produce que el animal secrete menos saliva, perdiendo una importante capacidad buffer. La disminución del pH ruminal lleva a la disminución de la flora celulolítica. Cuando el pH del rumen se encuentra por debajo de 6 se ve favorecido el crecimiento de *Streptococcus bovis*, y cuando desciende por valores cercanos a 5 comienzan a desarrollarse los lactobacilos. Estas bacterias producen ácido láctico a partir del metabolismo de los hidratos de carbono. La acidez producida ocasiona inflamación y lesiones en el epitelio ruminal que provoca la absorción de enterotoxinas. Además, la presión osmótica producida por el ácido láctico lleva al pasaje del agua desde los capilares sanguíneos al rumen ocasionando cuadros de deshidratación. Estas alteraciones llevan muchas veces a la muerte del animal.

La acidosis se asocia muchas veces a **infosura** (inflamación aséptica del tejido laminar de la pezuña) producida por las enterotoxinas provenientes del rumen. Las enterotoxinas tienen agentes vasodilatadores (histaminas) que ocasionan disturbios en la microcirculación de las pezuñas. Estas alteraciones producen mucho dolor e interfieren en la marcha hasta que finalmente el animal permanece en decúbito.

## Mastitis

La enfermedad de mayor incidencia y costo económico en el tambor es, sin duda, la mastitis. La mastitis es un proceso inflamatorio en la glándula mamaria causado por una gran variedad de etiologías. La mastitis clínica se caracteriza por alteraciones visibles en la leche (presencia de coágulos y/o sangre) acompañada, a veces, de algún tipo de alteración en la ubre (temperatura local, dolor, cambio de coloración) y produce alteraciones permanentes de la glándula mamaria. La mastitis subclínica es la más difícil de identificar, ya que como su nombre lo indica no cursa con cambios clínicos.

La etiología más frecuente es la bacteriana. Más del 95% de los cuadros de mastitis clínica y subclínica son causados por *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus dysgalactiae* y *Streptococcus uberis*. En la Argentina, se observa una mayor incidencia de *Staphylococcus aureus* y distintas especies de *Streptococcus*. Con menor incidencia se aíslan organismos coliformes (Calvinho et al., 1991, Chercoff et al., 1996, Buzzola et al., 2001).

La leche normalmente presenta distintos tipos celulares en suspensión que reciben el nombre genérico de “células somáticas”. Al realizar un extendido de leche fluida se observan con microscopio óptico células epiteliales de descamación y leucocitos. Luego de la entrada de un agente patógeno a la glándula mamaria, se produce un aumento masivo en los leucocitos, sobre todo neutrófilos, en los alveolos mamarios. Estas células somáticas arriban al espacio alveolar a través de la ruta paracelular. Recordemos que esta ruta está activa solamente al inicio de la lactancia posibilitando el pasaje de inmunoglobulinas al calostro. A los pocos días, se producen comunicaciones intercelulares más estrechas bloqueando esta ruta. La inflamación causada por la presencia de microorganismos o por algún otro tipo de irritación, produce la ruptura de estas uniones intercelulares, permitiendo entonces, el pasaje de células leucocitarias al lumen alveolar y finalmente a la leche.

Una de las pruebas complementarias más utilizadas en el diagnóstico de mastitis subclínica es el recuento de células somáticas en leche (RCS). El RCS se correlaciona positivamente con la respuesta inflamatoria de la glándula mamaria (Harmon, 1994) y, por lo tanto, está estrechamente correlacionado en forma negativa con la salud mamaria. Un test muy económico que brinda información semi-cuantitativa es el denominado test Mastitis California que recibe este nombre porque fue desarrollado en la Universidad de California. Consiste en combinar igual cantidad de leche con un reactivo (detergente e indicador de pH) que rompe las membranas celulares liberando el ADN de las células presentes en la leche. Según la cantidad de células presentes, se produce distintos grados de gelificación o de formación de grumos permitiendo en pocos minutos identificar los cuartos mamarios con mastitis subclínica.

### ***Aspecto económico de la mastitis***

La mastitis bovina es la enfermedad que produce mayores pérdidas económicas para el productor y la industria láctea (Philpot, 1999; Chaves, et al., 2001). Además, está relacionada con el riesgo de transferencia de residuos de antibióticos a la leche consumida –si no se descarta la leche de animales que reciben tratamiento– y por ser potenciales generadores

de resistencia cruzada a otros microorganismos. El tejido glandular afectado por mastitis no recupera nunca su productividad original porque es reemplazado por tejido conectivo. Se estima, por ejemplo, que la mastitis bovina causa pérdidas del orden de los 1.700 millones de dólares anuales (equivalente a unos 200 dólares por vaca en producción) en los Estados Unidos. En nuestro país no se han efectuado de manera sistemática estudios que permitan determinar con exactitud la magnitud de la mastitis a nivel nacional. Sin embargo, sí se dispone de valores de frecuencia referentes a algunas localidades del país, en las que se indican valores tan altos como del 62,2% de prevalencia de infecciones intramamarias preparto (Calvinho et al., 1991; Tirante et al., 1998; Taverna et al., 2001; Calvinho y Tirante, 2005).

## Enfermedades abortivas

El aborto bovino puede ocurrir en distintos momentos de la preñez. Si ocurre tempranamente, entre el día 12 y 45 de la fecundación, se denomina muerte embrionaria. Por otro lado, si la muerte embrionaria sucede antes del día 14 de fecundación, el embrión es reabsorbido y el cuerpo lúteo sufre una luteolisis normal dentro del ciclo, la vaca entonces, presentará celo nuevamente. Esta es una de las posibilidades que ocasiona el síndrome de vaca repetidora. El animal repite celo, se considera que no se logra una preñez, pero en realidad lo que sucede es que se produce la muerte del embrión. En cambio, si la muerte embrionaria se produce luego del día 14, el cuerpo lúteo se mantiene activo secretando progesterona impidiendo, por lo tanto, la presentación de un nuevo celo. Entre más tarde suceda la muerte embrionaria, más prolongados serán los periodos interestrales. Es importante realizar un examen por un profesional veterinario de los animales que repiten celo. Las principales enfermedades que producen abortos se detallan en la Tabla 1.



**Tabla 1:** Enfermedades abortivas en el bovino de mayor incidencia (elaborado con base en Weaver, 2000)

Enfermedades	Momento del aborto	Característica
Trichomoniasis	Temprano	Análisis de los toros
Campylobacter	Segundo tercio	Análisis de los toros
Brucelosis	Tardío	El diagnóstico se puede hacer por análisis serológico de las madres combinado con aislamiento de <i>Brucella abortus</i> del feto o detección por inmunofluorescencia de anticuerpos en placenta
Rinotraqueítis viral bovina (IBR)	Tardío	También produce signos respiratorios
Neosporas	Segundo o tercer tercio de gestación	Parásito transmitido por perros
Leptospirosis	Último tercio	Se puede hacer análisis serológico para confirmar

## Enfermedades en los terneros

Reconocemos a un ternero sano porque tiene una mirada despierta, manto brillante, nariz húmeda, no presenta secreciones nasales y se encuentra limpio (sin diarrea). Los terneros pueden debilitarse rápidamente y una vez que su estado corporal desmejora es difícil recuperarlos. Un ternero con frío y hambre tiene una alta probabilidad de enfermarse. Las bacterias tienen tres vías de ingreso: el ombligo, el aparato respiratorio y el aparato digestivo. Por lo tanto, es importante el correcto manejo higiénico del ombligo (corte y desinfección) y que reciban por lo menos 2 litros de calostro dentro de las primeras 6 horas de vida.

Las principales enfermedades de los terneros son las diarreas y, en segundo lugar, las enfermedades respiratorias. Al respecto, es importante subrayar que la utilización de baldes para el suministro de leche ocasiona muchas veces un cierre inadecuado de la gotera esofágica. Como consecuencia ingresa al rumen leche que por fermentación generará problemas gastrointestinales. Esto se puede agravar por presencia de bacterias patógenas. Una vez solucionado el sistema de alimentación de los terneros se puede ayudar a disminuir la prevalencia de diarreas. Estas pueden tener origen bacteriano, viral o parasitario. La etiología bacteriana más común que produce diarreas es la *E. Coli*, que puede ocasionar la muerte en las dos primeras semanas de vida. Otras bacterias que afectan animales más grandes (a partir de los 10 días de vida) son Salmonella,

Clostridium, Pseudomona y Proteus. Los virus más frecuentes asociados con cuadros diarreicos son coronavirus y rotavirus. Los parásitos como los protozoarios Cryptosporidium parvum y coccidios producen diarreas mucosas y sanguinolentas.

### *¿Qué hacer si el ternero tiene diarrea?*

Primero hay que disminuir la ingesta de leche. Es importante suministrar sales de rehidratación oral, ofrecerle agua (para evitar la deshidratación), separar los enfermos de los sanos, y colocar cal sobre la diarrea para que se absorba el agua y evita que el ternero se acueste encima. Los cuadros diarreicos en los terneros muchas veces traen aparejado cuadros de deshidratación que pueden terminar con la vida del animal, sobre todo si ocurren en verano. El ternero deshidratado presenta hundimiento de los globos oculares, al pellizcar la tabla del cuello se observa que la piel tarda en volver a su lugar y, además, presenta las extremidades frías. Se debe actuar rápidamente, si se encuentra en las primeras fases y aún es capaz de responder a los estímulos, se debe administrar agua con sales rehidratantes por balde o mamadera (esta opción es mejor por el cierre de la gotera esofágica). Si el animal está ya muy decaído, el profesional veterinario deberá administrarle líquido por sonda bucoesofágica o suero por vía endovenosa. Los animales enfermos, en general, no comen y permanecen echados todo el día.

**Antes de deslechar** como forma preventiva, se deben aplicar las siguientes vacunas: queratoconjuntivitis, rinotraqueítis viral bovina (IBR), diarrea viral bovina (DVB), parainfluenza, pasteurelosis, salmonelosis y mancha.

**Entre los 40 a 60 días** se repiten las vacunas contra queratoconjuntivitis, rinotraqueítis viral bovina (IBR), diarrea viral bovina (DVB) y pasteurella.

**Entre los 80 a 90 días** se debe dar un refuerzo de todas las vacunas aplicadas durante la etapa de crianza: queratoconjuntivitis, rinotraqueítis viral bovina (IBR), diarrea viral bovina (DVB), parainfluenza 3, pasteurella, salmonella y mancha.

## **Enfermedades en la recría**

Las principales enfermedades en esta categoría son las respiratorias. Desde los 6 meses al año, los animales pueden presentar una enfermedad producida por Clostridium conocida como **mancha**. Recibe este nombre por las alteraciones que se observan durante la necropsia. La bacteria Clostridium está presente normalmente en los suelos e ingresa al

pastorear. Su incidencia es más alta en primavera y verano, sobre todo luego de una lluvia cuando ingresan animales hambrientos a un potrero con rebrotes frescos. Si se diagnostica mancha hay que vacunar a todos los animales del rodeo que tengan entre 6 a 12 meses de edad.

Otra enfermedad importante es el carbunco producido por el *Bacillus anthracis*. Es una enfermedad zoonótica muy contagiosa que produce la muerte súbita. Se vacuna una vez por año a animales mayores de 8 meses. Si se produce un brote, se debe vacunar a todo el rodeo cada tres meses hasta controlar el rodeo.

## Control de enfermedades exigidas por SENASA y la industria lechera

La industria exige que todo el rodeo del establecimiento tambero (no solamente las vacas en producción) sea libres de dos enfermedades zoonóticas: tuberculosis y brucelosis. Una vez que se determina que el establecimiento está libre de estas enfermedades, se debe realizar anualmente el control de estas enfermedades por un veterinario autorizado por SENASA y presentar el certificado de libre ante la planta industrial con quien se comercializa la leche. Por la importancia de estas dos enfermedades, entraremos un poco más en detalle sobre las causas de contagio, el agente etiológico y la sintomatología que presenta en los animales.

La **tuberculosis** bovina es una enfermedad bacteriana producida por el *Mycobacterium bovis*. Esta enfermedad constituye un problema para la salud pública debido a su carácter zoonótico. A pesar de que el huésped primario es el bovino, también afecta a otras especies de animales tales como caprinos, ovinos, porcinos, camélidos, cérvidos, equinos, caninos y felinos. La vía de entrada de este microorganismo es a través de la inhalación de bacilos presentes en microgotas distribuidas como aerosol cuando un animal infectado tose. También se puede producir la transmisión vertical (de la madre al feto). La leche si no está pasteurizada es vectora de *Mycobacterium*.

Para lograr la certificación oficial de que el establecimiento está libre de tuberculosis, se deben realizar pruebas diagnósticas por veterinarios acreditados en el Registro Nacional que establece el SENASA. El rodeo mayor de seis meses de edad y en su totalidad deberá ser sometido a dos pruebas intradérmicas anocaudal con 60 a 90 días de intervalo entre ellas. Una vez que el rodeo es decretado libre de tuberculosis, se deben realizar las pruebas una vez al año.

La prueba de tuberculina se realiza en el pliegue anocaudal de los animales y consiste en la aplicación intradérmica de derivados proteico purificado de tuberculina bovina (PPD bovino), elaborada con *Mycobacterium bovis*. Esto provoca una reacción inmunológica –migración de linfocitos T y macrófagos al lugar donde se inoculó el preparado bacteriano– en los animales expuestos anteriormente al mycobacterium, que produce la aparición de una pequeña erupción de la piel en la zona (pápula). A las 72 horas de la aplicación, se mide con un calibrador el diámetro de esta pápula. Si el animal es negativo a la prueba (no se produce ninguna inflamación en la zona donde se aplicó la tuberculina), significa que está sano. Contrariamente, si se detecta un crecimiento en la zona inoculada, el animal es considerado positivo a la prueba de tuberculina. En ese caso, no se realiza tratamiento, sino que se aconseja aislar y eliminar al animal positivo. Luego de dos pruebas con intervalo de 60 a 90 días, donde todo el rodeo fue encontrado negativo, se obtiene la clasificación de rodeo libre. Se debe, entonces, rectificar anualmente el estado de libre de tuberculosis. En este caso se realiza la prueba anualmente, incluyendo todos los bovinos del rodeo de más de 24 meses de edad y de los que hayan sido adquiridos durante el año, sin importar la edad.

Algunas veces, la prueba de tuberculina puede dar un falso positivo. Esto se produce por reacciones cruzadas con otros *Mycobacterium*. Los bovinos clasificados como reactores al test tuberculínico que no muestran evidencias de enfermedad en el frigorífico son denominados Reactores con Lesiones no Visibles (NVL). Se remiten muestras de ganglios o trozos de órganos de estos animales al laboratorio para el diagnóstico histopatológico y/o bacteriológico. Del mismo modo, pueden presentarse falsos negativos: animales con tuberculosis que no reaccionan a la prueba de tuberculina. Esto se puede dar en animales en los primeros estadios de la enfermedad, o por estar desensibilizados (por haber repetido la prueba en un tiempo menor a los 60 días establecidos). También puede haber casusas fisiológicas que produzcan disminución de la respuesta inmune; por ejemplo, la inmunosupresión post parto. En estos casos, la sensibilidad retorna a las 4 a 6 semanas posteriores al parto. Otra causa de inmunosupresión puede hallarse en animales en muy mal estado corporal o en aquellos que están recibiendo dosis de corticoides.

La **brucelosis** bovina es una enfermedad causada por la bacteria *Brucella abortus*. Se caracteriza por abortos tardíos en la hembra y orquitis e inflamación de las glándulas sexuales secundarias en el macho. Los abortos se producen como consecuencia de la inflamación de los cotiledones placentarios. Los animales se contagian por entrar en contacto

con las secreciones vaginales, placenta, feto abortado. Los microorganismos también son expulsados por la leche y el semen. Las hembras que abortan adquieren resistencia y no vuelven a presentar un aborto.

Es obligatoria la vacunación con bacterias atenuadas de la cepa 19 en terneras de entre 3 a 8 meses de edad. Se realiza en simultáneo con la vacunación antiaftosa. Se exceptúa de la vacunación a los animales que se encuentran en la zona declarada libre de brucelosis y tuberculosis. Esta zona está comprendida por la provincia de Tierra del Fuego, Antártida e islas del Atlántico Sur.

Se realiza la vacunación a esa edad porque animales más pequeños aún no desarrollan su sistema inmunológico y están protegidas por anticuerpos maternos transmitidos por calostro. Tampoco se debe realizar en animales mayores a 8 meses, porque interferiría con el diagnóstico serológico anual requerido por SENASA.

Anualmente se requiere una certificación libre de brucelosis para poder comercializar la leche. Para ello se deben remitir muestras de sangre tomadas por un profesional Veterinario habilitado para su análisis serológico a laboratorios autorizados por SENASA. Los animales a controlar son las hembras bovinas mayores a 18 meses y machos a partir de los 6 meses de edad.

Conjuntamente con las pruebas serológicas individuales, a veces, se requiere realizar una prueba de rodeo. En estos casos se realiza a través de una muestra de leche tomada directamente del tanque y se remite al laboratorio para la realización de la prueba del anillo en leche.

## Parásitos internos en los bovinos

Los parásitos internos de los bovinos se clasifican genéricamente en parásitos redondos (helminetos) y parásitos chatos (tenias). Afectan tanto el tracto gastrointestinal como a los pulmones. Los parásitos gastrointestinales disminuyen el consumo voluntario, y pueden producir diarrea afectando la condición corporal. La producción de leche se ve afectada sobre todo en los primeros 90 días de la fase de lactancia, pasando ese periodo, investigadores de la Universidad de Wisconsin observaron que animales parasitados experimentalmente no modificaban su nivel de producción. Se puede estimar el grado de infestación de un rodeo, realizando un conteo de huevos en materia fecal.

Aplicar estrategias de manejo antiparasitarias suele ser complejo porque muchas especies de parásitos realizan ciclos en el animal y también en las pasturas. Por ende, se requiere conocer las interacciones entre el hospedador (la vaca), el parásito y el ambiente. Además, la

susceptibilidad de los animales a los parásitos depende de la categoría, ya que los animales jóvenes tienden a tener cargas parasitarias más altas que las vacas adultas. Nuevamente debemos enfatizar que este problema también será mayor para las vacas en transición por el estrés en que se encuentran.

Se recomienda desparasitar a los animales en los siguientes momentos: 1.- al desleche; 2.- vaquillonas al entrar en servicio; 3.- antes del primer parto. Se deben cambiar los productos utilizados, porque los parásitos generan resistencia a las drogas empleadas.

Para reducir el número de parásitos en una pastura, los animales luego de recibir la dosis correspondiente de antiparasitario deben trasladarse a una zona limpia: rastrojos, pasturas anuales (por las actividades agrícolas previas a su implantación pueden considerarse limpias de parásitos); pasturas no contaminadas (potrero natural o pastura implantada que se ha evitado de contaminar administrando siempre antes de que entren los animales a pastoreo una dosificación correcta de antiparasitario).

Para generar un potrero libre de parásitos se recomienda: realizar un pastoreo previo con animales adultos; pastorear alternado ovino/bovino o bien desparasitar en forma estratégico-racional cada 3 meses.

## **Ectoparásitos**

El parásito externo más común en el bovino lechero es la mosca de los cuernos. La frecuencia de casos de sarna y piojos han ido disminuyendo a lo largo del tiempo por el uso de insecticidas. Sin embargo, la mosca de los cuernos sigue siendo un problema en los tambos. Toda la vida de la mosca transcurre sobre el bovino, se aleja únicamente para poner sus huevos sobre la bosta. El ciclo de vida dura de primavera a otoño. Según recomendaciones técnicas del INTA, la presencia de la mosca de los cuernos no implica la necesidad de realizar tratamientos insecticidas debido a que los bovinos pueden tolerar cierto número de insectos sin que se produzcan pérdidas productivas. En el caso de utilizar insecticidas se recomienda aplicarlos cuando se observen promedios de aproximadamente unas 100 moscas por lado de los bovinos o que estos muestren signos de marcada irritabilidad.

## Enfermedades infecciosas de reporte obligatorio por SENASA

Además de la brucelosis y tuberculosis, enfermedades de control obligatorio tanto por SENASA como por la industria lechera, hay enfermedades de los bovinos, en general, que si se presentan deben ser denunciadas ante autoridades pertinentes. Ellas son: aftosa, carbunco bacteriano, paratuberculosis, anaplasmosis bovina, babesiosis bovina, campilobacteriosis genital bovina, cisticercosis bovina, dermatofilosis, leucosis bovina enzoótica, septicemia hemorrágica, rinotraqueítis infecciosa bovina, teileriosis, tricomonosis, tripanosomosis, fiebre catarral maligna, encefalopatía espongiiforme bovina, peste bovina y perineumonía contagiosa bovina.

### La situación en La Pampa

La provincia de La Pampa no se encuentra exenta de ninguna de las enfermedades mencionadas en este capítulo. La mastitis, al igual que lo que ocurre en todos los tambos, es el problema principal. Se ha comprobado que la forma más eficiente para disminuir los casos de **mastitis** está directamente asociada a la rutina de ordeño y el mantenimiento de los equipos de ordeño. Por lo tanto, como profesionales debemos instruir y orientar a los operarios sobre la importancia de buenas prácticas de ordeño.

La prevalencia de la **brucelosis** a nivel Nacional se reporta un 1%. En nuestra provincia, se ha reportado la presencia de animales silvestres como armadillos infectados con *Brucella suis*, no siendo un problema para el ganado bovino pero sí para las personas (Kin et al., 2014). En cambio, en el zorro gris sí se han identificado infecciones por *Brucella Abortus* (Futch et al., 2009).

Si bien la **leucosis** no se encuentra en los planes de control obligatorio, es una enfermedad que de a poco va adquiriendo más importancia. Esta enfermedad infecciosa ocasionada por el virus de la familia Retroviridae, produce una condición crónica que puede afectar la producción. La transmisión entre animales es por contacto con sangre infectada, como a través de insectos hematófagos o malas prácticas profesionales (por la reutilización jeringas, o guantes de tacto con restos de sangre de algún animal enfermo). También se transmite de la madre al ternero a través del calostro y de la leche.

Según datos de SENASA, las primeras detecciones serológicas en Argentina fueron realizadas entre los años 1978 y 1979. Los animales pueden no presentar signos clínicos, pero cursan un disturbio del sistema inmunológico (ya que afectan las células linfocíticas), o presentan tumores (linfosarcomas) que pueden dar origen a problemas mecánicos por compresión de órganos (bronquios, esófago, nervio vago). Si bien no hay reportes oficiales, estudios realizados indicarían que los tambos en La Pampa también presentan animales positivos a leucosis.

## Bibliografía general

- Abdala, A.A. Tuberculosis bovina (2007) en Manual de referencias técnicas para el logro de leche de calidad. pp. 90-104. Editado por INTA, 2007.
- Anziani. O.S. Ficha 2: Mosca de los cuernos (*Haematobia irritans*) (biología, importancia económica, aspectos epidemiológicos y tendencias estacionales en el área central de la Argentina, control) Recuperado <http://inta.gov.ar/documentos/ficha-2-mosca-de-los-cuernos-haematobia-irritans-biologia-importancia-economica-aspectos-epidemiologicos-y-tendencias-estacionales-en-el-area-central-de-la-argentina-control/>
- Dubey, J.P., Schares G. & Ortega-Mora, L.M. Epidemiology and control of neosporosis and *Neosporacanthium*. ClinMicrobiol Rev. (20): 323-367, 2007.
- Scala, M.R. Coordinadora. Mastitis. En: El Profesional Tambero: manual para operarios de tambo (2009).pp 43-56;96-106 Ed. INTA SENASA Recuperado <http://www.senasa.gov.ar/seccion.php?in=1>
- Vanzini, V. y Torione de Echaide, S. (2007) Brucelosis en Manual de referencias técnicas para el logro de leche de calidad, pp79-85. Ed.INTA. Buenos Aires.
- Weaver David, A. Chapter 6: Lameness (149- 202) en: The health of the Dairy Cattle editado por Andrews A.H. Blacwell Science (Oxford), 2000.

## Bibliografía específica

- Buzzola, F.R., Quelle, L., Gomez, M.I., Catalano, M., Steele-Moore, L., Berg, D., Gentilini, E., Denamiel, G., Sordelli, D.O. (2001) Genotypic analysis of *Staphylococcus aureus* from milk of dairy cows with mastitis in Argentina. Epidemiol Infect. 126(3):445-452.



- Calvinho, L.F. y Tirante, L. (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. FAVE Sección Ciencias Veterinarias. 5: 29-40.
- Calvinho, L.F., Vitulich, C.A., Zurbriggen, M.A., Canavesio, V. y Tarabla, H. D. (1991) Prevalencia de microorganismos patógenos de la ubre en rodeos de la cuenca lechera santafesina. Therios. 18 : 188-196
- Chaves, C.J., Tirante, L.; Pol, M.; Bas, D.Vandoni, R.y Olivieri, R. (2001) Prevalence of intramammary infections in 74 dairy herds located in Argentina. In; Proc. 40th. Annual Meeting. National Mastitis Council. Reno, Nevada. 205-206.
- Chertcoff, R., L. Tirante, C.J. Chaves, M. La Manna y Olivieri, R. (1996) Relevamiento de infecciones mamarias en tambos de distintas cuencas lecheras del país. En: Memorias del Cong. Nacional de Cal. de Leche y Mastitis. Río Cuarto, Argentina. 12.
- Fuchs. L.; Baldone, V.; Fort, M.; Rojas, M.C.; Samartino, L.y Giménez, H. (2009) Brucelosis en el zorro gris pampeano (*Pseudalopex gymnocercus*) en la provincia de La Pampa (Argentina) Acta Bioquím. Clín. Latinoam.43:2
- Harmon RJ. Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts.J Dairy Sci. (1994)77(7):2103-12. Review.
- Kin, M.S.; Fort, M.; Echaide, S.T.y Casanave, E.M. (2014) *Brucella suis* in armadillos (*Chaetophractus villosus*) from La Pampa, Argentina. Vet Microbiol. 4;170(3-4):442-445.
- Philpot, W.N. (1984) Economics of Mastitis Control. Vet Clin North Am Small Anim Pract. Large animal practice 6(2):233-245.
- Taverna, M. Factores de riesgo de mastitis asociados a la rutina de ordeño y al funcionamiento de la ordeñadora (105-112) en Manual de referencias técnicas para el logro de leche de calidad. Editado por INTA, 2007.
- Tirante, L., D. Bas, M. Pol, R. Olivieri, R. Vandoni, y J. Chaves. (1998) Prevalencia y etiología de infecciones intramamarias en vacas de 38 hatos lecheros en Argentina. En: Memorias Cong. Panamericano de Cont. Mast. y Cal. de Leche. Mérida, México. 122.
- Weaver, D. A. (2000) Chapter 6: Lameness (149- 202) en: The health of the Dairy Cattle Editor Andrews A.H. Blacwell Science ,Oxford.

Capítulo **12**

**Avances tecnológicos en la producción  
primaria de leche**

*Isabel Gigli*

El hito quizás más importante en la tecnología de la producción de leche es la incorporación de la **máquina de ordeño** en los tambos. Con esto se logró disminuir el tiempo del ordeño y cambiar la escala de producción. Las primeras máquinas no resultaron funcionales porque en lugar de alternar vacío y presión positiva como lo hace la cría en sus fases de succión y deglución, ejercían un vacío constante que lesionaba la mucosa del pezón. Desde que se diseñó el sistema de pulsado que deja entrar aire a la unidad de ordeño para lograr imitar estas dos fases, las máquinas de ordeño resultan muy eficientes y se las encuentra en todos los tambos comerciales. La incorporación del **tanque de frío** en nuestro país comenzó a masificarse recién a fines de los años 90 cuando se estableció la obligatoriedad de mantener la cadena de frío desde los tambos. Esto sin duda fue un gran avance en favor de la calidad de la leche. Un largo camino se ha recorrido hasta llegar, en la actualidad, a los sistemas rotativos y de ordeño voluntario, en el que los animales se acercan al tambo solos y de acuerdo al tiempo transcurrido desde el último ordeño –determinado a través de la lectura del chip que cada vaca tiene– pueden o no ingresar a la sala de ordeño y mediante un sistema totalmente robotizado se produce la colocación de las pezoneras y se acciona el sistema de ordeño. Si bien este sistema aún no está difundido en nuestro país, puesto que el único equipo es experimental y se encuentra en INTA EEA Rafaela, es importante mencionarlo como ejemplo de evolución tecnológica.

Las técnicas bioinformáticas y el desarrollo de nuevas metodologías de análisis y diseños estadísticos son cambios tecnológicos que tuvieron gran impacto en el **mejoramiento genético**, así como lo tuvieron las técnicas reproductivas al servicio de un programa de mejora genética. La **inseminación artificial** fue desarrollada en los años 50, y contribuye en la incorporación de animales con mayor potencial genético sin necesidad de tener que comprar o adquirir el reproductor y, además, permite controlar la consanguinidad. En los años 90, comenzó una gigante industria

de venta de semen de animales extranjeros, sobre todo norteamericano y canadiense. Usar semen de animales adaptados a otros sistemas de producción, no significa que los hijos de esos animales en un ambiente diferente se comportarán productivamente de la misma forma que sus padres. Otra técnica reproductiva asociada a la mejora genética es la transferencia de embriones, con esto se logra aumentar la presión de selección no solamente por la línea paterna sino también por la materna.

A partir del conocimiento del genoma bovino, surgió otro aporte importante al mejoramiento genético. En el año 2006, se publicó por primera vez el genoma completo del bovino. El desarrollo de la tecnología de **secuenciamiento** del ADN ha permitido asociar variaciones alélicas a características de interés productivo. El genoma está constituido por el conjunto de genes que son secuencias específicas de ADN. No todos los genes son iguales en todos los individuos ya que hay diferencias debido a mutaciones. Estas permiten asociar determinadas secuencias con características de interés productivo. Para esto se necesita contar con información fenotípica (control lechero), genealogías y analizar el genotipo de los animales. Con toda esta información se realizan estudios de asociación y selección genómica. Esta evaluación al incorporar información genómica que permite estimar tempranamente y con alta confiabilidad los DEPs de los candidatos a la selección, disminuye fuertemente el intervalo generacional.

Ya fuera del tambo, podemos considerar la **pasteurización** como uno de los primeros aportes de la tecnología al manejo de la leche postordeño. Si bien fue en el año 1860, cuando Luis Pasteur descubrió que calentando el vino y la leche lograba prolongar la vida útil de ambos productos –proceso que lleva el nombre de pasteurización– en Argentina recién a fines de los años 1960 (cien años después) se logró legislar la obligatoriedad de la pasteurización para comercializar la leche. Los avances tecnológicos más recientes que se vinculan con la producción primaria pueden encontrarse en el desarrollo de equipos que permiten analizar en forma automática, rápida y confiable la composición y calidad de la leche.

La tecnología ha ido cambiando la forma de producir comercialmente la leche pero no debemos olvidar que es **un sistema biológico** y es la vaca en definitiva quien la produce. Las estrategias de manejo deben apuntar a obtener un producto de alta calidad higiénico sanitaria y garantizar el bienestar animal. Si bien en los últimos años se ha avanzado en la concientización del recurso que representan los efluentes en el tambo y en la importancia del uso racional del agua, aún no se han logrado implementar estrategias de manejo de forma masiva. El recurso agua, sobre todo en regiones semiáridas, debe considerarse dentro de

las prioridades de manejo de cualquier explotación agropecuaria y sobre todo en el manejo del tambo por los grandes volúmenes utilizados diariamente. Auguramos que en el futuro inmediato los avances tecnológicos en la producción lechera estarán orientados a mejorar el aprovechamiento del recurso efluentes y la reutilización del agua.



**UNLPam**

Universidad Nacional de La Pampa

Santa Rosa, La Pampa, octubre de 2018