

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA, HIGIÉNICA Y SANITARIA DE LA LECHE CRUDA ALMACENADA EN FRÍO

Evaluation of the Physical-Chemical, Hygienic and Sanitary Quality of Refrigerated Raw Milk

Sol Román, Lourdes Guerrero y Lidis Pacheco

Laboratorio de Productos Lácteos, Núcleo Universitario "Rafael Rangel" (NURR), Universidad de los Andes. Trujillo, Venezuela.

RESUMEN

Para evaluar la calidad fisicoquímica, higiénica y sanitaria de la leche cruda almacenada en los silos refrigerados de cuatro industrias localizadas en los estados Zulia, Trujillo y Mérida se tomaron 107 muestras en total durante un año. A las muestras le fueron determinadas: pH, acidez titulable, proteína total, contaje de bacterias mesófilas y psicrótrofos totales; psicrótrofos proteolíticos y lipolíticos y recuento de células somáticas totales. Los datos fueron procesados mediante análisis de varianza usando el SAS. Los promedios de pH, acidez y proteína total obtenidos indican una buena calidad fisicoquímica. La calidad higiénica fue deficiente y se caracterizó por elevados contajes de mesófilos y psicrótrofos totales y una alta proporción de psicrótrofos proteolíticos sobre todo, en aquellas muestras almacenadas por dos o más días antes de ser procesadas. Los promedios de células somáticas fueron menores de 400.000 cel/mL, límite dentro del cual las propiedades tecnológicas de la leche son consideradas aceptables. Los promedios más elevados de células somáticas se obtuvieron durante la estación seca.

Palabras clave: Leche cruda, psicrótrofos, proteólisis.

ABSTRACT

In order to evaluate the physical-chemical, hygienic and sanitary quality of stored refrigerated raw milk in four dairy industries located in the states of Zulia, Trujillo and Mérida; a total of 107 samples were collected during one year. Milk was analyzed for pH, titratable acidity, total protein, total mesophilic bacteria count, total psychrotrophic bacteria count, proteolytic and lipolytic psychrotrophic counts and somatic cell counts. Data was processed by variance analysis with SAS procedures. The mean values for pH, titratable acidity and total protein indicated good physical-chemical quality. The deficient hygienic quality was characterized by high counts of mesophilic

and psychrotrophic bacteria and high proportions of proteolytic psychrotrophs in samples with two or more days of storage before processing. The somatic cell counts averages were less than 400000 cell/mL, which is the threshold value for the technological properties of raw milk which are considered acceptable. The highest somatic cell count means were obtained during the dry season. Correlation between bacterial counts and somatic cell counts were high.

Key words: Raw milk, psychrotrophic bacteria, proteolysis.

INTRODUCCIÓN

La calidad de la leche según Alais [1] puede considerarse desde dos aspectos esenciales que no son independientes uno del otro. La calidad química corresponde a su composición, características organolépticas, fisicoquímicas, valor nutritivo; que deben encontrarse en un nivel favorable que permita conservar diferentes aptitudes que son importantes en el proceso, como: estabilidad térmica, calidad de conservación, coagulabilidad enzimática, desarrollo de bacterias lácticas, etc. La calidad higiénica está relacionada con la carga y tipo de microorganismos, con la flora inocua y la flora productora de enzimas termorresistentes, estas últimas potencialmente causantes de accidentes de fabricación.

La refrigeración ha resuelto desde hace muchos años, los problemas de proliferación microbiana y sus consecuencias en el deterioro de la leche, pero han surgido otros problemas originados por los microorganismos psicrótrofos, sobre todo cuando la refrigeración se prolonga por varios días antes de su procesamiento [12]. Cuando el número de psicrótrofos es considerable pueden causar alteraciones en las características sensoriales y defectos físicos en los productos elaborados debido a la actividad proteolítica y lipolítica; por tanto su determinación es útil para evaluar la calidad microbiológica de la leche que ha sido sometida a refrigeración [32].

La determinación de psicrótrofos en leche refrigerada es un criterio que aún no ha sido considerado por nuestro sistema

de normalización, a pesar de que la mayoría de nuestras Industrias lácteas manejan volúmenes apreciables de leche fría para la producción de quesos madurados.

La calidad sanitaria está referida al recuento de células somáticas. Estas son principalmente células defensivas o leucocitos y en menor cantidad, células de descamación del epitelio glandular que se vuelcan en la leche producto del funcionamiento normal de la glándula mamaria [22]. El recuento de células somáticas constituye un parámetro de gran valor diagnóstico para establecer el nivel sanitario de la glándula mamaria de un animal o un rebaño [11]. Heesch [18] señala que el recuento de células somáticas cumple una doble función: como indicador de las condiciones sanitarias del rebaño y de la calidad tecnológica de la leche destinada a procesos. Cuando se encuentran altos contenidos de células somáticas no se debe pensar sólo en las infecciones por patógenos como causa de mastitis sino en otros factores como: farmacológicos, fisiológicos y causantes de estrés [12, 18, 22].

Estudios experimentales muestran que la presencia de un alto número de células somáticas en la leche se asocian con la alteración en sus características químicas, fisiológicas y de manufactura; así como de los productos elaborados [17, 18, 22]. La normalización nacional no establece ningún criterio sobre el recuento de células somáticas a pesar de ser considerado en muchos países de tradición lechera como un parámetro importante de calidad e implementado en el pago de la leche.

El propósito del trabajo fue evaluar la calidad fisicoquímica, higiénica y sanitaria de la leche cruda almacenada en silos refrigerados de cuatro industrias lácteas ubicadas en la zona baja cercana al estado Trujillo determinando posible efecto estacional y la correlación entre los parámetros analizados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras

Se recolectaron un total de 107 muestras de leche cruda refrigerada almacenadas en silos de cuatro industrias localizadas en los municipios Sucre, Candelaria y Tulio Febres de los estados Zulia, Trujillo y Mérida, respectivamente. La frecuencia de muestreo fue quincenal durante un año, cubriendo pe-

riodos de lluvia y sequía. Las muestras de leche se tomaron de cada silo, los días lunes antes de iniciar el procesamiento y se transportaron bajo condiciones de refrigeración hasta el laboratorio de Productos Lácteos del Núcleo Universitario Rafael Rangel (NURR) de la Universidad de los Andes, ubicado en el estado Trujillo y se analizaron inmediatamente. Las características más importantes de las industrias se presentan en la TABLA I.

Determinaciones analíticas

- pH: Medición con pH-metro marca Orión, Modelo 520 A.
- Acidez titulable: Titulación con NaOH 0,100 N [10].
- Proteína total: Método de Micro Kjeldahl; factor de conversión de nitrógeno a proteína 6,38 [24].
- Recuento de mesófilos totales (RMT): Siembra de las diluciones en Agar Plate Count e incubación a $32^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 24-48 h [8].
- Recuento de psicrótrofos totales (RPT): Siembra de las diluciones en Agar Plate Count e incubación a $7^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 10 días [15].
- Recuento de psicrótrofos proteolíticos (RPP): Siembra de las diluciones en Agar Leche e incubación a $7^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 10 días [3].
- Recuento de psicrótrofos lipolíticos (RPL): Siembra de las diluciones en Agar Tributirina e incubación a $7^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 10 días [3].
- Recuento total de células somáticas (RCST): Método de conteo microscópico directo [16]. En la tinción de los extendidos de leche se empleó el colorante de Broadhurst-Paley [29].

Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza utilizando el procedimiento del Modelo Lineal General del paquete estadístico SAS[31], bajo el ambiente UNIX para red, para IBM RS6000, instalada en el Centro Nacional de Cálculo de la Universidad de los Andes (CeCalCula). Cuando se apreciaron diferencias significativas entre las medias éstas fueron separadas mediante la prueba de comparación múltiple de Duncan ($P < 0,05$). Adicionalmente, se establecieron correlaciones entre las variables evaluadas.

TABLA I
CARACTERÍSTICAS DE LAS INDUSTRIAS LÁCTEAS *

Industria	Municipio/Estado	Volumen de leche recibida L/día	Nº de silos y Temp. Almac.	Volumen de leche para queso	Tipo de queso	Tiempo de Almac. (días)
1	Sucre/Zulia	170.000	5/4-6°C	170.000	Madurado	2-3
2	Candelaria/Trujillo	138.000	7/4°C	138.000	Madurado y Fresco	2-3
3	Sucre /Zulia	49.000	1/4°C	28.000	Fresco	<1
4	T. Febres/Mérida	135.000	1/<4°C	30.000	Fresco	2

* Información suministrada por las industrias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la TABLA II se presentan los resultados de las pruebas fisicoquímicas, microbiológicas y recuento de células somáticas, en promedios y desviación estándar.

De las variables analizadas pH, acidez titulable, y proteína total sólo para acidez titulable de la leche se obtuvo significancia ($P < 0,05$).

El promedio total de pH se ubica en el rango normal considerado para este producto 6,5 a 6,7 [6]. Promedios similares de 6,45; 6,49; 6,60 y 6,65 han sido reportados en muestras de leche de fincas de las zonas altas y bajas del estado Trujillo [4, 5, 23, 27]. El promedio total de acidez titulable obtenido se sitúa dentro de los requisitos exigidos en la Norma COVENIN 903 [9]. Los valores obtenidos en la presente investigación son menores a los valores reportados para leches de fincas de las zonas bajas del estado Trujillo [4, 23, 25, 27]. En la FIG. 1 se observa variación entre el porcentaje de acidez titulable de las leches siendo la industria 1 la responsable de esta variación ($P < 0,05$).

El promedio de proteína total de la leche cruda refrigerada presentado en la TABLA II muestra que el producto cumple con el requisito de la Norma COVENIN 903 [9], a pesar de que los valores referidos en este estudio provienen de diferentes distritos que conforman la zona baja cercana al estado Trujillo. Este valor es similar al reportado por Boscán [6] para la leche del distrito Colón en el estado Zulia (3,6%) y ligeramente supe-

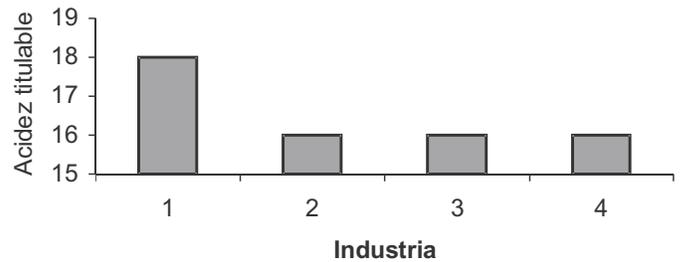


FIGURA 1. PROMEDIO ACIDEZ TITULABLE (mL NaOH 0,1N/100 mL) DE LECHE REFRIGERADA DE SILOS DE LAS INDUSTRIAS.

rior al de 3,5% hallado para el distrito Sucre del estado Zulia y estado Trujillo [27]; pero superior a 3,0% hallado en el estado Mérida [26]. Estos valores probablemente se deben a que las muestras de Mérida provienen mayoritariamente de rebaños Holstein, mientras que de los estados Zulia y Trujillo derivan de rebaños mestizos, algunos Pardo suizo y Cebú [26].

Las variables analizadas permiten señalar que la leche cruda almacenada en los silos refrigerados de las industrias estudiadas posee una buena calidad que permite su estabilidad fisicoquímica y conservación hasta el momento de su pasteurización, los factores que producen esa estabilidad están estrechamente ligados a la acidez, pH y las proteínas [7].

Los recuentos bacterianos fueron no significativos para todos los grupos microbianos analizados. El promedio de RMT mostrado en la TABLA II ubica a todas las muestras dentro de

TABLA II
PROMEDIOS Y DESVIACIONES ESTANDAR DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS HIGIÉNICO Y SANITARIO DE LA LECHE REFRIGERADA

Parámetro	Industria				Promedio
	1	2	3	4	
pH	6,53 ± 0,15	6,50 ± 0,16	6,60 ± 0,12	6,53 ± 0,35	6,54 ± 0,18
Acidez mL NaOH 0.1N /100 mL leche	18,0 ^a ± 0,31	16,0 ^b ± 0,15	16,0 ^b ± 0,19	16,0 ^b ± 0,09	17,0 ± 0,23
Proteína Total%	3,52 ± 0,39	3,69 ± 0,27	3,56 ± 0,29	3,48 ± 0,38	3,54 ± 0,35
RMT UFC/mL	5,2x10 ⁷ ± 0,26	5,7x10 ⁷ ± 0,23	1,7x10 ⁷ ± 0,23	3,3 x10 ⁷ ± 0,21	3,6x10 ⁷ ± 0,24
RPT UFC/mL	1,9x10 ⁷ ± 0,21	1,7x10 ⁷ ± 0,23	0,9x10 ⁷ ± 0,23	0,6x10 ⁷ ± 0,22	1,1x10 ⁷ ± 0,24
RPP UFC/mL	6,1x10 ⁵ ± 0,26	7,2x10 ⁵ ± 0,27	2,5x10 ⁵ ± 0,32	1,4x10 ⁵ ± 0,31	3,6x10 ⁵ ± 0,30
RPL UFC/mL	<100	<100	<100	<100	<100
RCST Cel/mL	263026 ± 0,22	331000 ± 0,24	363078 ± 0,22	389045 ± 0,22	331131 ± 0,22

RMT= recuento total de mesófilos. RPT= recuento total de psicrótrofos. RPP= recuento de psicrótrofos proteolíticos.

RPL= recuento de psicrótrofos lipolíticos. RCST= recuento total de células somáticas.

a,b: medias con diferentes superíndices difieren significativamente ($P < 0,05$).

la categoría de leches sin clasificación de la Norma COVENIN 903 [9], resultado evidente de una contaminación alta inicial que favorece la multiplicación bacteriana y el deterioro de la leche que ingresa en los silos de las industrias. En investigación anterior hecha con muestras de leche cruda refrigerada en tanques de dos haciendas del estado Trujillo se halló un promedio de $2,0 \times 10^7$ UFC/mL valor menor a los presentados en la TABLA II [25].

El promedio de RPT que se muestra en la TABLA II es mayor a los hallados por Favale y col. [14] en leches de receptorías de tres industrias de la zona de Santa Fe, Argentina ($>5 \times 10^5$ UFC/mL); por Villar y col. [32] en leches refrigeradas de ocho haciendas de la región de Cantabria, España ($2,2 \times 10^4$ UFC/mL); por Hernández y Clavijo [19] en haciendas del estado Aragua ($9,6 \times 10^6$ UFC/mL) y Díaz [12] en haciendas de las zonas altas del estado Mérida ($2,0 \times 10^5$ UFC/mL) [12, 14, 19, 32].

Jaspe y col. [21] señalan que en una leche producida bajo estrictas condiciones higiénicas con un promedio de 10^4 gérmenes/mL, el porcentaje de bacterias psicrótrofas no supera el 10% de la flora mesófila inicial, en cambio en condiciones higiénicas desfavorables esta proporción puede ser superior al 75%, llegando a ser totalmente dominante durante la refrigeración. El porcentaje hallado en este trabajo (93%) confirma las deficientes condiciones de recolección de la leche recibida por las industrias.

Si bien no existe normativa sobre el número de psicrótrofos que debe presentar una leche cruda, es deseable su presencia en bajo número, puesto que aún cuando las bacterias viables puedan ser inactivadas por el tratamiento térmico, las enzimas termoresistentes pueden provocar disminución de la vida media de los derivados [13, 21, 28].

El promedio de RPP presentado en la TABLA II se ubica entre los reportados por Villar y col. [32] en leches crudas de ocho haciendas del área de Cantabria, Noreste de España ($0,3 \times 10^5$ UFC/mL), Favale y col. [14] en leches de receptorías de tres industrias de la cuenca Santafesina, Argentina ($3,9 \times 10^5$ UFC/mL); y Alvarez [2] en leches crudas de tanques refrigerados de haciendas en México ($6,7 \times 10^5$ UFC/mL) [2, 14, 32].

Los valores de RPL fueron <100 UFC/mL para todas las industrias analizadas, TABLA II. Estos resultados son menores a los reportados por Favale y col. [14] en 11% de las muestras de receptorías de empresas de Santa Fe, Argentina ($>4,9 \times 10^5$ UFC/mL) y Villar y col. [32] en muestras de ocho haciendas, de la región de Cantabria ($0,1 \times 10^5$ UFC/mL). La alta proporción de proteolíticos sobre lipolíticos alerta sobre potenciales problemas tecnológicos durante la transformación de la leche [14, 32].

En relación a la calidad higiénica, la presencia de elevados contajes de mesófilos y la alta proporción de bacterias psicrótrofas halladas en las muestras es índice de una higiene in-

suficiente y de un manejo inadecuado de la etapa de almacenamiento en frío de la leche [1].

Aun cuando las muestras provenientes de las industrias 3 y 4 registraron los menores promedios de contajes posiblemente debido a que procesan menor volumen de leche y la almacenan por menor tiempo (TABLA I) la calidad microbiológica en general fue deficiente, haciendo a las muestras no aptas para ser conservadas en refrigeración para la producción de queso.

La calidad sanitaria, medida por el RCST se muestra en la TABLA II. El 76% de la muestras analizadas indican que la calidad sanitaria fue en general buena. Atendiendo a la clasificación de Philpot 1984, citado por Contreras [11] las mismas se sitúan en la categoría de leches mezcla sin infección mastítica probable, con menos de 400.000 cel/mL. Este valor es considerado como el umbral inferior dentro del cual las aptitudes tecnológicas de la leche todavía son aceptables [18].

En la TABLA III se detallan los promedios por estación de todos los parámetros analizados.

Se observa ligera tendencia aunque no significativa al aumento de la proteína total durante el periodo de lluvias coincidiendo con los resultados de Hernández y col. [20] en muestras de leche cruda del estado Zulia (3,44%) y de Sánchez [26] en muestras de leche de las zonas altas del estado Mérida (3,10%). En cambio la carga microbiana de mesófilos y psicrótrofos totales tiende al incremento durante la estación seca. Román y col. [25] señalan incremento significativo ($P < 0,05$) del recuento total de la leche cruda refrigerada de haciendas durante la estación seca ($2,1 \times 10^7$ UFC/mL).

La calidad sanitaria fue estadísticamente significativa ($P < 0,05$). Los resultados señalan que la leche de la industria 4 registró los mayores promedios de RCST en la estación lluviosa, cuando la tendencia estacional ubica al resto de promedios de recuentos en época seca (FIG. 2). Valores elevados de recuentos de células somáticas en la época de verano han sido asociados con una alta incidencia de mastitis clínica [17, 29], al estrés ocasionado por las altas temperaturas que incrementan la susceptibilidad a la infección por patógenos [17, 30]. Contrariamente, en nuestro país se ha señalado que el mayor número de casos de mastitis clínicas suelen observarse en el periodo de lluvias, coincidiendo con elevados valores de recuentos de células somáticas en la leche [11].

Correlaciones

Las correlaciones entre los parámetros físico-químicos y los recuentos microbianos y los recuentos de células somáticas fueron bajos; en cambio entre los recuentos microbianos y las células somáticas fueron altos, TABLA IV.

La correlación entre la flora mesófila total y la flora psicrótrofa total es menor al de 0,82 obtenido por Villar y col. [32], en muestras de leche cruda almacenadas en tanques de haciendas de la región de Cantabria, España, señalando que el

TABLA III
PROMEDIOS ESTACIONALES DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS, HIGIÉNICO Y SANITARIO
DE LA LECHE REFRIGERADA

Parámetro Estación	Industria				Promedio
	1	2	3	4	
pH					
S	6,51	6,59	6,58	6,61	6,57
L	6,55	6,37	6,62	6,40	6,49
Acidez mLNaOH					
0,1N/100mL	18,0	16,0	16,0	16,0	16,0
S	18,0	17,0	16,0	15,0	17,0
L					
Proteína%					
S	3,51	3,65	3,58	3,40	3,54
L	3,51	3,80	3,55	3,61	3,62
RMT (UFC/mL)					
S	$3,0 \times 10^7$	$7,0 \times 10^7$	$2,4 \times 10^7$	$2,2 \times 10^7$	$3,3 \times 10^7$
L	$2,7 \times 10^7$	$3,6 \times 10^7$	$0,7 \times 10^7$	$4,8 \times 10^7$	$2,4 \times 10^7$
RPT (UFC/mL)					
S	$3,0 \times 10^7$	$2,0 \times 10^7$	$0,6 \times 10^7$	$0,7 \times 10^7$	$1,3 \times 10^7$
L	$1,0 \times 10^7$	$0,7 \times 10^7$	$1,0 \times 10^7$	$0,4 \times 10^7$	$0,3 \times 10^7$
RPP (UFC/mL)					
S	$1,4 \times 10^5$	$0,1 \times 10^5$	$1,6 \times 10^5$	$0,2 \times 10^5$	$1,5 \times 10^5$
L	$0,1 \times 10^5$	$0,8 \times 10^5$	$3,4 \times 10^5$	$2,8 \times 10^5$	$3,0 \times 10^5$
RCST (cel/mL)					
S	$2,4 \times 10^{5a}$	$3,3 \times 10^{5a}$	$3,3 \times 10^{5a}$	$2,8 \times 10^{5a}$	$2,9 \times 10^5$
L	$2,2 \times 10^{5a}$	$2,6 \times 10^{5a}$	$3,5 \times 10^{5a}$	$4,8 \times 10^{5b}$	$3,0 \times 10^5$

RMT= recuento total de mesófilos. RPT= recuento total de psicrótrofos. RPP= recuento de psicrotrofos proteolíticos. RCST= recuento total de células somáticas. S: estación seca. L: estación lluviosa. a,b: medias con diferente superíndice difieren significativamente ($P < 0,05$).

mismo puede ser indicativo de manipulación inadecuada de la leche durante la producción; que conduce a la proliferación de psicrótrofos sobre la superficie de equipos deficientemente limpios y/o condiciones inadecuadas durante el almacenamiento posterior.

La correlación entre la flora total y la proteolítica es mayor a la reportada por Alvarez [2] en leches crudas de tanques refrigerados de haciendas en México (0,35). Las elevadas cargas de psicrótrofos totales y proteolíticos compromete la aptitud de la leche para su tratamiento tecnológico, encontrándose una alta correlación entre los mismos (0,99).

CONCLUSIONES

Las variables analizadas permiten señalar que la leche cruda almacenada en los silos refrigerados de las industrias investigadas presentó una buena calidad físicoquímica, con valores de pH, acidez titulable y proteína total dentro de los límites señalados en la normativa para este producto.

La calidad higiénica fue deficiente y se caracterizó por elevados recuentos de mesófilos y psicrótrofos totales. La alta proporción de proteolíticos dentro de la flora psicrótrfica com-

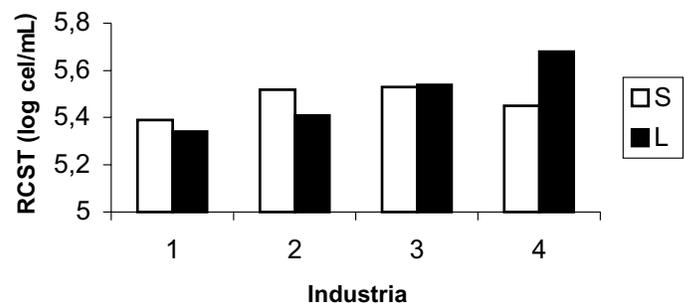


FIGURA 2. PROMEDIO ESTACIONAL DE CÉLULAS SOMÁTICAS DE LECHE REFRIGERADA DE LAS INDUSTRIAS.

prometen la aptitud de la leche para su transformación. A pesar de no hallarse diferencias significativas los promedios de mesófilos, psicrótrofos y proteolíticos fueron mayores en las leches de las industrias 1 y 2 que almacenan la misma por más tiempo antes del procesamiento.

Los promedios de recuento de células somáticas totales, se hallaron por debajo de 400.000 cel/mL, lo cual es indicativo de leches con calidad sanitaria aceptable. La mayoría de los promedios fueron elevados en la estación seca.

TABLA IV
COEFICIENTES DE CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LOS CONTAJES MICROBIANOS Y LAS CELULAS SOMÁTICAS DE LECHE CRUDA REFRIGERADA

	LRMT	LRPT	LRPP	LRCST
LRMT	1,000			
LRPT	0,679	1,000		
LRPP	0,681	0,991	1,000	
LRCST	-0,593	-0,890	-0,822	1,000

LRMT= log recuento total de mesófilos. LRPT= log recuento total de psicrótrofos.

LRPP= log recuento psicrótrofos proteolíticos. LRCST= log recuento total de células somáticas.

AGRADECIMIENTO

Al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico de la Universidad de los Andes (CDCHT) por el aporte financiero otorgado al Proyecto C-232-98-03-A.

Al Centro Nacional de Cálculo de la Universidad de los Andes (CeCalCula) por el tratamiento estadístico de los datos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALAIS, CH. **Ciencia de la leche**. Edit. Reverté. España. 873pp. 1985.
- [2] ALVAREZ, J. Principales grupos bacterianos de la leche y su relación con el conteo de aerobios mesófilos. **II Taller Internacional sobre calidad de la leche**. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco. México. 17-21 Mayo. 343pp. 1993.
- [3] AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard Methods for the examination of dairy products**. Chapter 8th Washington. DC:275-277. 1992.
- [4] ARAUJO, V.; NARANJO, N. Comparación de los valores de acidez y pH de la leche cruda de la receptoría "Los Corrales". Núcleo Universitario "Rafael Rangel". Universidad de los Andes. Trabajo de grado. Trujillo. Venezuela. 1991.
- [5] BECERRA, M.; FLORES, T.; VERGARA, L. Análisis físico-químico y microbiológico en muestras de leche cruda de las zonas altas del Estado Trujillo. Núcleo Universitario "Rafael Rangel". Universidad de los Andes. Trabajo de grado. Trujillo. Venezuela. 1991.
- [6] BOSCAN, L. Normalización y control de calidad de productos lácteos en Venezuela. **Jornadas Científicas**. Universidad Simón Bolívar. Caracas. Venezuela. 43pp. 1980.
- [7] BOSCAN, L.; FARÍA, J. Control de calidad de la leche en Venezuela. En curso: Biotecnología de lácteos. Centro de Investigaciones Lácteas "Rafael Rangel" (CILARR). Betijoque. Estado Trujillo. Venezuela. 34pp. 1992.
- [8] COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). **Alimentos. Métodos para recuentos de colonias de bacterias aerobias en placas de Petri**. B-902. Caracas. 1987.
- [9] COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). **Leche cruda**. B-903. Caracas. 1993.
- [10] COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). **Leche y sus derivados. Determinación de la acidez titulable**. A-658. Caracas. 1997.
- [11] CONTRERAS, J. **Enfermedades de los Bovinos**. Ediciones Impresos Apilit. Barquisimeto. Venezuela. 742 pp. 1992.
- [12] DIAZ, C. **Microbiología de la leche y de los productos lácteos**. Vol. I. Editorial Venezolana C.A. Mérida. Venezuela. 270 pp. 2000.
- [13] FARÍA, J.; GARCÍA, U.A.; GARCÍA, A.; TOVAR, A. Eficiencia de la pasteurización de la leche de cabra en una miniplanta procesadora de queso. **Rev. Científica FCV-LUZ** X(2):119-123. 2000.
- [14] FAVALE, M.; UMANSKY, G.; SCARINCI, H.; SIMONETTA, A. Incidencia de bacterias psicrotrofas, proteolíticas y lipolíticas en leche cruda. **Rev. Arg. Lact.** VI (10):25-36. 1994
- [15] FEDERACIÓN INTERNACIONAL DE LAITIÈRE (FIL-IDF) 101 A:1991. **Milk. Enumeration of psychrotrophic micro-organisms**. Bélgica. 1991.
- [16] FEDERACIÓN INTERNACIONAL DE LAITIÈRE (FIL-IDF) 148 A: 1995. **Milk. Enumeration of somatic cells: microscope method**. Bélgica. 1995.
- [17] HARMON, R. Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. **J. Dairy Sci.** 77(7):2103-2112. 1994
- [18] HEESCHEN, W. Calidad de la leche cruda y productos lácteos en la Comunidad Económica Europea. **Boletín del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)**. Buenos Aires. Argentina. 27:7-20. 1990.
- [19] HERNANDEZ, A.; CLAVIJO, M. Influencia de la calidad microbiológica de la leche cruda y del procesamiento so-

- bre la calidad de la leche pasteurizada. Resumen. **I Congreso Venezolano de Ciencia y Tecnología de Alimentos**. Caracas. Venezuela. 23-27 Marzo. 145pp. 1996.
- [20] HERNANDEZ, M.; PEREZ, J.; FARÍA, J.; BOSCÁN, L. Variación de los valores proteicos en muestras de leche de la región zuliana. **XXXVIII Convención Anual de ASOVAC**, Maracay. Fac. Ingeniería y Ciencias Veterinarias. Universidad del Zulia. Maracaibo. Noviembre 1988.
- [21] JASPE, A; MATIAS, P.; FERNANDEZ, L.; SAN JOSÉ, C. Revisión: Interacciones entre la flora láctica y la flora psicrotrofa Gram negativa de la leche. **Rev. Esp. Ciencia y Tecnología de Alimentos**. 33(5):461-467. 1993.
- [22] KOLO-CHRISTIENSEN, S. Comptage des cellules somatiques et qualite du lait. **La Technique Laitiere**. 950:21-23. 1981.
- [23] LINARES, M.; GUERRERO, J. Calidad físicoquímica de la leche cruda de fincas de la zona baja de Betijoque. Núcleo Universitario "Rafael Rangel". Universidad de los Andes. Trabajo de Grado. Trujillo. Venezuela. 1991.
- [24] RODRIGUEZ, B.; MARTIN, E. **Análisis de Alimentos**. Organización de Bienestar estudiantil. Universidad Central de Venezuela. Caracas. 396 pp. 1980.
- [25] ROMÁN, S.; GUERRERO, L.; FERRER, S. Influencia de la calidad sanitaria de la leche y la estacionalidad sobre el rendimiento del queso Gouda. **Rev. Científica FCV LUZ** X(5):399-404. 2000.
- [26] SÁNCHEZ, M. D. Características físicoquímicas de la leche cruda producida en las zonas altas del Estado Mérida.. Facultad de Farmacia Universidad de los Andes. Mérida. Venezuela. (Trabajo de ascenso): 80 pp. 1988.
- [27] SANTIAGO, Z. Análisis físicoquímico de muestras de leche cruda y pasteurizada de tres queseras del Estado Trujillo. Núcleo Universitario "Rafael Rangel". Universidad de los Andes. Trujillo. Venezuela. (Trabajo de ascenso): 27-29.1986.
- [28] SHAH, N. Psychrotrops in milk: a review. **Milchwissenschaft** 49:423-437. 1994.
- [29] SHALM, O.; CARROLL, E.; JAIN, N. **Bovine Mastitis**. Philadelphia. Lea y Febiger. 1971.
- [30] SMITH, K.; TODHUNTER, D.; SCHOENBERGER, P. Enviromental mastitis: cause, prevalence and prevention. **J. Dairy Sci**. 68:1531-1533. 1985.
- [31] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE (SAS). User's guide Statistic. Inc. Cary, NC versión 8.1. 2001.
- [32] VILLAR, A; GARCÍA, F.; IGLESIAS, L.; GARCÍA, M.; OTERO, A. Application of principal component analysis to the study of microbial populations in refrigerated raw milk from farms. **Int. Dairy J**. 6:937-945. 1996.