

Estudio y evolución de la calidad de leche cruda en tambos de la zona noroeste de Santa Fe y sur de Santiago del Estero, Argentina (1993–2009)

REVELLI, G.R.¹; SBODIO, O.A.²; TERCERO, E.J.²

RESUMEN

Un total de 10.704 muestras de leche cruda de pool de tanque, correspondientes a 55 establecimientos lecheros asociados a la Cooperativa Tampera y Agropecuaria Nueva Alpina Ltda., fueron recolectadas entre los años 1993 y 2009. En el marco del Programa de Mejoramiento Integral de Calidad de Leche, se analizaron parámetros físico-químicos, microbiológicos y sanitarios, obteniéndose valores medios que caracterizan la zona, a saber: acidez: $16,30 \pm 0,96$ °D, pH: $6,68 \pm 0,04$, grasa butirosa: $3,48 \pm 0,24\%$, proteína verdadera: $3,11 \pm 0,12\%$, lactosa: $4,74 \pm 0,16\%$, cenizas: $0,70 \pm 0,09\%$, sólidos totales: $12,18 \pm 0,42\%$, descenso crioscópico: $-0,530 \pm 0,02$ °C, recuento de bacterias totales: $9,6 \times 10^4 \pm 2,2 \times 10^5$ UFC/ml, recuento de células somáticas: 407.000 ± 230.000 CS/ml e inhibidores (Antibióticos): 99,64% negativo. Las correlaciones más significativas resultaron para: grasa butirosa vs sólidos totales ($r = 0,784$; $P < 0,001$) y proteína verdadera vs sólidos totales ($r = 0,557$; $P < 0,001$). Durante 17 años de experiencia se estudió la calidad composicional en leche cruda de tambos que pertenecen a la zona noroeste de Santa Fe y sur de Santiago del Estero, observándose un significativo mejoramiento, especialmente en aquellos indicadores que inferen un alto valor industrial. Optimizar la capacidad de gestión de los productores y la calidad operativa de los tamperos, contribuyó en el logro de los resultados obtenidos.

Palabras clave: lactología, caracterización zonal, capacitación integral.

ABSTRACT

A total of 10,704 raw milk samples of bulk tank, belonging to 55 dairy farms associated to the Cooperativa Tampera y Agropecuaria Nueva Alpina Ltda., were collected between the years 1993 and 2009. In the framework of the Integral Improvement of Milk Quality Program, the following physicochemical, microbiological and sanitary parameters were analyzed, obtaining medium values that characterizes the zone, as follows: acidity: 16.30 ± 0.96 °D, pH: 6.68 ± 0.04 , fat: $3.48 \pm 0.24\%$, true protein: $3.11 \pm 0.12\%$, lactose: $4.74 \pm 0.16\%$, ash: $0.70 \pm 0.09\%$, total solids: $12.18 \pm 0.42\%$, freezing point: -0.530 ± 0.02 °C, total bacterial count: $9.6 \times 10^4 \pm 2.2 \times 10^5$ CFU/ml, somatic cell count: $407,000 \pm 230,000$ cells/ml and antibiotic residues: 99.64% negative. The most significant correlation resulted for: fat vs total solids ($r = 0.784$; $P < 0.001$) and true protein vs total solids ($r = 0.557$; $P < 0.001$). During 17 years of experience the compositional quality in raw milk of dairy farms belonging to the northwest zone of Santa Fe and south of Santiago del Estero provinces were studied, showing a significant improvement, especially in those indicators that infer a high industrial value. Optimizing the management capacity of the producers and the operating quality of the dairy farmers, contributed in the achievement of the results obtained.

Keywords: lactology, zonal characterization, integral training.

1 Laboratorio Integral de Servicios Analíticos (LISA), Cooperativa Tampera y Agropecuaria Nueva Alpina Ltda., S2340ALB Ceres, Santa Fe, Argentina. Correo electrónico: lisa@cotana.com.ar

2 Instituto de Tecnología de Alimentos (ITA), Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral, Casilla de Correo 266, Santa Fe, Argentina

Recibido 12 de agosto de 2010 // Aceptado 11 de abril de 2011 // Publicado online 08 de junio de 2011

INTRODUCCIÓN

Se denomina leche a la secreción de las glándulas mamarias de las hembras de mamíferos elaborada para la nutrición de sus crías, la cual está constituida por numerosos componentes en diferentes estados de dispersión por lo que, para comprender sus propiedades y los muchos cambios que en ella se producen, exige el conocimiento de todos sus elementos y de la interacción que éstos ejercen entre sí (Walstra y Jenness, 1984).

Este producto singular segregado por las glándulas mamarias bajo un complejo control hormonal y el cual se estima constituido por más de 100.000 diferentes especies moleculares, se sintetiza en las células secretoras que integran el epitelio secretor mamario lo cual, como consecuencia de cambios en el entorno hormonal, proliferan y se desarrollan durante la gestación para alcanzar toda su actividad sintética casi en el momento del parto (Homan y Wattiaux, 1996).

La composición de la leche determina su calidad nutritiva, su valor como materia prima para elaborar productos alimenticios y muchas de sus propiedades, las cuales pueden variar por la raza, individuo, número de partos, estado de lactación, alimentación y número de ordeños, entre otros (Veisseyre, 1980).

La calidad integral de leche adquiere una gran importancia, no solamente desde el punto de vista de la salud pública, sino también del industrial, estando relacionada a la composición general, mineral, sabor, aroma, a la presencia de contaminantes, a sus propiedades, etc., y obviamente necesita de todos los sectores involucrados en la producción primaria, conservación, transporte, almacenamiento y transformación (Sbodio *et al.*, 1988). Es imprescindible partir de animales sanos, genéticamente aptos, apropiadas condiciones de alimentación y manejo, buenas prácticas de higiene, control y tratamiento de mastitis y otras patologías, con el objetivo de asegurar al consumidor productos inocuos, íntegros y legítimos (Lagrange, 1979; Marth, 1981).

En Argentina, numerosos trabajos caracterizan la calidad integral de leche, en especial aquellos que citan relevamientos realizados en la Cuenca Lechera Central, reportando en su mayoría la incidencia de factores condicionantes como contaminación microbiológica, mastitis, estrés calórico, alimentación, calidad de agua de bebida animal, etc., los cuales impactan negativamente sobre la producción, composición y propiedades, originando significativas pérdidas en los procesos tecnológicos, en los rendimientos y en la calidad del producto final (Weidmann *et al.*, 1980; Sbodio *et al.*, 1981, 1985, 1988, 1989, 1992, 1994, 1996, 1997, 1999b, 2007; Tessi, 1981; Simoneta, 1987; Garat *et al.*, 1989; Calvino *et al.*, 1991; Totoni, 1994; Minetti *et al.*, 1995; Izak *et al.*, 1998; Reinheimer, 1998; Páez *et al.*, 2001; Revelli y Rodríguez, 2001; Taverna *et al.*, 2001a,b,c,d,e; Revelli *et al.*, 2002, 2004a,c,d, 2005, 2007; Valtorta *et al.*, 2002; Zannier *et al.*, 2002; Gallardo, 2003).

En la actualidad, existen programas que contemplan análisis físico-químicos, microbiológicos y sanitarios, que permiten implementar sistemas de pagos por calidad (FIL-IDF, 1985; Sargeant *et al.*, 1998; Revelli, 2000; Center for Food Safety &

Applied Nutrition, 2002), adquiriendo suma relevancia ya que definen el precio final de la leche pagado al productor.

La mayoría de las empresas receptoras contemplan en sus sistemas de pago variables como litros de producción, temperatura, acidez, grasa butirosa, proteína bruta, sólidos totales, sólidos no grasos, descenso crioscópico, recuento de bacterias totales, recuento de células somáticas, antibióticos, brucelosis, tuberculosis, y recientemente se han incorporado pesticidas clorados y fosforados. Mediante estos indicadores, se aplican bonificaciones y/o penalizaciones según corresponda, definiendo el precio final de la materia prima percibido por el productor. En el caso particular de la empresa SanCor Cooperativas Unidas Ltda., existe una categoría denominada "Leche Plus" la cual posee en la actualidad una bonificación de un 4%, exigiendo no sólo cumplimentar requisitos de calidad de leche, sino también aplicar un sistema integrado de Buenas Prácticas Agrícolas.

En el área en estudio, Sbodio *et al.* (1996) analizaron parámetros composicionales e higiénico-sanitarios, observando una aceptable calidad de leche producida, pero potencialmente limitada, especialmente por deficiencias en los requerimientos nutricionales e inadecuadas prácticas de manejo. Los mismos autores evaluaron la actividad proteolítica de las enzimas nativas y no nativas en leche destinada a la industria quesera, observando que una aceptable calidad higiénico-sanitaria infería moderada actividad proteolítica y, por el contrario, una mala calidad higiénico-sanitaria potenciaba la actividad hidrolítica lo suficiente como para modificar las características fisico-químicas de las caseínas α_{S1} , α_{S2} y β , alterando obviamente la aptitud para coagular, además de producir olores y sabores indeseables (Sbodio *et al.*, 1999a). Sin embargo, no hay ensayos que reporten resultados de la aplicación sistemática de un plan de mejoramiento integral de calidad de leche y de su evolución, contemplando las distintas variables relacionadas a la producción.

El objetivo de la presente experiencia fue caracterizar la composición físico-química, microbiológica y sanitaria de leche cruda y observar su evolución durante el período 1993–2009.

CONDICIONES GENERALES DE PRODUCCIÓN

Ubicación geográfica

Participaron en la experiencia 55 establecimientos lecheros asociados a la Cooperativa Tambara y Agropecuaria Nueva Alpina Ltda., distribuidos geográficamente en un radio de 25 km alrededor de la localidad de Colonia Alpina (30° 4' S – 62° 6' W – 95 msnm), ubicada en el departamento Rivadavia, provincia de Santiago del Estero, Argentina.

Clima y suelos

La zona en estudio posee un clima cálido, con inviernos cortos y frescos, y veranos muy calurosos y rigurosos.

La temperatura media anual es de 19,0 °C (variación NS = 1,5 °C) y la precipitación media anual de 1.025 mm (variación WE = 75 mm), concentrada aproximadamente el 70% en verano y otoño, con una estación seca en invierno. Los vientos predominantes son de los cuadrantes Norte y Sur.

Las temperaturas máximas absolutas registradas en los meses de verano están cerca de los 39 a 40 °C. Esto constituye una importante causa de estrés ambiental para el normal desarrollo de las actividades ganaderas como el tambo (Valtorta *et al.*, 2002). Las mínimas absolutas de invierno alcanzan valores aproximados de -4 a -5 °C.

Esta región se encuentra en un sector de "Anomalía Climática". En todo el mundo, las zonas cercanas al Paralelo 30°, presentan valores de temperaturas más altas en verano y más bajas en invierno, que las que deberían ocurrir de acuerdo a su latitud. En nuestra zona se manifiesta la existencia de veranos más cálidos que en zonas ubicadas 100 km más al Norte, e inviernos más fríos que en localidades ubicadas 100 km más al Sur (Barrucand y Rusticucci, 2001).

Con una superficie aproximada de 30.000 ha, el área posee un relieve plano extendido con suelos Argiudoles típicos, textura franco limosa, bien a moderadamente bien provistos de materia orgánica y medianamente ácidos. Se caracterizan, además, por ser moderadamente bien drenados y poseen muy bajo contenido de arena. El nivel freático se ubica normalmente por debajo de los 10 m de profundidad. El desarrollo de los horizontes argílicos produce restricciones moderadas. Estos suelos se presentan como totalmente dominantes sólo en los sectores con mejor escurrimiento, pero en general forman complejos con Argiudoles ácuicos y Argialboles típicos. En las cañadas predominan los suelos pobremente drenados, sódicos y salino-sódicos del tipo Natracualfes típicos, textura franco limosa, pobres en materia orgánica y reacción ligeramente ácida. Hacia el oeste de Colonia Alpina, encontramos suelos Haplustoles típicos y Argiustoles típicos, textura franco limosa, bien a medianamente bien provistos de materia orgánica y reacción medianamente a débilmente ácida (Hein y Panigatti, 1986; Giorgi *et al.*, 2008).

Predomina la ganadería intensiva (tambo e invernada, sobre pasturas base alfalfa), con participación de la agricultura en las tierras de capacidad productiva alta y media, y de la cría en las de baja aptitud (Melo, 2005). Los cultivos agrícolas principales son alfalfa, maíz, soja y trigo, pero se presentan diferencias locales, como la inclusión de sorgo, girasol, avena y moha.

Estudios recientes realizados en el área por Revelli *et al.* (2010) determinaron que los suelos presentan un valor de pH con una marcada tendencia a acidificarse en los últimos años, por lo tanto, la toma de decisión de aplicar sistemas de labranza reducida, fomentar el desarrollo de materia orgánica e implementar la rotación de cultivos es la vía necesaria para generar la sostenibilidad del recurso suelo de la región.

Raza y mejoramiento genético

La raza animal predominante es Holando Argentino. En la actualidad, y desde el año 2000, la Cooperativa Tambara y

Agropecuaria Nueva Alpina Ltda. impulsa un Programa de Mejoramiento Genético Bovino Lechero, desarrollado por Genética e Inseminación Artificial Alpina (GENIAL®), que consiste en seleccionar los animales utilizando un índice económico llamado Mérito Genético Económico Lechero (MEGEL®).

Con el propósito de mejorar la rentabilidad de los tambos, se incorporan animales que aprovechen mejor los recursos forrajeros, teniendo una mayor eficiencia para convertir el alimento (expresado en tn de MS consumida) en ingreso neto (expresado en \$). De este modo se minimizan los costos de producción, infiriendo mayores beneficios. Se obtiene un ranking de las mejores vacas, se programan los apareamientos con los mejores toros y se obtienen los toritos que se utilizan para inseminar en los tambos, logrando una continuidad en el ciclo de mejoramiento genético animal (Gagliardi y López-Villalobos, 2006).

Por otro lado, el sistema contempla también la selección e inclusión asistida de animales portadores de genes capaces de transmitir resistencia genética a la leucosis enzoótica bovina al poseer el alelo *0902 del gen BoLA-DRB3.2 (semen GENIAL BVL-R), con el objeto de utilizarlos masivamente en los tambos, logrando el control y posterior erradicación de la enfermedad (Esteban *et al.*, 2009).

Planteo nutricional del rodeo lechero

La alimentación en general estuvo dada por pastoreo directo en base alfalfa, suplementada de manera constante, en relación pasto/concentrado de 70/30 en los meses de verano y 50/50 en los meses de invierno.

Atendiendo a las particularidades edafoclimáticas de la zona, la nutrición de los rodeos lecheros tiene como base a dos cultivos: alfalfa y maíz. La alfalfa, con una gran adaptación en la región, alcanza producciones superiores a las 9 tn de MS/ha/año en condiciones de campo. Se la siembra en forma pura ya que la supervivencia de otras forrajeras en consociación es baja, utilizando los grupos de crecimiento 8 y 9 fundamentalmente. El maíz es básico en la producción de granos y silajes que se incorporan para balancear las dietas de las vacas lecheras y soportar la carga. El rendimiento en la zona es de 8 a 10 tn de MS/ha/año.

En el esquema nutricional, se utilizan también verdeos de invierno como avena y trigo, de verano como sorgo forrajero, y otros cultivos como moha y sorgo granífero.

Las dietas de los animales en producción se ajustan de acuerdo a los requerimientos dados por la etapa de la lactancia y otros factores como preñez y estado corporal. Se dividen los lotes de vacas en ordeño en grupos de requerimientos homogéneos. Normalmente, los lotes de punta, o Rodeo 1, están integrados por vacas con menos de 120 días de lactancia, un estado corporal 2 a 2,5 y que no están preñadas. Estas vacas reciben una alimentación apropiada para que puedan alcanzar un buen pico de lactancia, y el nivel energético de la dieta ofrecida está dado por la expectativa de producción que se tenga.

Para las vacas secas se preparan dietas que tengan en cuenta un correcto balance aniónico-catiónico, con el obje-

tivo de prevenir diferentes enfermedades metabólicas como la hipocalcemia, optimizando los rendimientos productivos y reproductivos de la siguiente lactancia (Maiztegui, 2009). Por lo menos 40 días antes del parto, las vacas son alimentadas con una dieta acorde a sus necesidades que normalmente se integra con rollos de moha, silaje de trigo, silaje de maíz, rollos de alfalfa y granos, sumado al suministro de sales aniónicas si es necesario.

En todos los casos se incorporan suplementos minerales y vitamínicos para lograr cubrir los requerimientos en las dietas ofrecidas.

Agua de bebida

La región en la que se desarrolló la experiencia, posee acuíferos muy mineralizados con contenidos salinos que superan ampliamente los valores recomendados para el consumo del ganado (Revelli *et al.*, 2002). Estos niveles de salinidad aumentan con la profundidad y se detecta, además, la presencia de tóxicos como el arsénico (que genera un factor condicionante para el aprovechamiento del agua subterránea). Los mismos autores, estudiaron el comportamiento de vacas de baja producción (< 25 l/vaca/día), en condiciones pastoriles, expuestas a diferentes concentraciones de salinidad en el agua de bebida y no encontraron diferencias significativas en el rendimiento productivo, pero sí observaron un significativo incremento en el tenor de grasa butirosa siendo 8,5% superior al de la leche producida por vacas que bebieron agua con elevados niveles de salinidad. Como consecuencia, los sólidos totales se incrementaron significativamente en un 2,6% (Revelli *et al.*, 2005).

Sin embargo, recientemente en un experimento realizado con vacas de alto mérito productivo (~ 32 l/vaca/día), no se observaron diferencias significativas en producción y composición, atribuibles al efecto buffer del rumen (Valtorta *et al.*, 2008).

Sanidad animal

Una baja prevalencia de brucelosis bovina fue reportada durante el período 1999-2002 por Uberty y Revelli (2002). En la actualidad, el 94,12% de los tambos analizados poseen certificación oficial libre de esta enfermedad.

El 88,24% están libres de tuberculosis bovina, aplicando el 11,76% restante un estricto plan de control y erradicación.

En lo referente a leucosis enzoótica bovina, los resultados encontrados no son tan alentadores observando una prevalencia del 30,51%, y en donde el 97,44% de los tambos evaluados mostraron respuestas seropositivas con valores que fluctuaron entre 4,17 y 73,58% (Revelli *et al.*, 2004b).

Programa de gestión de calidad de leche

Teniendo presente los antecedentes reportados previamente en la zona, los productores decidieron analizar y conocer exhaustivamente su materia prima, con el objeto de utilizarla como herramienta correctora y defender una adecuada retribución por parte de la industria. En ese sentido, reunidos en una organización cooperativa (Cooperativa Tambara y Agropecuaria Nueva Alpina Ltda.) desarrollaron

un sistema propio de gestión de calidad al que denominaron Programa de Mejoramiento Integral de Calidad de Leche. Para su ejecución, en el año 1993 decidieron crear el laboratorio de control llamado Laboratorio Integral de Servicios Analíticos (LISA), conjuntamente con un histórico convenio realizado con el Instituto de Tecnología de Alimentos (ITA), perteneciente a la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral. Este desarrollo implicó el diseño de la obra civil, la elección de la metodología analítica de referencia a emplear, el equipamiento y la formación de recursos humanos.

El sistema aplica un plan preventivo con diagnósticos y trazabilidad, contempla conceptos apropiados a la cultura y estructuras productivas de la región e incorpora un ingenioso método de comunicación a través de "alarmas", lo que hace posible, en poco tiempo, implementar medidas correctivas, particularmente en lo que concierne a contaminación microbiológica y mastitis. Los controles operativos incluyen: rutinas de trabajo, máquinas de ordeño, equipos de frío, efectividad de tratamientos clínicos y de secado y análisis de calidad de los insumos utilizados en el tambo (productos de higiene, selladores de pezón, alimentos, etc.). Por otro lado, se programan visitas, reuniones y encuentros con técnicos, productores y tamberos, generando un ambiente que contribuye a la capacitación integral de todos los actores involucrados en la producción (Revelli, 2000).

DISEÑO DE MUESTREO Y METODOLOGÍA ANALÍTICA APLICADA

Muestras de leche cruda de pool de tanque (n = 10.704), durante los años 1993-2009, fueron recolectadas por personal del laboratorio LISA entrenado para tal fin, caracterizando cada uno de los establecimientos analizados con una frecuencia de 15 días bajo la coordinación general del Programa de Mejoramiento Integral de Calidad de Leche (Revelli, 2000). Se utilizaron colectores plásticos estériles con tapa a rosca de 120 ml de capacidad, siguiendo el mismo criterio de muestreo aplicado por la empresa receptora (SanCor Cooperativas Unidas Ltda.) para el pago por calidad (volumen representativo del total de leche contenido en el equipo de frío, tomado al momento de la recolección). Todas las muestras se transportaron al laboratorio en forma refrigerada a 7 °C, sin el agregado de conservantes y se analizaron dentro de las 24 h de su recolección.

Los indicadores estudiados se analizaron por las siguientes metodologías: Acidez (°D): Norma IRAM 14005: 1976, pH (pH): Potenciometría – Horiba Cardy Twin B-113 (Kyoto, Japan), Grasa Butirosa (%GB): Nefelometría – Butilac S-190 (SIEM S.R.L. Córdoba, Argentina) calibrado vs Rose Göttlieb, Proteína Verdadera (%PV) [PV = (NT – NNP) x 6,38]: Norma FIL-IDF 20B: 1993 – Kjeldahl Foss Tecator (Höganäs, Sweden), Lactosa (%LACTOSA) y Sólidos Totales (%ST): Standard Method AOAC – Espectroscopía de Absorción Infrarroja, Cenizas (%CENIZAS): Norma AOAC 16.035: 1975, Descenso Criscópico (°C): Norma FIL-IDF 108B: 1991 – Funke Gerber CryoStar Economy II GmbH

(Munche, Germany), Recuento de Bacterias Totales (RBT): Norma FIL-IDF 100B: 1991, Recuento de Células Somáticas (RCS): Norma FIL-IDF 148A: 1995 e Inhibidores (Antibióticos): Delvotest® SP – DSM Food Specialities, Snap™ Beta Lactam Test Kit – IDEXX Laboratories, Inc., Snap™ Tetracycline Test Kit – IDEXX Laboratories, Inc. y CMT Copan Milk Test – Copan Diagnostics Inc.

El tratamiento estadístico de los datos fue realizado con el programa STATISTICA 8.0 (2008) utilizando los módulos Basic Statistics and Tables (Estadística Descriptiva – Correlación de Matrices), Nonparametrics Statistics y Distribution Fitting (Estadística Inferencial – Test de Hipótesis) (Snedecor y Cochran, 1977).

RELEVAMIENTO DE LA SITUACIÓN INICIAL, AÑO 1993

La experiencia comienza en el año 1993 con un relevamiento de situación inicial en el cual participaron 16 tambos representativos asociados a la Cooperativa Tampera y Agropecuaria Nueva Alpina Ltda., analizando un total de 143 muestras de pool de leche. Éstos mostraban baja producción e incertidumbre respecto a la materia prima que producían, agravada por una importante prevalencia de mastitis, sin rutinas adecuadas de higiene y alimentación, sin control de calidad de los insumos y con precaria infraestructura en la mayoría de los tambos. Lo destacable fue que los asociados tenían la firme decisión de mejorar en todos los aspectos. En ese camino, técnicamente se aconsejó, primero, el estudio de la composición físico-química e higiénico-sanitaria de la leche y, posteriormente, las condiciones generales de producción. El mismo fue encomendado al Laboratorio Central del Instituto de Tecnología de Alimentos (ITA), perteneciente a la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral. Los resultados de los indicadores analizados determinaron que la leche producida en la zona podía definirse como de “regular” a “mala calidad”. Particularmente, en lo referente a elevados niveles promedio de acidez (18,83 °D), el recuento de bacterias totales ($3,2 \times 10^5$ UFC/ml) y el recuento de células somáticas (687.000 CS/ml), los cuales hacen referencia a problemas de contaminación y presencia de mastitis. Por otro lado, se observaron concentraciones medias muy bajas en grasa butirosa (3,27%), proteína ver-

dadera (2,86%), lactosa (4,59%) y sólidos totales (11,52%), infiriendo importantes deficiencias nutricionales.

La Cuenca Lechera Central Argentina, vecina a la zona del ensayo, tomada como referencia, indicaba que la leche obtenida en buenas condiciones de alimentación y manejo tenía una mejor composición (Weidmann *et al.*, 1980; Sbodio *et al.*, 1985, 1988; Garat *et al.*, 1989), especialmente en lo concerniente al mayor contenido de grasa butirosa y proteína verdadera.

EVOLUCIÓN DE TAMBOS Y MUESTRAS ANALIZADAS

La figura 1 presenta el total de tambos y muestras analizadas, durante el período de duración de la experiencia.

Una alarmante tendencia a disminuir el número de tambos y su relación de muestras analizadas se ha dado durante los 17 años en estudio. El mayor número de establecimientos productivos monitoreados por el Programa de Mejoramiento Integral de Calidad de Leche se observó en el año 1995 (45 tambos). Se mantienen estables hasta el año 2002, pero a partir del año 2003 comienzan abruptamente a decaer, culminando al final de la experiencia (año 2009) solamente con 17 tambos en el sistema. La mayoría de los establecimientos que no siguieron en control se debió a que han dejado directamente la actividad de producción de leche (hubo un alto índice de cierre de tambos durante el período 2007–2009), mientras que otros optaron por migrar a otras actividades productivas como agricultura y ganadería. Lógicamente, la falta de previsión y políticas claras por parte del Estado, además del acentuado factor climático que se viene observando en los últimos años (la sequía 2007–2009 fue la más importante de los últimos 50 años), llevó a la quiebra a un importante número de productores lecheros de la región.

COMPOSICIÓN GENERAL DE LECHE CRUDA, PERÍODO 1993-2009

En la tabla 1, se presenta la calidad físico-química, microbiológica y sanitaria (número de muestras, valor medio,

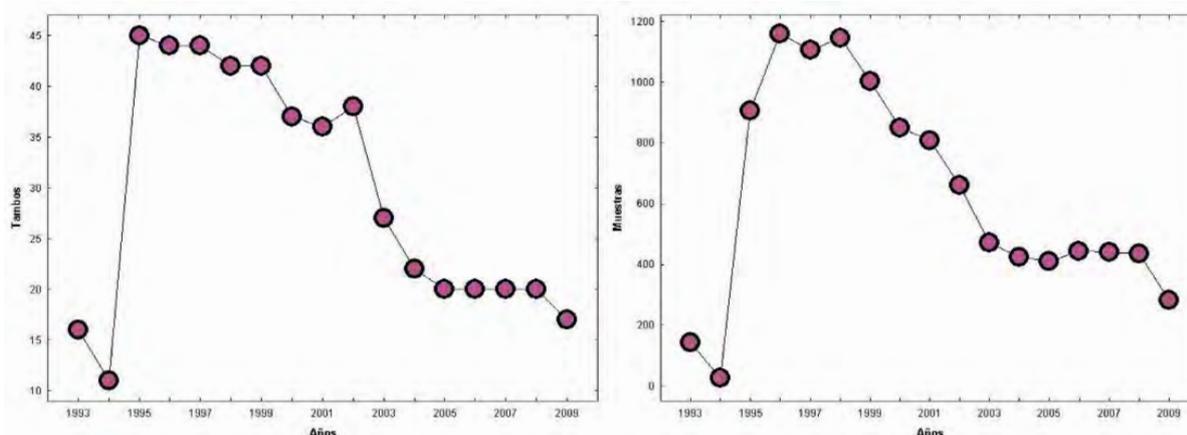


Figura 1. Evolución del total de tambos y muestras analizadas durante el período 1993–2009.

desvío estándar, intervalo de confianza, valor mínimo y valor máximo) correspondiente a los 55 establecimientos en estudio, en el período comprendido entre 1993 y 2009.

Del análisis de la tabla 1, se destacan niveles de acidez y pH de $16,30 \pm 0,96$ °D y $6,68 \pm 0,04$, respectivamente, parámetros que observan valores normales según refieren Walstra y Jenness (1984) y Código Alimentario Argentino (2006). Con respecto a grasa butirosa, el resultado promedio de $3,48 \pm 0,24\%$ es levemente superior al estándar tomado como referencia por la empresa SanCor Cooperativas Unidas Ltda. para el pago de producción ($3,47\%$). Los datos de proteína verdadera representados por un valor medio de $3,11 \pm 0,12\%$ son sustancialmente comparables a los referidos por Sbodio *et al.* (1999a), esto adquiere suma relevancia como consecuencia de que casi la totalidad de la producción se destina a la industria quesera. Se considera aceptable y referente el promedio de lactosa de $4,74 \pm 0,16\%$. Si bien las cenizas indican resultados normales de $0,70 \pm 0,09\%$, debemos destacar que estudios realizados en el área por Sbodio *et al.* (1999b) muestran datos preocupantes, especialmente elevados niveles de sodio y cloruros con una marcada disminución de potasio, por lo que se han observado variaciones significativas de este indicador con una tendencia a aumentar en los últimos años. Los sólidos totales expresados por un promedio de $12,18 \pm 0,42\%$, indican una aceptable composición fisicoquímica de leche en la región. El descenso crioscópico muestra valores normales de $-0,530 \pm 0,02$ °C, sustancialmente inferiores a los datos hallados en la misma zona por Sbodio *et al.* (1997), observándose aún problemas puntuales de aguados, según refiere valores de $-0,409$ °C. El recuento de bacterias totales resulta en un valor medio de $9,6 \times 10^4 \pm 2,2 \times 10^5$ UFC/ml y el recuento de células somáticas de 407.000

± 230.000 CS/ml, lo cual muestra una aceptable calidad microbiológica y sanitaria de leche en la región, más aún si se considera la amplitud del período experimental en donde, a principios de la década del 90, la generación de información referente a aspectos higiénicos y sanitarios, y su aplicación en sistemas de pagos por calidad a nivel industrial, prácticamente no existía. En el año 2000, la empresa SanCor Cooperativas Unidas Ltda. incorporó el control sanitario a través del recuento de células somáticas, estableciendo por entonces como límite aceptable para categorizar la máxima calidad de leche producida el valor de 600.000 CS/ml.

Esto, sin lugar a dudas, es muy importante en virtud de que las penalizaciones por no lograr los índices requeridos por parte de la industria son muy significativas deprimiendo sustancialmente el precio final de la leche pagado al productor, con quitas que alcanzan desde un 10 hasta un 40%. Además, si tenemos en cuenta la categoría denominada "Leche Plus" (la cual percibe en la actualidad una bonificación de un 4% sobre el precio base, y en donde la exigencia de calidad microbiológica es $\leq 5,0 \times 10^4$ UFC/ml) y el nivel de sanidad de ubres (monitoreado por el recuento de células somáticas ≤ 300.000 CS/ml), en la actualidad un 82 y 47% del total de la leche producida podría ingresar a esta categoría, respectivamente.

La presencia de residuos de antibióticos en leche cruda de pool de tanque para los 55 establecimientos lecheros evaluados es muy baja (0,36% positivo, correspondiente a 19 casos). En las restantes 5.215 muestras analizadas no se detectaron residuos de antimicrobianos. Estos valores son muy inferiores a los reportados por Revelli *et al.* (2007), que en un ensayo realizado para los mismos tambos, durante el período 1993–2002, observaron un resultado de

Indicadores	n	V.M.	D.E.	I.C. ¹	V.Mínimo	V.Máximo
Acidez (°D)	10.235	16,3	0,96	16,28 – 16,32	14,6	28,6
pH	10.097	6,68	0,04	6,68 – 6,68	6,39	6,82
Grasa Butirosa (%)	10.424	3,48	0,24	3,48 – 3,49	2,02	4,93
Proteína Verdadera ² (%)	10.243	3,11	0,12	3,10 – 3,11	2,35	3,89
Lactosa (%)	2.578	4,74	0,16	4,73 – 4,75	3,83	5,27
Cenizas (%)	117	0,7	0,09	0,68 – 0,72	0,43	0,88
Sólidos Totales (%)	2.599	12,18	0,42	12,17 – 12,20	9,82	14,73
Crioscopia (°C)	3.061	-0,53	0,02	-0,531 – -0,529	-0,626	-0,409
RBT (UFC/ml)	9.899	$9,6 \times 10^4$	$2,2 \times 10^5$	$9,2 \times 10^4$ – $1,0 \times 10^5$	$2,0 \times 10^3$	$5,2 \times 10^6$
RCS (CS/ml)	10.043	407.000	230.000	402.000 – 411.000	48.000	3.867.000
Inhibidores (Antibióticos)	5.234	Negativo		Positivo		
		99,64%		0,36%		

¹Intervalo de Confianza 95%.

²Proteína Verdadera = (NT – NNP) x 6,38.

Tabla 1. Indicadores de calidad de leche de tambo en el período 1993–2009, analizados por el Laboratorio Integral de Servicios Analíticos (LISA).

0,80% positivo. Promover el uso controlado y racional de los antibióticos, procurando que productores y tamberos se capaciten particularmente en lo referente al tratamiento y prevención de las enfermedades intramamarias, contribuyó a lograr que el 99,64% de la producción entregada esté libre de estos contaminantes.

Durante el periodo experimental, se estudiaron casos accidentales con presunción de antibióticos en la leche, consecuencia de errores en las rutinas de ordeño, sistemas deficientes de identificación de los animales tratados y vacas con terapias de secado que se adelantaron a la fecha de parto, hallando resultados positivos en el 60% de los análisis realizados. Informar estos accidentes a tiempo, evitó una mayor contaminación y penalizaciones por parte de la industria.

EVOLUCIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS Y SANITARIOS ESTUDIADOS

En la figura 2, se observa la evolución anual de los indicadores seleccionados durante los años 1993 y 2009, con sus respectivas ecuaciones y líneas de tendencia polinómica.

Al analizar la figura 2, concluimos que los parámetros físico-químicos, microbiológicos y sanitarios estudiados durante los 17 años de experiencia, manifestaron un significativo mejoramiento.

Algunos indicadores infieren respuestas analíticas discontinuas, consecuencia de que varias técnicas se fueron incorporando al laboratorio con el correr del tiempo, e incluso, no todas se realizaron con una frecuencia de rutina.

Los resultados de acidez y pH, observaron cambios de 18,83 a 15,13 °D y 6,65 a 6,68, respectivamente, lo cual hace referencia a correcciones en los aspectos higiénicos y de conservación, más si se considera que hasta el año 1996 existían tambos que aún entregaban leche caliente. Esta situación se revirtió en el año 1997 con la incorporación de equipos de frío en la totalidad de los tambos evaluados. Del análisis de grasa butirosa y proteína verdadera se deduce un significativo crecimiento en especial a partir del año 1995, marcando picos máximos de 3,60% y 3,14% durante los años 2009 para grasa butirosa y 2003, 2005 y 2007 para proteína verdadera. Evidentemente, este marco importante de evolución deberíamos atribuírselo al continuo mejoramiento genético y a una mayor eficiencia en el manejo nutricional. En este último aspecto es destacable una

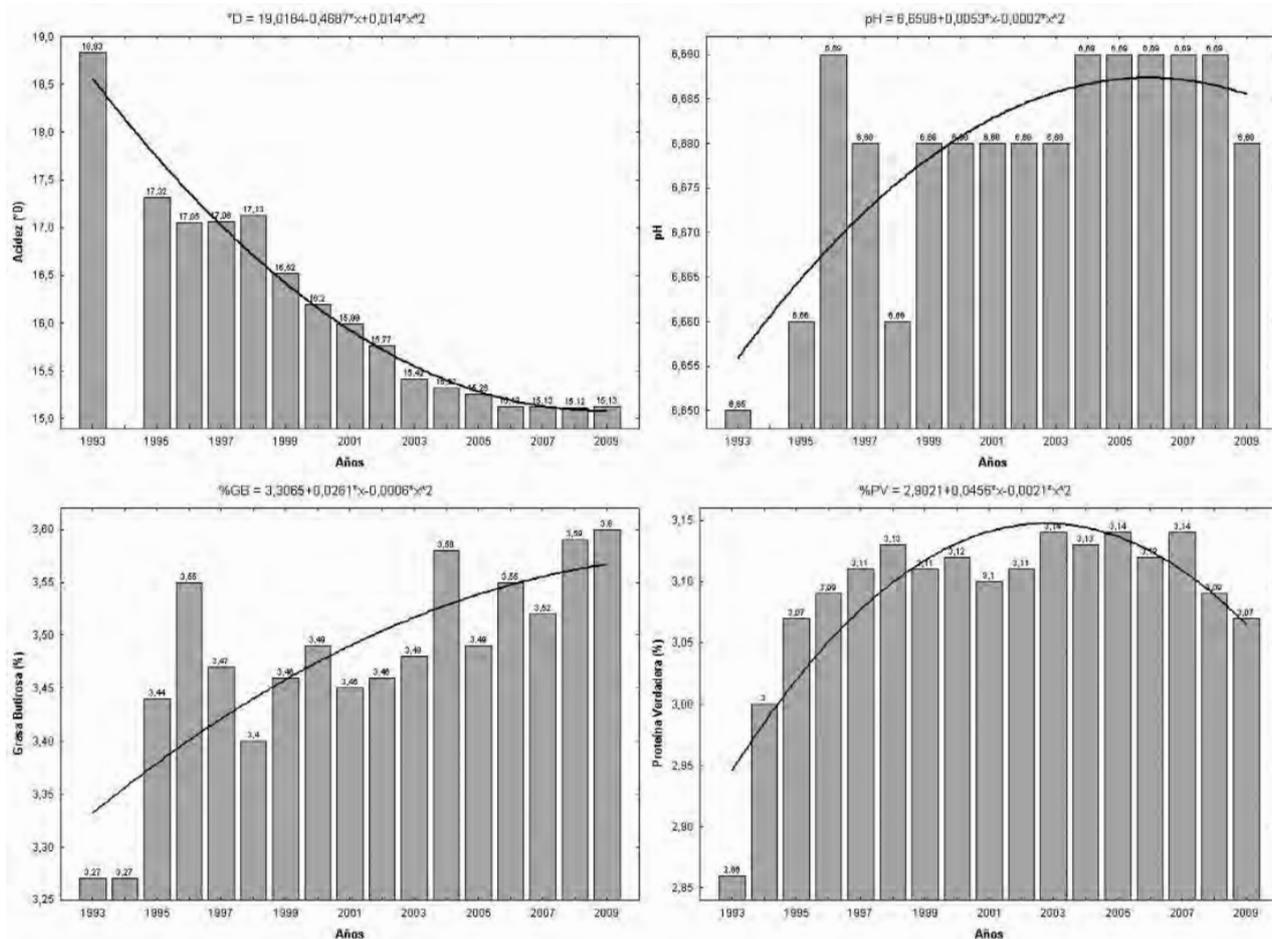


Figura 2. La explicación de la figura completa se encuentra en la próxima página.

mayor oferta de suplementos y concentrados que se mantuvo constante durante todo el año. En el año 1998, se registraron precipitaciones del orden de los 1.100 mm que originaron inundaciones en el área. Este fenómeno provocó variaciones en algunos indicadores, particularmente manifestado en un marcado aumento de la acidez (17,13 °D), un significativo descenso del pH (6,66) y una disminución de los niveles de grasa butírosa (3,40%), lo cual se debería atribuir a aspectos higiénicos, sanitarios y nutricionales origi-

nados como consecuencia de inadecuadas condiciones de ordeño, anegamientos de caminos, problemas en los sistemas de recolección y la pérdida casi total de las pasturas. Contrariamente, para el mismo año, el indicador proteína verdadera observó uno de los valores más altos durante los 17 años de estudio (3,13%), consecuencia del importante aporte de suplementación ofrecida en las dietas con el objetivo de lograr mantener los niveles de producción. La lactosa presentó un pico máximo de 4,80% correspondiente

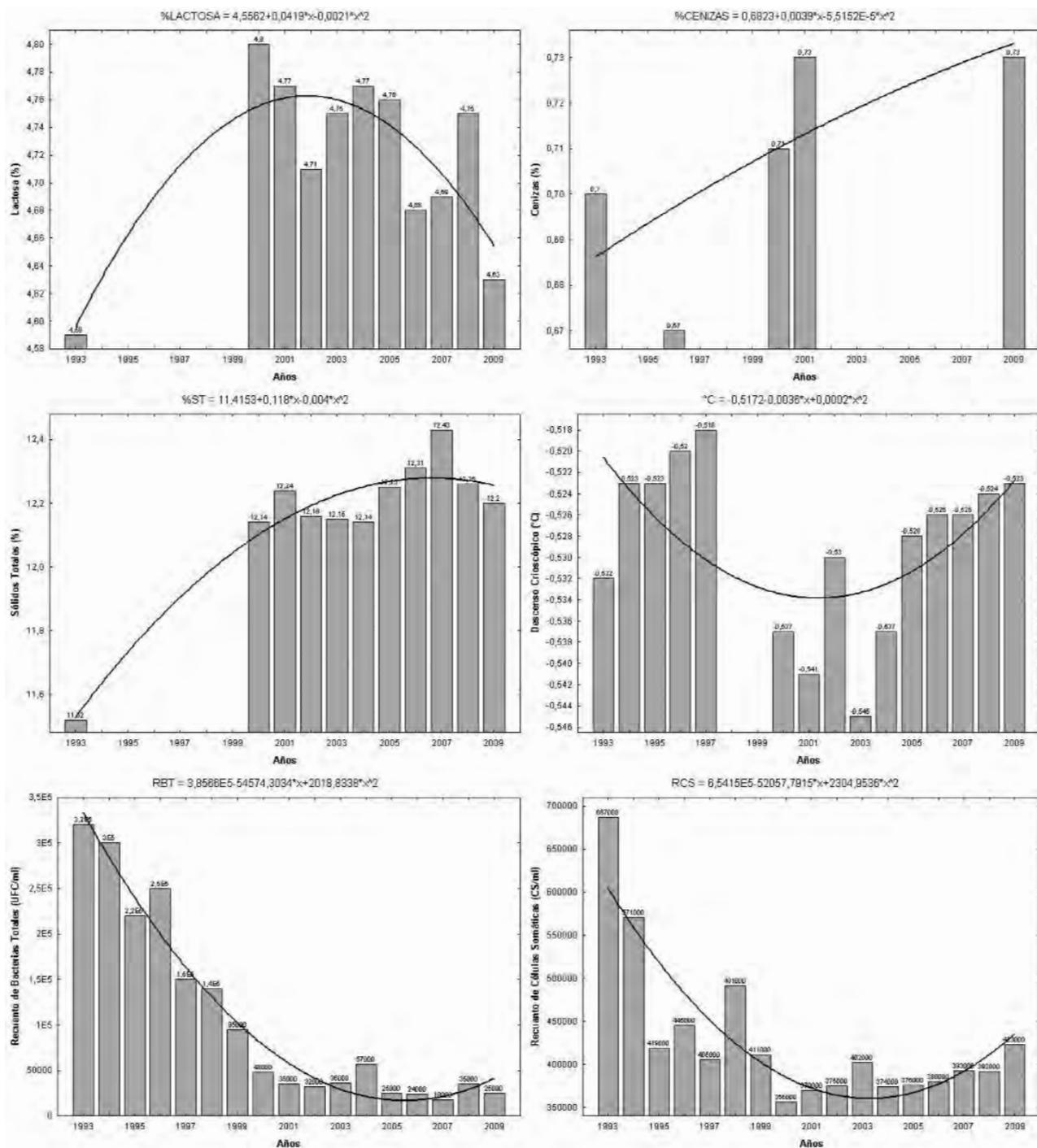


Figura 2. Evolución de acidez, pH, grasa butírosa, proteína verdadera, lactosa, cenizas, sólidos totales, descenso crioscópico, recuento de bacterias totales y recuento de células somáticas expresadas como promedios de análisis totales anuales durante el período 1993–2009.

para el año 2000, lo cual se traduce nuevamente en una variable ligada al aspecto nutricional con su consecuente crecimiento a nivel de litros de leche producidos. Sin embargo, este indicador observó una significativa caída para el año 2009, la más baja de los últimos 10 años de estudio (4,63%), la cual impactó negativamente a nivel de litros de leche producidos como consecuencia de la importante sequía que afectó la zona, provocando el agotamiento casi total de las pasturas, sumado a una relación costo/beneficio negativa con respecto al aporte de granos en la dieta. Las cenizas, en un diagnóstico de situación inicial realizado en el año 1993, definen un promedio de 0,70%, similar a los valores encontrados por Taverna *et al.* (2001d) en la Cuenca Lechera Central Argentina. Comparando estos resultados con datos actuales (año 2009) se evidencia un incremento de 0,03% que coincide con antecedentes en la zona que observan elevados niveles de sodio y cloruros. Es sabido la limitación que esto implica, en virtud de que modifica las propiedades organolépticas de los productos terminados con el desarrollo de un acentuado sabor salado, dificultando la comercialización en mercados sensibles a estas propiedades (Tercero *et al.*, 1993). Los sólidos totales expresados para el año 1993 muestran un valor medio de 11,52%. De la comparación con el año de mayor crecimiento (12,43% para el año 2007), observaron un incremento de ~ 8%, como consecuencia del significativo aumento en la mayoría de los indicadores estudiados. Una vez más, consideramos que la optimización de los sistemas productivos (en especial recursos genéticos, nutricionales y de manejo) hicieron posible el logro de estos resultados. El efecto sequía observado durante los años 2007 y 2009, impactó negativamente para este indicador, con niveles medios de sólidos totales de 12,43 y 12,20%, respectivamente. Con referencia al descenso crioscópico observamos una sustancial evolución con una tendencia a estabilizarse los valores de crioscopia en los últimos cinco años con valores de -0,528 °C y -0,523 °C para los años 2005 y 2009, respectivamente, lo cual se puede atribuir a medidas correctivas implementadas en los tambos en todo lo que respecta al lavado de máquinas de ordeño, equipos de frío, mantenimiento de placas de refrescado, y en especial, evitando dejar restos de agua del lavado en el circuito de ordeño. En este punto, es interesante remarcar que los niveles medios de crioscopia hallados en la zona superan ampliamente la referencia que establece el Código Alimentario Argentino (2006) (Máximo -0,512 °C), por lo que sería deseable poder establecer valores regionales y márgenes de variaciones normales para las diferentes épocas del año, debido a la diversidad de los sistemas alimentarios y al potencial genético de los rodeos lecheros.

El recuento de bacterias totales observó cambios de $3,2 \times 10^5$ UFC/ml (1993) a $2,5 \times 10^4$ UFC/ml (2009), lo cual hizo referencia a correcciones en los aspectos higiénicos y de conservación, más si se considera que hasta el año 1996 existían tambos que aún entregaban leche caliente. Para este mismo año, se pudo observar un leve incremento con un resultado de $2,5 \times 10^5$ UFC/ml debido a que las exigencias industriales requerían la entrega total de la producción en forma refrigerada y los pocos tambos crónicos con leche

caliente que aún quedaban debieron incorporar obligatoriamente equipos de frío en sus instalaciones, no lográndose de manera inmediata la optimización de resultados. A partir del año 1999, se observó una significativa disminución con respuestas inferiores a las encontradas por Taverna *et al.* (2001b) en un ensayo que caracterizó tambos de la Cuenca Lechera Central Argentina, con un valor expresado como promedio geométrico de $7,4 \times 10^4$ UFC/ml y en donde el 66% del total de leche evaluada (1.119.296 l) presentaba recuentos inferiores a $1,0 \times 10^5$ UFC/ml.

Sin embargo, ensayos realizados en la zona sobre la actividad proteolítica, estudiando el sistema plasmina/plasminógeno y la contaminación microbiana, advirtió que en las muestras de inferior calidad, todavía persiste un importante deterioro de las caseínas (Sbodio *et al.*, 1999a).

Se sostiene que las correcciones en los aspectos sanitarios, especialmente en lo que refiere a los puntos de control de la mastitis (a saber: rutina de trabajo, chequeo de máquina de ordeño, sellado de pezón, terapia de secado, tratamiento de casos clínicos, descarte de vacas crónicas y muy en especial el control de calidad de los insumos que se utilizan), contribuyeron al significativo cambio en los niveles medios de células somáticas. Éstas, bajaron de 687.000 CS/ml en 1993 a 423.000 CS/ml en 2009. A partir del año 1995, se observó una significativa disminución con respuestas similares a las encontradas por Taverna *et al.* (2001b), reportando un valor expresado como promedio geométrico de 407.000 CS/ml y en donde el 53% del total de leche evaluada (909.139 l) presentaba recuentos inferiores a 400.000 CS/ml. La inundación del año 1998 provocó un aumento (491.000 CS/ml), lo cual se atribuye, entre otras cuestiones, a aspectos higiénico-sanitarios, originados como consecuencia de inadecuadas condiciones de ordeño, anegamientos de caminos y problemas en los sistemas de recolección.

Revelli y Rodríguez (2001), estudiaron los patógenos prevalentes causales de mastitis bovina y su sensibilidad a los distintos quimioterápicos aplicados, encontrando en la zona una alta incidencia de *Staphylococcus aureus* (43%) con cepas altamente sensibles ($\geq 95\%$) a la mayoría de los antibióticos utilizados. Este trabajo observó además una baja prevalencia de *Streptococcus agalactiae* (3%) y una alta carga contaminante de carácter ambiental originada especialmente en el agua utilizada para el lavado de los tambos.

Es importante destacar que durante los 17 años de experiencia se definieron acciones orientadas a mejorar la capacidad de gestión de los productores y la calidad operativa de los tamberos, ejecutando dinámicos programas de capacitación, que han resultado de suma importancia, aportando significativamente en los logros obtenidos.

CORRELACIONES ESTADÍSTICAS

Aplicando el test de bondad de ajuste de Chi-Square (χ^2), se observaron distribuciones normales con un 90% de confiabilidad ($\alpha = 0,1$) para todos los indicadores analizados.

En la tabla 2 se describe la matriz de correlaciones de todos los indicadores en estudio.

Analizando la matriz de la tabla 2, se observa que de 41 correlaciones estudiadas bajo un modelo de regresión lineal simple, las más relevantes se dieron para: %GB vs %ST ($r = 0,784$) ($n = 2.593$) y %PV vs %ST ($r = 0,557$) ($n = 2.593$), significativas ambas para el nivel de ($P < 0,001$). Como dato llamativo, se encontró una baja correlación entre %GB vs %PV ($r = 0,261$) ($n = 10.188$) ($P < 0,001$), coincidiendo estos resultados con la frecuente inversión de los valores de grasa butirosa y proteína verdadera, fenómeno observado especialmente en los meses primaverales, atribuido a desbalances originados por la oferta de dietas excedidas en proteína y deficientes en energía (Gallardo, 2003). Esta implicancia desde el punto de vista nutricional justifica la necesidad de formular dietas energéticas equilibradas, ya sea con el aporte de suplementos o silajes logrando, de este modo, un adecuado balance de las pasturas sin perder de vista el permanente propósito de minimizar la influencia de distintos factores condicionantes como mastitis, estrés calórico, calidad de agua de bebida animal, y otros que aún siguen incidiendo negativamente en el área de producción.

Existen evidencias en la zona referentes a la calidad de agua para bebida animal que demuestran que elevados niveles de salinidad, sulfato, dureza total y nitrato, se relacionan negativamente con parámetros productivos, composicionales y reproductivos (Revelli *et al.*, 2002; 2005). Por otro lado, en un trabajo de investigación reciente, en el cual participaron vacas de alto mérito productivo (~ 32 l/vaca/día), no se evidenciaron tales efectos, quedando demostrada la alta capacidad de adaptación que poseen los animales a las diferentes calidades de agua de bebida como consecuencia del efecto "buffer" producido a nivel ruminal (Valtorta *et al.*, 2008). Estos antecedentes han generado una gran preocu-

pación, por lo que se encuadra este tema como de suma relevancia, posicionando la calidad de agua como un factor crítico a tener en cuenta en el aspecto nutricional.

CONCLUSIÓN

El mejoramiento de la alimentación, rutinas de manejo y genética animal, coordinado a través de un sistema de gestión integral de calidad de leche, permite, aún considerando un ambiente riguroso, particularmente en lo concerniente a las condiciones climáticas, aptitud del agua de bebida animal y aspectos sanitarios, producir leche de alta calidad. De los resultados obtenidos se infiere, como datos más relevantes, un notable mejoramiento de la composición, expresada en un aumento significativo de los contenidos graso, proteico y en sólidos totales, y una marcada disminución de los niveles de bacterias totales y células somáticas en la leche. Esta eficaz herramienta, sin ninguna duda, ayuda a los productores de la zona a dar respuesta a las exigencias de la industria y contribuye a lograr el máximo beneficio económico posible por su producción.

Resta sumar estos esfuerzos y resultados con el fin de alcanzar un mayor reconocimiento en la retribución económica al productor, permitiendo el desarrollo sostenible de los tambos en la región. Además, se debería observar más control por parte de la autoridad bromatológica y sanitaria, aplicando un riguroso y eficiente sistema de inspección, que tenga continuidad en el tiempo y que permita mejorar no sólo la calidad de la materia prima, sino también todo lo concerniente a estructura edilicia, equipamiento e impacto ambiental. Se deben trabajar aún más, especialmente en el área de legislación, aspectos sanitarios (brucelosis, tuberculosis y leucosis), calidad del agua de bebida animal, y llevar a la mínima expresión la mastitis. También hay que reconocer que el productor es el eje central en la cadena productiva láctea. Es fundamental determinar con anterior-

Indicadores	°D	pH	%GB	%PV	%LACTOSA	%CENIZAS	%ST	CRIOSCOPIA	RBT	RCS
°D	1	-0,235 ^c	-0,081 ^c	-0,066 ^c	-0,052 ^b	-0,102	-0,250 ^c	0,099 ^c	0,327 ^c	0,135 ^c
pH		1	-0,033 ^b	-0,139 ^c	0,046 ^a	ND	-0,059 ^b	-0,064 ^c	-0,115 ^c	-0,103 ^c
%GB			1	0,261 ^c	-0,023	0,045	0,784 ^c	-0,006	-0,007	0,066 ^c
%PV				1	0,105 ^c	0,269 ^b	0,557 ^c	-0,126 ^c	-0,074 ^c	-0,049 ^c
%LACTOSA					1	0,101	0,289 ^c	-0,279 ^c	-0,055 ^b	-0,271 ^c
%CENIZAS						1	0,338 ^c	ND	ND	ND
%ST							1	-0,218 ^c	-0,076 ^c	0,007
CRIOSCOPIA								1	0,104 ^c	0,153 ^c
RBT									1	0,284 ^c
RCS										1

ND: No Determinado.

^aP < 0,05.

^bP < 0,01.

^cP < 0,001.

Tabla 2. Matriz de coeficientes de correlación de los indicadores seleccionados de calidad de leche de tambo en el período 1993–2009.

ridad o por anticipado las reglas que regirán el precio a pagar por parte de las empresas, mediante el acuerdo consensuado entre los productores, empresarios y el estado. El mejor ejemplo es que otros países con mayor tradición lechera lo llevan a cabo desde hace décadas, produciendo cada vez más y mejor leche.

AGRADECIMIENTOS

La presente experiencia se desarrolló en el marco de un "Convenio de Cooperación Mutua" entre el Laboratorio Integral de Servicios Analíticos (LISA) perteneciente a la Cooperativa Tambara y Agropecuaria Nueva Alpina Ltda. y el Instituto de Tecnología de Alimentos (ITA), Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral.

Los autores expresan su especial agradecimiento a los distintos Consejos de Administración de la Cooperativa Tambara y Agropecuaria Nueva Alpina Ltda., al igual que a todos sus productores asociados por haber sabido durante estos 17 años de trabajo implementar políticas claras de calidad estimulando y fortaleciendo permanentemente el crecimiento y desarrollo cooperativo.

BIBLIOGRAFÍA

- BARRUCAND, M.; RUSTICUCCI, M. 2001. Climatología de temperaturas extremas en la Argentina. Variabilidad temporal y regional. *Meteorológica*. 26, 85-101.
- CALVINHO, L.F.; DELGADO, A.R.; VITULICH, C.A.; OCCHI, H.L.; CANAVESIO, V.R.; ZUBRIGGEN, M.A.; TARABLA, H.D. 1991. Susceptibilidad *in vitro* a los antimicrobianos de microorganismos aislados a partir de mastitis clínicas en tambos de la cuenca lechera santafesina. *Vet. Arg.* 8, 677-680.
- CENTER FOR FOOD SAFETY & APPLIED NUTRITION. 2002. Grade "A" Pasteurized Milk Ordinance. 2001 Revision. Standards for Grade "A" Pasteurized, Ultra-Pasteurized and Aseptically Processed Milk and Milk Products. 61 p.
- CÓDIGO ALIMENTARIO ARGENTINO (CAA). 2006. Capítulo VIII. Artículo 555 (Res. Conj. SPyRS y SAGPA N.º 33/2006 y N.º 563/2006).
- ESTEBAN, E.N.; POLI, M.; POIESZ, B.; CERIANI, C.; DUBE, S.; GUTIERREZ, S.; DOLCINI, G.; GAGLIARDI, R.; PÉREZ, S.; LÜTZELSCHWAB, C.; FELDMAN, L.; JULIARENA, M.A. 2009. Bovine leukemia virus (BLV), proposed control and eradication programs by marker assisted breeding of genetically resistant cattle. En: *Animal Genetics*. Leopold J. Rechi (Eds.). Chapter 6. pp. 107-130.
- FIL-IDF. 1985. Payment for milk on the basis of quality. *Bulletin* 192.
- GAGLIARDI, R.; LÓPEZ-VILLALOBOS, N. 2006. Evaluación genética y económica del ganado lechero de Cooperativa Nueva Alpina, Argentina. XXXIV Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay. pp. 77-79.
- GALLARDO, M.R. 2003. Alimentación y composición química de la leche. INTA – EEA Rafaela. Publicación Miscelánea N.º 98.
- GARAT, M.; FAVALE, M.; BASÍLICO, J.C.; SIMONETTA, A.C.; SBODIO, O.A. 1989. Calidad microbiológica de leche cruda. I – Incidencia de bacterias aerobias mesófilas, termodúricas y lácticas. *Revista Argentina de Lactología*. Año II N.º 2, 39-50.
- GIORGI, R.; TOSOLINI, R.; SAPINO, V.; VILLAR, J.; LEÓN, C.; CHIAVASSA, A. 2008. Zonificación Agroeconómica de la Provincia de Santa Fe. Delimitación y descripción de las zonas y subzonas agroeconómicas. INTA – CR Santa Fe – EEA Rafaela. Publicación Miscelánea N.º 110.
- HEIN, N.E.; PANIGATTI J.L. 1986. Carta de suelos NE de Córdoba y SE de Santiago del Estero. INTA EEA Rafaela. Publicación Miscelánea N.º 39.
- HOMAN, E.J.; WATTIAUX, M.A. 1996. Technical Dairy Guide – Lactation and Milking. The Babcock Institute for International Dairy Research and Development. University of Wisconsin. Madison, Wisconsin, USA. 101 p.
- IZAK, E.; CHAVES, J.; SUÁREZ, C. 1998. Experiencias prácticas en planes de control de mastitis y mejoramiento integral de la calidad de leche. Jornadas ALMAST '98 – Calidad de Leche y Mastitis. Rafaela, Santa Fe, Argentina. 17, 18 y 19 de septiembre de 1998. *Memorias*. pp. 36-51.
- LAGRANGE, W.S. 1979. Opportunities to improve milk quality. *Food Protection*. Vol. 42 N.º 7, 599-603.
- MAIZTEGUI, J.A. 2009. Manejo nutricional de vacas secas y prevención de hipocalcemia con balance anión-catió. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Litoral. pp. 1-7.
- MARTH, E. 1981. Assuring the quality of milk. *J. Dairy Sci.* 64, 1017-1022.
- MELO, O. 2005. Ganadería chaqueña/Ganadería pampeana: ¿iguales o diferentes?. Publicación "Forrajes 2005 Córdoba. Potenciando el desarrollo ganadero sustentable del subtrópico Argentino". pp. 142-152.
- MINETTI, M.L.; TERCERO, E.J.; SBODIO, O.A.; WEIDMANN, R.; COUTAZ, R. 1995. Proteólisis en leche de tambo. *La Alimentación Latinoamericana*. N.º 205, 61-65.
- PÁEZ, R.B.; TAVERNA, M.A.; CUATRÍN, A.L.; NEGRI, L.M.; CHARLÓN, V. 2001. Efecto del recuento de células somáticas y de bacterias totales sobre la concentración de ácidos grasos libres y la relación caseína/proteína verdadera en leche de tambo. *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol. 21 Supl. 1, 272-273.
- REINHEIMER, J.A. 1998. Bacterias psicrotrofas. Su incidencia en la calidad de la leche y productos lácteos. Jornadas ALMAST '98 – Calidad de Leche y Mastitis. Rafaela, Santa Fe, Argentina. 17, 18 y 19 de septiembre de 1998. *Memorias*. pp. 1-5.
- REVELLI, G.R. 2000. Firmes criterios de calidad. *Revista San-Cor*. N.º 621, 26-29.
- REVELLI, G.R.; RODRÍGUEZ, C.G. 2001. Prevalencia de agentes etiológicos causales de mastitis bovina en la zona noroeste de Santa Fe y sur de Santiago del Estero. Respuesta a la sensibilidad antimicrobiana. *Tecnología Láctea Latinoamericana*. Año 6 N.º 23, 48-53.
- REVELLI, G.R.; SBODIO, O.A.; TERCERO, E.J.; UBERTI, M. 2002. Impacto de la calidad de agua para bebida animal en relación a parámetros productivos, composicionales y reproductivos. *Revista FAVE – Ciencias Veterinarias*. 1 (1), 55-67.
- REVELLI, G.R.; SBODIO, O.A.; TERCERO, E.J. 2004a. Parámetros físico-químicos en leche cruda de tambos que caracterizan la zona noroeste de Santa Fe y sur de Santiago del Estero. *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol. 24 N.º 1-2, 83-92.
- REVELLI, G.R.; SBODIO, O.A.; TERCERO, E.J. 2004b. Prevalencia de leucosis enzoótica bovina en la zona noroeste de Santa Fe y sur de Santiago del Estero, Argentina. *Revista de Medicina Veterinaria*. Vol. 85 N.º 4, 135-139.
- REVELLI, G.R.; SBODIO, O.A.; TERCERO, E.J. 2004c. Recuento de bacterias totales en leche cruda de tambos que caracterizan la zona noroeste de Santa Fe y sur de Santiago del Estero. *Rev. Arg. Microbiol.* Vol. 36 N.º 3, 145-149.
- REVELLI, G.R.; SBODIO, O.A.; TERCERO, E.J. 2004d. Recuento de células somáticas en leche cruda de tambos que ca-

racterizan el noroeste de Santa Fe y sur de Santiago del Estero. *Veterinaria Argentina*. Vol. XXI N.º 209, 651-659.

REVELLI, G.R.; SBODIO, O.A.; GALLARDO, M.R.; VALTORTA, S.E.; TERCERO, E.J. 2005. Rendimiento de vacas lecheras de baja producción en condiciones pastoriles con la oferta de agua de bebida salada o desalinizada. *Revista FAVE – Ciencias Veterinarias*. 4 (1-2), 77-88.

REVELLI, G.R.; SBODIO, O.A.; TERCERO, E.J. 2007. Detección de residuos de antibióticos en leche cruda. *Tecnología Láctea Latinoamericana*. N.º 48, 48-51.

REVELLI, G.R.; GAGLIARDI, R.C.; SBODIO, O.A.; TERCERO, E.J. 2010. Propiedades físico-químicas en suelos predominantes del noroeste de Santa Fe y sur de Santiago del Estero, Argentina. *Ciencia del Suelo*. 28 (2), 123-130.

SARGEANT, J.M.; SCHUKKEN, Y.H.; LESLIE, K.E. 1998. Ontario bulk milk somatic cell count reduction program: progress and outlook. *J. Dairy Sci.* 81, 1545-1554.

SBODIO, O.A.; FREYRE, M.R.; ROMANO, L.; SABBAG, N.G.; OSELLA, C.A.; PAURA, F. 1981. Distribución de materias nitrogenadas. Fraccionamiento electroforético de proteínas solubles y caseínas en leches normales y mastíticas. *Revista del ITA* 3, 75-87.

SBODIO, O.A.; FREYRE, M.R.; ROZYCKI, V.R.; SABBAG, N.G.; WEIDMANN, P. 1985. Influence of lactation on the composition of individual cow's milk. *New Zealand Journal of Dairy Science and Technology*. 20, 109-116.

SBODIO, O.A.; ROZYCKI, V.R.; FREYRE, M.R.; ZANNIER, M.S.; SIMONETTA, A.; WEIDMANN, P. 1988. Calidad de leche. *La Alimentación Latinoamericana*. N.º 171, 58-64.

SBODIO, O.A.; FREYRE, M.R.; ROZYCKI, V.R.; ZANNIER, M.S.; WEIDMANN, P. 1989. Contenido y variación mineral de leche en tambos. *Revista Argentina de Lactología*. Año II N.º 2, 51-60.

SBODIO, O.A.; ROZYCKI, V.R.; FREYRE, M.R.; ZANNIER, M.S.; WEIDMANN, P. 1992. Fracciones nitrogenadas en leche de tambo. *Revista Argentina de Lactología*. Año IV N.º 6, 46-55.

SBODIO, O.A.; TERCERO, E.J.; ROZYCKI, V.R.; ZANNIER, M.S.; FREYRE, M.R.; MARTINEZ, E.; CALVO, N.; WEIDMANN, R.; WEIDMANN, P. 1994. Características físico-químicas y microbiológicas de leche de tambo. *Aptitud para coagular. La Alimentación Latinoamericana*. N.º 202, 56-62.

SBODIO, O.A.; REVELLI, G.R.; TERCERO, E.J. 1996. Calidad de leche que produce la Cooperativa Tambera Nueva Alpina Ltda. *Tecnología Láctea Latinoamericana*. Año 2 N.º 4, 20-23.

SBODIO, O.A.; TERCERO, E.J.; COUTAZ, R.; ALONSO, A.G. 1997. Descenso crioscópico de leche de tambo. *Revista Internacional del Centro de Información Tecnológica (CIT)*. Vol. 8 N.º 6, 47-52.

SBODIO, O.A.; MINETTI, M.L.; TERCERO, E.J. 1999a. Proteólisis en leche destinada a la elaboración de queso. *Revista Internacional del Centro de Información Tecnológica (CIT)*. Vol. 10 N.º 1, 109-117.

SBODIO, O.A.; TERCERO, E.J.; MINETTI, M.L.; ZANNIER, M.S.; REVELLI, G.R.; SEBILLE, C. 1999b. Sodio, potasio y cloruros en leche de tambo. *Tecnología Láctea Latinoamericana*. Año 5 N.º 16, 52-56.

SBODIO, O.A.; REVELLI, G.R.; TERCERO, E.J.; GALLARDO, M.R.; VALTORTA, S.E. 2007. Influencia del contenido salino del agua de bebida animal sobre los componentes principales de la fase soluble en leche de vacas individuales. *Revista FAVE – Ciencias Veterinarias*. 6 (1-2), 63-70.

SIMONETTA, A.C. 1987. Calidad microbiológica de leche cruda de tambos seleccionados en la zona de Santa Fe. Relatado en la Mesa Redonda "Microbiología de Productos Lácteos". Primer Congreso Latinoamericano de Microbiología de Alimentos y Primer Simposio Argentino de Conservación de Alimentos. Buenos Aires, Argentina. 30 de noviembre al 4 de diciembre de 1987.

SNEDECOR, G.W.; COCHRAN, W.G. 1977. *Métodos Estadísticos*. Compañía Editorial Continental S.A. México.

STATISTICA 8.0. 2008. Copyright © StatSoft, Inc.

TAVERNA, M.A. 2001a. Calidad de leche: diagnóstico y adaptación a los requerimientos industriales del mercado. 24.º Congreso Argentino de Producción Animal. Resúmenes de Conferencias y Mesas Redondas. Rafaela, Santa Fe, Argentina. pp. 57-60.

TAVERNA, M.A.; CALVINHO, L.F.; CANAVESIO, V.R.; NEGRI, L.M.; PÁEZ, R.B.; CHARLÓN, V.; CUATRÍN, A.L. 2001b. Caracterización de la calidad higiénico-sanitaria de la leche producida en la cuenca lechera central de la Argentina. *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol. 21 Supl. 1, 270-271.

TAVERNA, M.A.; CUATRÍN, A.L.; CHARLÓN, V.; GAGGIOTTI, M.C.; CHAVEZ, M.S.; PÁEZ, R.B. 2001c. Caracterización de la fracción nitrogenada de la leche producida en la Cuenca Lechera Central de la Argentina. *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol. 21 Supl. 1, p. 269.

TAVERNA, M.A.; CHAVEZ, M.S.; GAGGIOTTI, M.C.; CUATRÍN, A.L.; CHARLÓN, V.; NEGRI, L.; PÁEZ, R.B. 2001d. Composición mineral de la leche producida en la Cuenca Lechera Central de la Argentina. *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol. 21 Supl. 1, 273-274.

TAVERNA, M.A.; CHARLÓN, V.; CUATRÍN, A.L.; GAGGIOTTI, M.C.; PÁEZ, R.B.; CHAVEZ, M.S. 2001e. Composición química de la leche producida en la Cuenca Lechera Central de la Argentina. *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol. 21 Supl. 1, 271-272.

TERCERO, E.J.; SBODIO, O.A.; FREYRE, M.R.; ZANNIER, M.S. 1993. Composición de leche en polvo. *La Alimentación Latinoamericana*. N.º 194, 73-76.

TESSI, M.A. 1981. Diagnóstico microbiológico de mastitis bovina. *La Alimentación Latinoamericana*. N.º 127, 79-80.

TOTONI, R. 1994. Parámetros físico-químicos. INTA. Proyecto: Calidad Higiénico-Sanitaria de la Leche (PROCALE). Resúmenes de Jornadas Técnicas 1992-1993. Separata Miscelánea, Información Técnica N.º 7. pp. 1-4.

UBERTI, M.; REVELLI, G.R. 2002. Prevalencia de brucelosis bovina en la zona noroeste de Santa Fe y sur de Santiago del Estero. *Veterinaria Argentina*. Vol. XIX N.º 190, 730-740.

VALTORTA, S.E.; LEVA, P.E.; GALLARDO, M.R.; SCARPATI, O.E. 2002. Respuestas de la producción lechera durante eventos de olas de calor en Argentina. INTA EEA Rafaela. Anuario 2002. *Producción Animal. Sistemas de Producción*. p. 83.

VALTORTA, S.E.; GALLARDO, M.R.; SBODIO, O.A.; REVELLI, G.R.; ARAKAKI, C.; LEVA, P.E.; GAGGIOTTI, M.; TERCERO, E.J. 2008. Water salinity effects on performance and rumen parameters of lactating grazing Holstein cows. *International Journal of Biometeorology*. Vol. 52 N.º 3, 239-247.

VEISSEYRE, R. 1980. *Lactología Técnica*. Editorial ACRIBIA, S.A. ZARAGOZA (España). pp. 1-74.

WALSTRA, P.; JENNESS, R. 1984. *Química y Física lactológica*. Editorial ACRIBIA, S.A. ZARAGOZA (España). Copyright 1984 by John Wiley & Sons, Inc. pp. 1-23.

WEIDMANN, P.; ROSSET, A.; WEIDMANN, R.; FENOGLIO, M.S. DE; ROMANO, L.; GARNERO, O.; HEER, G.; SBODIO, O.A.; FREYRE, M.R.; SABBAG, N.G. 1980. Producción de leche de vaca bajo condiciones controladas de alimentación y manejo. *Revista Argentina de Producción Animal*. Vol. 4 N.º 4, 473-491.

ZANNIER, M.S.; MINETTI, M.L.; SBODIO, O.A.; REVELLI, G.R. 2002. Contenido de sodio, potasio y cloruros en leche de vacas individuales determinados por el método del electrodo ión selectivo. *Revista Internacional del Centro de Información Tecnológica (CIT)*. Vol. 13 N.º 3, 61-67.