

CARACTERIZACION COMPOSICIONAL, FISICA-QUIMICA Y MICROBIOLOGICA DE LECHE DE VACA DE LA CUENCA DE TRANCAS

*Compositional, physical-chemical and microbiological characterization
of cow milk from Trancas region*

Oliszewski¹, R., Cisint², J.C. y Medina³, C.F.

Facultad de Agronomía y Zootecnia. Universidad Nacional de Tucumán.
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Tucumán.

Resumen

La Cuenca lechera bovina de Trancas es una de las cuencas extrapampeanas más importantes a nivel nacional. Su leche es usada por varias industrias para la fabricación de productos regionales apreciados a nivel nacional e internacional. Se analizó la calidad composicional, físico-química y microbiológica de la totalidad de los tambos de la cuenca entre los años 2011 y 2013 como así también las variaciones estacionales. Los resultados mostraron los siguientes valores medios: grasa 3,55 g.100g⁻¹, sólidos no grasos 8,74 g.100g⁻¹, proteína 3,11 g.100g⁻¹, densidad 1,029 g.cm⁻³, punto crioscópico -0,512°C, pH 6,75, acidez titulable 17,26°D, bacterias totales 4,94 Log ufc.ml⁻¹, coliformes totales 3,74 Log ufc.ml⁻¹ y conteo de células somáticas 5,64 Log cél.ml⁻¹. La calidad de la leche evaluada cumple con las regulaciones legales argentinas, observándose variaciones estacionales importantes en la calidad así como variaciones entre estratos de productores. Se observó además una incidencia media de mastitis en los tambos, lo que muestra la necesidad de mejorar dicho parámetro sanitario de la leche.

Palabras clave. calidad de leche de vaca de vaca, calidad composicional, microbiológica y físico-química, Cuenca de Trancas.

Summary

Cow's milk from Trancas region is one of the most important extrapampeana producer region in the country. The milk is used by many industries to manufacture regional products appreciated nationally and internationally. Compositional, physical-chemical and microbiological quality parameters from all dairies were analyzed from 2011 to 2013 period. Total season variations also were investigated. Results showed the following averages: fat 3.55 g.100g⁻¹, solids non fat 8.74 g.100g⁻¹, protein 3.11 g.100g⁻¹, density 1.029 g.cm⁻³, freezing point -0.512 °C, pH 6.75, milk acidity 17.26 °D, total bacteria count 4.94 Log cfu.ml⁻¹, total coliforms 3.74 Log cfu.ml⁻¹ and somatic cells count 5,64 Log cell.ml⁻¹. The milk quality parameters evaluated were acceptable for Argentinean regulations, showing important quality variation between different seasons and between different producer level. A medium mastitis incidence in dairy cows was observed, showing the need to improve this milk sanitary parameter.

Key words. cow milk quality, compositional, microbiological and physical-chemical quality, Trancas region.

Introducción

Argentina se encuentra entre los primeros 20 productores de leche de vaca en el mundo, con un total de 11.796.000 toneladas por año (FAO, 2013). Las principales regiones productoras se encuentran en la región central del país. La cuenca tucumana es considerada de importancia por ser una de las principales cuencas extrapampeanas y por contribuir con leche de calidad al stock nacional (Cisint, 2004; Calvino y Tirante, 2005). A pesar de no tener un gran volumen de contribución al total del stock (cerca del 1%),

representa una actividad económica y social importante para la provincia por ser generadora de fuente de trabajo genuina e intensiva, manteniendo a las familias rurales arraigadas en esa región rural. Alrededor de 40 tambos envían leche a la industria para producir leche pasteurizada, yogur, dulce de leche, quesos y productos regionales típicos del Noroeste como Quesillo (Oliszewski, et al, 2007) y Queso de Tafí del Valle (ANMAT, 2014).

Evaluar la composición de la leche es esencial para las plantas industriales, manejo del rodeo lechero y para

Recibido:
Aceptado:

¹ Dr. en Alimentos, Investigador de CONICET y Profesor de Cátedra de Lechería Facultad de Agronomía y Zootecnia. Universidad Nacional de Tucumán. Florentino Ameghino s/n Bº Mercantil El Manantial (4105) Tucumán, Argentina.

² Ing. Zootecnista, Profesor Encargado de Cátedra de Lechería FAZ UNT. E-mail: rubenoliszewski311@yahoo.com.ar

³ Ing. Zootecnista, Profesor de Cátedra de Lechería FAZ UNT.

asegurar la salud de los consumidores. La calidad de la leche tiene una influencia directa en la calidad de los productos finales (Corbellini et al, 2005; Svennersten-Sjaunja, et al, 1997). La calidad microbiológica es importante para evitar alteraciones físicas de la leche, lo que incide en la calidad que el productor entrega a la industria y por ende en el pago recibido. Además altas cargas bacterianas inciden en la salud de los consumidores y pueden producir defectos de fabricación de numerosos productos lácteos. El conteo de células somáticas es un reconocido indicador de infección asociado con mastitis y afecta la producción de leche, la salud del rodeo y la calidad de los productos lácteos fabricados (Corbellini et al, 2005; Harmon, 1994).

El siguiente trabajo se realizó teniendo en cuenta que existen escasas investigaciones previas de caracterización de la calidad de la leche en la cuenca Trancas (Oliszewski et al, 2001), que el grupo de trabajo es integrante permanente de la Mesa Lechera de Tucumán, la cual demanda datos para ser transferidos a los productores, y a fin de obtener datos que permitan a futuro elaborar estrategias comerciales y productivas para mejorar los parámetros de calidad de la leche obtenida.

El objetivo de este estudio fue caracterizar la calidad de la leche bovina de la cuenca de Trancas evaluando los parámetros composicionales, físico-químicos y microbiológicos durante los años 2011 a 2013.

Materiales y Métodos

Muestras de leche

Un total de 571 muestras de leche de tanque fueron recogidas de 36 tambos de la cuenca de Trancas (representando un 90% de los establecimientos de la cuenca y el 98% de la leche producida en la cuenca), compuestos por ganado Holando Argentino. La misma se sitúa al norte de la provincia en la ciudad de Trancas. Posee una altitud entre 700 y 800 msnm y un clima subtropical. Las precipitaciones anuales durante el periodo evaluado fueron de 440,2 mm y la evapotranspiración de 1205 mm, siendo la distribución de las precipitaciones muy concentradas en pocos meses del año, por lo que el riego es fundamental para cubrir ese déficit. La temperatura promedio anual fue de 19,4°C. El sistema de producción se basa en alimentación con pasturas, principalmente alfalfa, verdes invernales y reservas en invierno y otoño. Existen diferencias en la dieta ofrecida a los animales de acuerdo a la tipología de productor, observándose que los productores de mayor escala, ofrecen mayor calidad y calidad de alimentos concentrados, así como en su distribución, mediante equipamientos mixer, lo que repercute en la calidad y cantidad de leche producida (Cisint, 2004; Cátedra Lechería-FAZ-UNT, 2016; EEAOC, 2016).

Se realizó un muestreo por estación en cada uno de los 36 tambos por un periodo de 3 años, entre enero de 2011 a diciembre de 2013 (4 muestreos por año, durante 3 años). Las muestras se tomaron del tanque de frío de

los tambos utilizando elementos de extracción desinfectados con alcohol 70% (previa agitación de la leche para lograr una adecuada homogenización) y se colectaron en frascos estériles de 500 mL, siendo transportados en frío inmediatamente al laboratorio (LACALAC). Las muestras correspondían a la mezcla de los dos ordeños del día, realizándose la recolección antes que el camión recolector retire la leche.

Análisis microbiológicos

Se prepararon diluciones decimales de las muestras de leche con solución estéril de peptona de carne al 0,1%. Se determinaron bacterias totales (Agar Plate Count, 48 hs a 30 °C) (FIL, 1991) y coliformes totales (VRBA, 48 hs a 30 °C) (FIL, 1998). Todos los medios de cultivo usados fueron de Britania (Buenos Aires, Argentina). Se hicieron plaqueos por triplicado para cada dilución y luego de incubarse a la temperatura apropiada se realizó el conteo de microorganismos.

El conteo de células somáticas se realizó mediante la técnica descrita por la Federación Internacional de Lechería (FIL, 1995). Las muestras de leche fueron calentadas hasta 30-40 °C en baño termostático y se realizó un extendido con 0,01 mL de leche en un área rectangular de un portaobjetos de 1 cm². Luego la muestra se dejó secar, se sumergió en solución fijadora por 5 min, se dejó secar nuevamente y se tiñó en el colorante indicado por la técnica a base de azul de metileno. El conteo de células se realizó en un microscopio Zeiss.

La leche de todos los tambos usados en este estudio está certificada como libre de brucelosis y tuberculosis de acuerdo a los requerimientos de la legislación.

Análisis físico-químicos

Todas las muestras fueron analizadas para determinar grasa, proteína total, sólidos no grasos, densidad y punto crioscópico mediante el analizador infrarrojo Milkoscan Foss FT1 (Denmark), calibrado con muestra patrón de INTI Lácteos (Rafaela, Argentina), pH se midió mediante el peachímetro Metrohm 962 (Herisau, Switzerland) y acidez titulable por titulación con solución de hidróxido de sodio 0,1 N usando solución alcohólica de fenolftaleína 1% como indicador (Casado Cimiano, 1987).

Análisis estadísticos

Se realizó el estudio de normalidad de los datos mediante el programa estadístico Infostat (Córdoba, Argentina). Los datos microbiológicos fueron transformados a Log a fin de lograr normalidad. Se calcularon los datos atípicos considerando como tales a aquellos que estuvieron por arriba de 3 desvíos estándar, análisis realizado con el gráfico de cajas Blox-Plot. Se calculó promedio, y desvío estándar, de los parámetros investigados en la leche mediante una ponderación con el total de litros aportados por cada productor durante la estación en que se realizó el muestreo. Se realizó análisis de la varianza (ANOVA) para identificar diferencias entre medias mediante el Test de Tukey.

Resultados y Discusión

Características composicionales

La composición de la leche determina su calidad nutritiva, su valor como materia prima para fabricar productos y varias de sus propiedades. Los valores obtenidos en leche bovina entre los años 2011 a 2013 se muestran en el Cuadro 1.

El valor promedio observado para grasa fue de 3,55 g.100g⁻¹ y para proteína de 3,11 g.100g⁻¹, similar al informado en la región central de Argentina por Revelli et al (2011) y Weidmann et al (2002). Sólidos no grasos mostró un valor promedio de 8,74 g.100g⁻¹. El valor promedio fue mayor que el encontrado por Weidmann et al (2002) de 8,62 g.100g⁻¹ y similar al informado por Revelli et al (2011) en la región central de Argentina. Los valores promedios de grasa, proteína y sólidos no grasos observados en la cuenca Trancas de Tucumán cumplen con las exigencias del Código Alimentario Argentino (ANMAT, 2015), y de acuerdo al Sistema de Pago por Calidad establecido en la legislación (MINAGRI, 2015), los valores promedios de grasa exceden al requerimiento mínimo de 3,45 g.100g⁻¹, mientras que el valor promedio de proteína se encuentra

levemente por debajo del valor mínimo requerido de 3,15 g.100g⁻¹.

Características físico-químicas

En el Cuadro 2 se pueden observar los valores obtenidos de densidad, punto crioscópico, pH y acidez titulable. La densidad de la leche mostró un valor promedio de 1,029 g.cm⁻³, ajustándose a los límites requeridos por la legislación argentina. (ANMAT, 2015). El punto crioscópico es un parámetro de gran importancia tecnológica, utilizado por la industria para detección de aguado. El valor promedio obtenido fue de -0,512°C con un máximo de -0,508°C en primavera y un mínimo de -0,516°C en invierno. El Código Alimentario Argentino exige un máximo de -0,512°C, por lo que la leche de la cuenca de Trancas se ajusta a las exigencias excepto en primavera. pH y acidez titulable mostraron valores promedios de 6,75 y 17,26°D respectivamente, siendo éstos valores normales aunque cercanos a los límites superiores aceptados por la legislación. Dichos valores fueron superiores a los obtenidos por Soler et al (1995) con valores promedios de acidez titulable de 15,63°D y pH de 6,58.

Cuadro 1. Composición de la leche de la cuenca Trancas en Tucumán, Argentina, expresada como promedios y desvíos estándar (DE).

Table 1. Milk composition from Tucumán, Argentina, expressed as weighted means with standard deviations (DE).

Parámetro	Media [n=586]	DE
Grasa [g.100g ⁻¹]	3,55	0,31
Proteína [g.100g ⁻¹]	3,11	0,12
Sólidos no grasos [g.100g ⁻¹]	8,74	0,30

Cuadro 2. Características físico-químicas de la leche de la cuenca Trancas en Tucumán, Argentina, expresada como promedios y desvíos estándar (DE).

Table 2. Milk physical-chemical characteristics in Tucumán, Argentina, given as weighted means with standard deviations (DE).

Parámetro	Media [n=586]	DE
Densidad [g.cm ⁻³]	1,029	0,001
Punto crioscópico [°C]	-0,512	0,019
pH	6,75	0,09
Acidez titulable [°Dornic]	17,26	1,16

Características microbiológicas

El análisis microbiológico de la leche (Cuadro 3) mostró valores promedios de bacterias totales, coliformes totales y células somáticas de 4,94 Log ufc.ml⁻¹, 3,74 Log ufc.ml⁻¹ y 5,64 Log cél.ml⁻¹ respectivamente (lo que equivale a 87.800 ufc.ml⁻¹, 5.500 ufc.ml⁻¹ y 432.000 cél.ml⁻¹ respectivamente). Esto muestra un aceptable valor de bacterias totales, siendo inferiores a los reportados para cuencas lecheras de otras regiones del país, informando Revelli et al (2004) para la región central de Argentina, valores promedios entre los años 1993 a 2002 de 150.000 ufc.mL⁻¹ y Revelli et al, (2011) con un promedio de 96.000 ufc.mL⁻¹ para valores reportados entre los años 1993 y 2009. A su vez, los valores obtenidos en este trabajo fueron considerablemente menores a los observados en otros países por Soler et al (1995) en Minorca, España con 2,140,000 ufc.ml⁻¹ para bacterias totales y 72,000 ufc.ml⁻¹ para coliformes totales, así como los obtenidos por Afif et al (2008) para cooperativas lácteas ubicadas en Marruecos. Los valores promedios de bacterias totales obtenidos en este estudio son menores a los máximos aceptados por la legislación argentina (200.000 ufc.ml⁻¹). Los conteos de células somáticas mostraron un leve nivel de infección y fueron similares a los informados por Revelli et al, 2011, quien encontró un promedio de 407.000 cél.ml⁻¹. Teniendo en cuenta que la provincia de Tucumán es generadora de productos lácteos es importante que los datos obtenidos en este trabajo sean usados como estrategia para realizar mejoras sanitarias en los rodeos, Está bien establecido que la reacción inflamatoria con que responde la glándula mamaria bovina a la agresión bacteriana (mastitis clínica y/o subclínica) provoca cambios en la composición química y celular de la leche, lo que afecta a los procesos industriales, a la calidad organoléptica y la sobrevida de los productos lácteos (Corbellini et al, 2005). Las diferentes cuencas del país mostraron conteos de células somáticas de entre 350.000 a 600.000 cél.ml⁻¹ (Calvinho y Tirante, 2005). Los valores promedios de células somáticas de este trabajo

excedieron levemente el límite aceptado por la legislación de 400,000 cél.ml⁻¹ (ANMAT, 2015).

La leche es un medio óptimo para el crecimiento de microorganismos que causan deterioro y se originan en la falta de condiciones higiénicas durante el ordeño (Adesiyun et al, 1995, Steele et al, 1997, Headrick et al, 1998, Gran et al, 2002, Aaku et al, 2003, Bonfoh et al, 2003) y por falta de refrigeración apropiada, pudiendo incrementar 100 órdenes o más si no se conserva en condiciones de refrigeración apropiadas. En este estudio, los tambos presentan en general adecuadas condiciones higiénicas, con salas de ordeño que se limpian y desinfectan luego de cada ordeño, con procedimientos de lavado y desinfección de los equipos de ordeño siguiendo las recomendaciones de los fabricantes de equipos y adecuadas rutinas de ordeño. La leche es conservada hasta su retiro en tanques de frío con temperaturas menores a 4°C.

Variaciones estacionales

Las variaciones estacionales en la composición de la leche tienen gran importancia en la fabricación de productos. La mayoría de los parámetros analizados varían significativamente durante el año. Las variaciones en las fracciones nitrogenadas y de la materia grasa de la leche afectan la consistencia, rendimiento y calidad de los productos (Mehra et al, 1999).

En el Cuadro 4 se muestran los valores promedios estacionales, observándose que grasa y proteína alcanzaron los mayores niveles en otoño (3,72 ± 0,14 g.100g⁻¹ y 3,16 ± 0,14 g.100g⁻¹). Los valores obtenidos de grasa en verano mostraron diferencia significativa (p<0,05) con invierno y primavera mientras que los valores de proteína no fueron significativamente diferentes entre estaciones. Datos similares fueron observados por Leva y Valtorta (1996). La mayoría de las muestras analizadas en este estudio excedieron el mínimo de 3,0 g.100g⁻¹ de grasa requerida por la legislación argentina (ANMAT, 2015), pero sólo un 55% superaron el mínimo exigido de 3,45 g.100g⁻¹ exigido por el sistema de pago por calidad (MINAGRI, 2014).

Cuadro 3. Características microbiológicas de la leche de la cuenca Trancas en Tucumán, Argentina, expresada como promedios y desvíos estándar (DE) y.

Table 3. Milk microbiological characteristics in Tucumán, Argentina, expressed as weighted means with standard deviations (DE).

Parámetro	Media [n= 571]	DE
Bacterias Totales [Log ufc.ml ⁻¹]	4,94	0,63
Coliformes Totales [Log ufc.ml ⁻¹]	3,74	0,90
Conteo de células somáticas [Log cél.ml ⁻¹]	5,64	0,24

Los valores obtenidos de proteína fueron comparables con aquellos observados por Weidmann et al (1997, 2002), Valtrorta y Leva (1988) y Taverna y Coulon (1999) y para la región central de Argentina. El valor mínimo requerido por la legislación argentina es de $2,9 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$, observándose que un 95% de las muestras obtuvieron valores mayores pero solo 26% superaron el mínimo requerido de $3,15 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ en el sistema de pago de calidad (MINAGRI, 2014).

La relación grasa/proteína fue adecuada para el tipo de producción de la región, observando menor variación que en la región central de Argentina, donde se observó amplia variación especialmente en verano, por un decrecimiento en los niveles de proteína (Weidmann et al, 2002).

Los valores de densidad mostraron diferencia significativa sólo entre primavera y otoño ($p < 0,05$), influenciados principalmente por el contenido de grasa que mostró un pico en otoño y se correspondió con la máxima caída de densidad en esa estación. El punto crioscópico no mostró diferencias significativas entre estaciones, evidenciando un pico máximo en verano que excedió el máximo permitido por la legislación. El pH mostró valores máximos en otoño e invierno, siendo en el verano significativamente inferior ($p < 0,05$) y la acidez titulable mostró valores mínimos en otoño e invierno, siendo sólo en el invierno significativamente inferior ($p < 0,05$). Los mayores valores de acidez titulable en las restantes estaciones del año estaría indicando que la leche presenta mayor contaminación en las épocas calurosas, donde las temperaturas diarias se mantienen por arriba de los 30°C y pueden superar fácilmente los 40°C .

El análisis microbiológico mostró que el conteo de bacterias totales tuvo una máxima incidencia en verano, y una mínima incidencia en invierno, siendo sólo en el verano significativamente superior ($p < 0,05$). Los conteos de bacterias totales fueron aceptables de acuerdo a lo exigido por la legislación. Coliformes totales mostró también los mayores desarrollos en verano. Células somáticas no mostró diferencias significativas entre estaciones.

En la Figura 1 se muestra cuál fue el porcentaje de establecimientos con diferentes rangos de valores de microorganismos mesófilos, coliformes totales y células somáticas en cada una de las estaciones del año. La mayoría de los establecimientos se ubicaron en el estrato más bajo de bacterias totales y coliformes totales, sin embargo entre un 30 y 40% de los establecimientos poseen conteos de bacterias totales mayores a $100.000 \text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$ y entre 30 y 60% de los establecimientos presentan valores de coliformes mayores a $1.000 \text{ ufc} \cdot \text{ml}^{-1}$, lo que estaría revelando que la cuenca debe implementar estrategias para mejorar la

calidad higiénico-sanitaria de la leche. En cuanto al conteo de células somáticas, se observa que sólo entre el 10 y 15% de los tambos poseen valores menores a $200.000 \text{ cél} \cdot \text{ml}^{-1}$ y entre el 40 y 60% de los tambos poseen valores mayores a $400.000 \text{ cél} \cdot \text{ml}^{-1}$, lo que se relaciona con mayores costes veterinarios, de reposición de vacas, cambios en la composición de la leche y alteraciones industriales durante la fabricación y maduración de productos lácteos (Corbellini, 2015).

Variaciones según nivel de producción

A fin de investigar diferencias dependientes del nivel de producción de los establecimientos incluidos en el estudio, los mismos fueron clasificados en tres niveles: grandes, medianos y pequeños, con una producción mayor a 3000 litros por día para los productores grandes, producción entre 1000 y 3000 litros por día para los productores medianos y producción menor a 1000 litros por día para los productores pequeños. Dichos rangos de estratificación se fijaron en base a trabajos que el grupo realiza con otras instituciones a fin de delinear estrategias para solicitud de financiamiento para los productores de acuerdo al nivel de producción y a sus necesidades. Los productores grandes constituyen 15% de los productores totales y producen el 53% de la leche diaria de la cuenca, mientras que los productores medianos constituyen el 29% del total y producen el 31% de la leche diaria y los pequeños productores constituyen el 56% del total y producen el 16% de la leche diaria, lo que indica una concentración de la mitad de la producción de la cuenca en 6 tambos de alta producción, estando repartida la otra mitad de la producción en partes iguales en los restantes tambos.

Los resultados de las características composicionales, físico-químicas y microbiológicas de la cuenca en función del nivel de producción de cada establecimiento se muestran en el Cuadro 5. Los grandes productores mostraron los mayores niveles de grasa, proteína, sólidos no grasos, densidad y acidez titulable y el menor valor de crioscopia, aunque solamente proteína, sólidos no grasos y punto crioscópico mostraron diferencias significativas al ser comparados con los valores observados en los pequeños productores ($p < 0,05$). Además, los grandes productores mostraron los menores valores de bacterias totales, coliformes totales y células somáticas, aunque en estos casos no se observó diferencias significativas entre valores promedios. Estos datos permiten concluir que el nivel de producción no incide significativamente en los conteos bacterianos ni de células somáticas, por lo que la calidad sanitaria de la leche es un problema que debe ser atendido por todos los establecimientos de la cuenca (Cuadro 5).

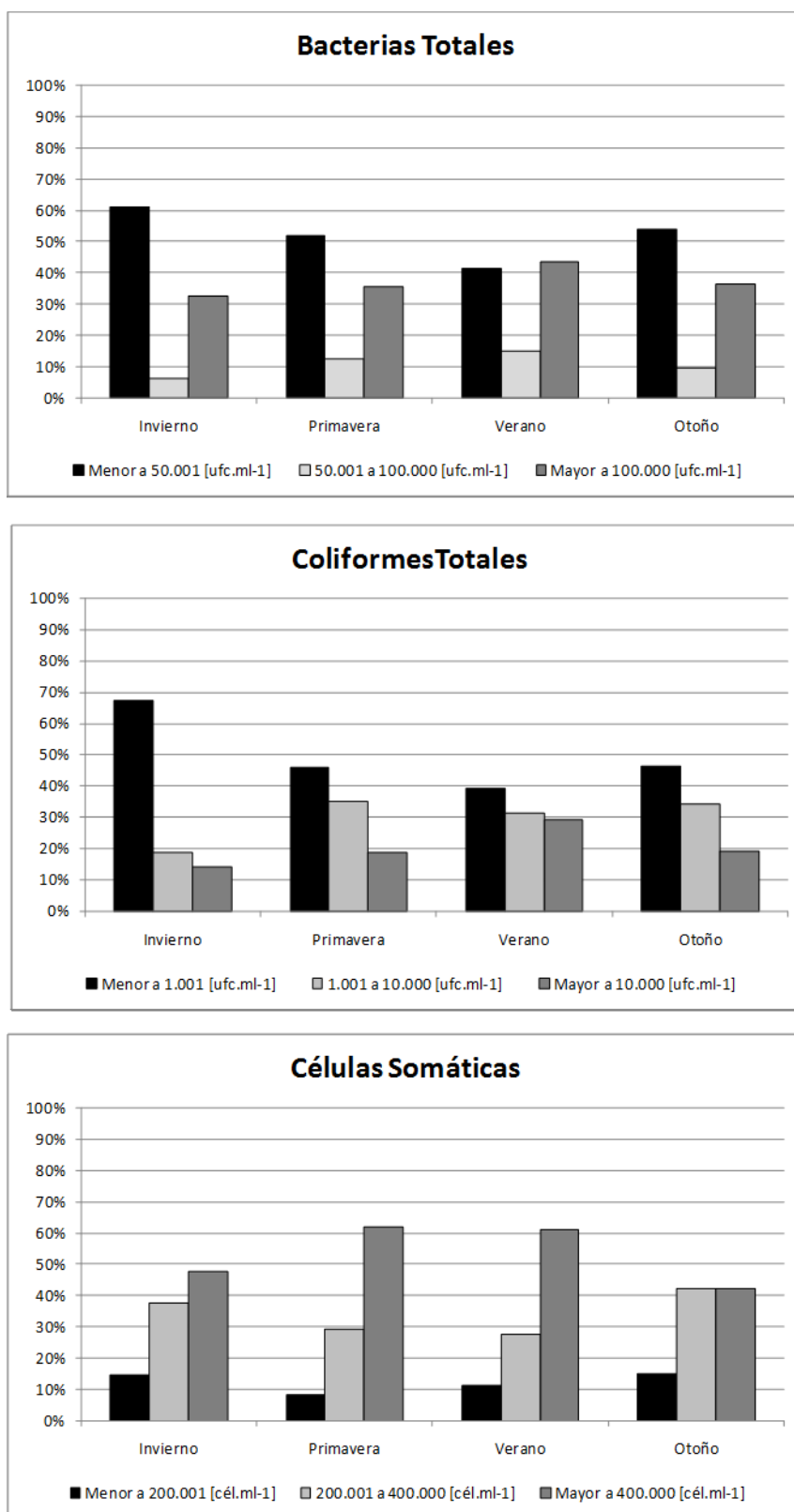


Figura 1. Rangos de variación en conteos de bacterias totales, coliformes totales y células somáticas en las diferentes estaciones del año.

Figure 1. Variation ranges of total bacterial counts, total coliforms and somatic cells in different seasons.

Cuadro 4. Variaciones estacionales de la calidad de la leche de la cuenca de Trancas, expresada como promedios y desvíos estándar (DE).

Table 4. Seasonal variation (means and standard deviations), in the levels of compositional, physical-chemical and microbiological characteristic of milk produced in Tucumán, Argentina.

Parámetro	Invierno			Primavera			Verano			Otoño		
	n	Media	DE	n	Media	DE	n	Media	DE	n	Media	DE
Características composicionales												
Sólidos no grasos [g.100g ⁻¹]	146	8,78 ^a	0,32	146	8,73 ^a	0,25	146	8,71 ^a	0,21	146	8,76 ^a	0,33
Grasa [g.100g ⁻¹]	146	3,53 ^{ab}	0,33	146	3,45 ^b	0,36	146	3,58 ^{ac}	0,28	146	3,72 ^c	0,14
Proteína [g.100g ⁻¹]	146	3,11 ^a	0,14	146	3,10 ^a	0,09	146	3,09 ^a	0,08	146	3,16 ^a	0,12
Grasa/Proteína	146	1,14 ^a	0,06	146	1,11 ^{ab}	0,08	146	1,15 ^c	0,08	146	1,18 ^d	0,11
Características físico-químicas												
Densidad [g.cm ⁻³]	146	1,030 ^{ab}	0,001	146	1,030 ^a	0,001	146	1,029 ^{ab}	0,001	146	1,029 ^b	0,038
Punto crioscópico [°C]	146	-0,514 ^a	0,021	146	-0,512 ^a	0,016	146	-0,510 ^a	0,013	146	-0,512 ^a	0,020
pH	145	6,81 ^a	0,25	144	6,74 ^a	0,25	146	6,68 ^b	0,23	141	6,80 ^a	0,27
Acidez titulable [°Dornic]	140	16,86 ^a	0,63	134	17,91 ^b	0,71	132	17,40 ^{ab}	0,72	132	17,09 ^{ab}	0,76
Características microbiológicas												
Bacterias totales [Log ufc.ml ⁻¹]	143	4,68 ^a	0,92	138	4,95 ^a	0,86	129	5,37 ^b	0,98	144	4,76 ^a	0,78
Coliformes totales [Log ufc.ml ⁻¹]	144	2,85 ^a	0,95	141	3,16 ^a	0,85	135	3,59 ^b	0,90	145	3,10 ^a	0,81
Células somáticas [Log ufc.ml ⁻¹]	146	5,58 ^a	0,25	143	5,65 ^a	0,22	132	5,63 ^a	0,26	146	5,56 ^a	0,23

Letras diferentes en los superíndices dentro de una misma fila indican diferencia significativa (p<0,05).

Cuadro 5. Variación en las características composicionales, físico-químicas y microbiológicas de la leche, expresada como promedios y desvíos estándar (DE), en relación al nivel de producción de cada establecimiento en la cuenca de Trancas.

Table 5. Variation in the levels of the compositional, physical-chemical and microbiological milk (means and standard deviations) in relation to farmers production level from Tucumán, Argentina.

Parámetro	Productores Grandes (>3000 litros/día)		Productores Medianos (entre 1000 y 3000 litros/día)		Productores Pequeños (<1000 litros/día)	
	Promedio [n= 80]	DE	Promedio [n= 160]	DE	Promedio [n= 310]	DE
Grasa [g.100g ⁻¹]	3,62 ^a	0,26	3,51 ^a	0,29	3,52 ^a	0,42
Sólidos no grasos [g.100g ⁻¹]	8,81 ^a	0,18	8,72 ^{ab}	0,18	8,70 ^b	0,30
Densidad [g.cm ⁻³]	1,030 ^a	0,001	1,029 ^a	0,001	1,029 ^a	0,001
Proteína [g.100g ⁻¹]	3,14 ^a	0,09	3,10 ^{ab}	0,07	3,09 ^b	0,13
Punto crioscópico [°C]	-0,516 ^a	0,013	-0,510 ^{ab}	0,011	-0,509 ^b	0,019
pH	6,76 ^{ab}	0,09	6,58 ^b	0,08	6,56 ^a	0,09 ^a
Acidez titulable [°Dornic]	17,57 ^a	1,05 ^a	17,26 ^a	1,21	17,33 ^a	1,43
Bacterias totales [Log ufc.ml ⁻¹]	4,94 ^a	5,30	3,73 ^a	4,10	5,64 ^a	5,31
Coliformes totales [Log ufc.ml ⁻¹]	5,11 ^a	5,30	3,85 ^a	4,22	5,70 ^a	5,36
Células somáticas [Log cél.ml ⁻¹]	5,20 ^a	5,44	4,0 ^a	4,34	5,65 ^a	5,45

Letras diferentes en los superíndices dentro de una misma fila indican diferencia significativa (p<0,05)

Conclusiones

En este trabajo se caracterizó la calidad de la leche de una de las cuencas lecheras de mayor importancia del norte del país, la cual se encuentra en constante expansión. Se observó una adecuada calidad composicional de la leche, comparable con los parámetros de otras producciones lecheras del país, lo cual se encuadra en general en las exigencias del sistema de pago por calidad. Es necesario realizar un trabajo de capacitación con los productores para mejorar la calidad microbiológica de la leche, sobre todo en verano. Los grandes productores producen mejor calidad composicional de leche que los medianos y pequeños productores, las cuales pueden atribuirse al uso de mejores estrategias de manejo y alimentación de los rodeos. La calidad sanitaria y el conteo de células somáticas es otro aspecto a considerar a fin de mejorar los valores encontrados, disminuir el nivel de infección y poder así aumentar la productividad de la cuenca.

Agradecimientos

Los autores de este trabajo agradecen a la Mesa de Lechería de Tucumán y a todos los productores que aportaron su leche para medir la calidad. Se agradece también al Proyecto DETEM de la ANPCyT, al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, CONICET y a la Facultad de Agronomía y Zootecnia por los subsidios otorgados para realizar esta investigación.

Bibliografía

- Aaku, E.N., Collison, E.K., Gashe, B.A. and Mpuchane, S. 2003. Microbiological quality of milk from two processing plants in Gaborone Botswana. *Food Control*. 15:181-186.
- Adesiyun, A.A., Webb, L. and Rahaman, S. 1995. Microbiological quality of raw cows milk at collection centers in Trinidad. *J. Food Protection*. 58:139-146.
- Afif, A., Faid, M., Chigr, F. and Najimi, M. 2008. Survey of the microbiological quality of the raw cow milk in the Tadla area of Morocco. *IJDT*. 61:340-346.
- ANMAT. Código Alimentario Argentino. Chapter 8: Alimentos Lácteos. 2014. www.anmat.gov.ar/alimentos/normativas_alimentos_caa.asp. [10 May 2015].
- Bonfoh, B., Wasem, A., Traore, A.N., Fane, A., Spillmann, H., Simbe, C.F., Alfaroukh, I.O., Nicolet, J., Farah, Z. and Zinsstag, J. 2003. Microbiological quality of cows' milk taken at different intervals from the udder to the selling point in Bamako (Mali). *Food Control*. 14:495-500.
- 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. *Revista FAVE - Ciencias Veterinarias* 4 (1-2)
- Casado Cimiano, P. 1987. Guía para el Análisis Químico de la leche y los derivados Lácteos. Ediciones Ayala, pp 700, Madrid, Spain.
- Cátedra de Lechería-FAZ-UNT. 2016. Datos no publicados recabados por la Cátedra de Lechería de la Facultad de Agronomía y Zootecnia (FAZ) de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT).
- Cisint, J.C. 2004. Caracterización general de la cuenca lechera de trancas, Tucumán, Argentina. *Revista de Extensión Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de Tucumán*, 2, 1-15.
- Corbellini, C. 2015. La mastitis bovina y su impacto sobre la calidad de la leche. *Infoláctea*. In: <http://infolactea.com/biblioteca/la-mastitis-bovina-y-su-impacto-sobre-la-calidad-de-la-leche/>
- Corbellini, C., Garbarino, E., Benzaquen, M., Serrano, P. y Musset, G. 2005. Impacto de la mastitis subclínica sobre la producción de quesos duros. In: www.Agro.uba.ar/catedra/plechera/corbellini.pdf. Argentina
- EEAOC. 2016. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres. Datos meteorológicos Benjamín Paz período 2011 a 2013. In: <http://www.eeaoc.org.ar/agromet/graficos.php?estacn=1025&desde=01%2F01%2F2011&hasta=31%2F12%2F2013&opcion=1>
- FAO. 2013. <http://faostat.fao.org/site/573/DesktopDefault.aspx?PageID=573#ancor> [8 May 2015].
- FIL. 1991. Milk and milk products. Enumeration of microorganisms (Colony count technique at 30°C). Brussels, Belgium 100B.
- FIL. 1995. Enumeration of somatic cells in milk. Brussels, Belgium 148A.
- FIL. 1998. Milk and milk products. Enumeration of coliforms. Brussels, Belgium 73B.
- Gran, H.M., Mutukumira, A.N., Wetlesen, A. and Narvhus, J.A. 2002. Smallholder dairy processing in Zimbabwe: the production of fermented milk products with particular emphasis on sanitation and microbiological quality. *Food Control*. 13:161-168.
- Harmon, R.J. 1994. Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. *J. Dairy Sci*. 77:2103-2112.
- Headrick, M.L., Korangy, S., Bean, N.H., Angulo, F.J., Altekruise, S.F., Potter, M.E. and Klontz, K.C. 1998. The epidemiology of raw milk-associated foodborne disease outbreaks reported in the United States, 1973 through 1992. *American Journal of Public Health*. 88:1219-1221.
- Leva, P. and Valtorta, S. 1996. Milk Production decline during summer in Argentina: Present situation and expected effects of global warming. *Proceeding of 14 Ph International Congress of Biometereology*. Ljubliana. Eslovenia.
- Livestock Improvement. 1999. Dairy Statistics 1998-1999. Livestock Improvement Corp. Ltd.; Hamilton, New Zealand.
- Mehra, R., O'Brien, B., Connolly, J.F. and Harrington, D. 1999. Seasonal variation in the composition of Irish manufacturing and retail milks. 2. Nitrogen fraction. *Irish J. Agric. and Food Res*. 38:65-74.
- MINAGRI. 2015. http://64.76.123.202/site/subsecretaria_de_lecheria/lecheria/04_Pago_por_Calidad/index.php [3 May 2015].
- Oliszewski, R., Toll Vera, J., González, S.N. y Nuñez, M.S. 2001. Evaluación de la Calidad de la leche invernal de la Cuenca lechera Tapia-Trancas (Tucumán, Argentina). *Información Tecnológica - Vol 12 (4)* 25-32.
- Oliszewski, R., Cisint, J.C. and Núñez de Kairúz, M. 2007. Manufacture characteristics and shelf-life of Quesillo, an Argentinean traditional cheese. *Food Control*. 18:736-741.
- Revelli, G.R., Sbodio, O.A. and Tercero, E.J. 2004. 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. de Microbiología*. 36:145-149.
- Revelli, G.R., Sbodio, O.A. y Tercero, E.J. 2011. Estudio y evolución de la calidad de leche cruda en tambos de la

- zona de noroeste de Santa Fe sur y de Santiago del Estero, Argentina (1993-2009). Revista de Investigaciones Agropecuarias RIA, Vol 37, 2, 128-139.
- Soler, A., Ponsell, C., De Paz, M. and Núñez, M. 1995. The Microbiological Quality of Milk Produced in the Balearic Islands. *Int Dairy J.* 5:69-74.
- Steele, M.L., McNab, W.B., Poppe, C., Griffiths, M.W., Chen, S., Degrandis, S.A., Fruhner, L.C., Larkin, C.A., Lynch, J.A. and Odumeru, J.A. 1997. Survey of Ontario bulk tank raw milk for food-borne pathogens. *J. Food Prot.* 60:1341-1346.
- Svennersten-Sjaunja, K., Sjaunja, L.O., Bertilsson, J. and Wiktorsson, H. 1997. Use of regular milking records versus daily records for nutrition and other kinds of management. *Livest. Prod. Sci.* 48:167-174.
- Taverna, M.A. y Coulon, J.B. 1999. Caracterización de la composición físico-química de la leche producida en la Cuenca Lechera Central de la Argentina, del libro "La calidad de la leche y los quesos". Ed INTA- PRDAN pp 89-115.
- Toledo, P., Andrien, A. and Björck, L. 2002. Composition of raw milk from sustainable production systems. *Int. Dairy J.* 12:75-80.
- Valtorta, S.E. and Leva, P.E. 1988. Caracterización del ambiente físico. Producción de leche en verano. Revista Universidad Nacional del Litoral, 9-20.
- Weidmann, P.E., Thomas, J.A., Heer, G., Valtorta, S.E., González, A., Weidmann, R.L., Zen, G. y Garnero O. 2002. Calidad de la leche producida en los departamentos centrales de la cuenca lechera santafesina. Composición química. *FAVE.* 1:25-38.
- Weidmann, P., Schneider, M., Valtorta, S., Baudracco, J. and Grosso, S.A. 1997. Respuestas de vacas Holstein y Cruza Holstein x Jersey en la Cuenca Lechera Santafesina. *Rev Facultad de Agronomía UNL.* 17:91-94.