

Calidad e higiene de leche acopiada en una planta pasteurizadora de la región Golfo-centro del estado de Veracruz, México.

Bonilla Sessler Diana P.¹, Cervantes A. Patricia², Espinoza Hernández Mario A¹., Hernández B. Antonio³, Lamothe, Z. Carlos⁴, Domínguez M. Belisario⁵.

¹Estudiante de Licenciatura ²Académica TC, Laboratorio de Lactología; ³Académico TC. Laboratorio de Alteraciones Funcionales; ^{4,5}Investigador TC. Laboratorio de Radioinmunoanálisis. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana, Circunvalación y Yañez s/n, Veracruz, Ver., México. C.P. 91710. (52) 229 9344053, pcervantes@uv.mx

EJE TEMÁTICO: PRODUCCIÓN PRIMARIA

Resumen

En Veracruz y por extensión al resto del trópico húmedo mexicano, se carece de una base referencial y normativa sobre las características de la composición y calidad higiénica de la leche. Considerando que el destino principal es la quesería artesanal y otros derivados, existen limitaciones técnicas para implementar sistemas de pago por calidad, que incluyan los sólidos principales además de grasa, tales como el contenido de proteína bruta y caseína y controles sistemáticos para evitar el adulterado con agua, la presencia de inhibidores y conteos altos de células somáticas. Con el objetivo de conocer y evaluar la calidad composicional e higiénica de leche acopiada en una planta procesadora de lácteos, se analizaron 1584 muestras procedentes de 24 hatos ganaderos. Se analizó la concentración de grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos, sólidos totales: Para calidad higiénica se consideró el punto de congelación, conteo de células somáticas y presencia de inhibidores betalactámicos y tetraciclínicos. Las concentraciones fueron superiores a lo establecido en las normas mexicanas para leche cruda y a lo reportado para esa región del trópico, se encontraron valores para grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos y sólidos totales de $3.95\% \pm 1.45$, $3.65\% \pm 0.40$, $4.73\% \pm 0.09$, $8.81\% \pm 0.43$ y $12.95\% \pm 1.55$, respectivamente, y excepto grasa, todos los componentes mostraron poca variabilidad. Los valores promedio entre los 24 productores reflejó ligeras diferencias, que expresan el equilibrio fisiológico en la síntesis de componentes por la glándula mamaria, con una relación directamente proporcional, entre la concentración de sólidos totales y sólidos no grasos, con las concentraciones de grasa y proteína, observando que lactosa tiene valores estables en todos los rebaños. Estos resultados se consideran aceptables para el propósito de obtener buen rendimiento de sólidos en la fabricación de queso y yogur. Sin embargo, las variables punto de congelación y conteo de células somáticas, no reúnen la calidad adecuada para el proceso de pasteurización e industrialización de la leche acopiada, el 47% de las muestras tuvieron valores por encima de los $-0-550^{\circ}\text{C} \pm 0.03$, permitidos para su ingreso a la planta, mientras que, el 75% de los productores superó el rango de 400,000 CSS/ml, con una media de $576,140 \text{ CSS} \pm 6286.22$, no considerándose apta para la industrialización. La presencia de inhibidores no tuvo valores significantes, de las 220 muestras totales analizadas 4 fueron positivas a betalactámicos y ninguna para tetraciclinas, se observó que las muestras positivas poseían valores de CSS menores a 200,000 CSS/ml, por lo que esas muestras se asociaron a un probable manejo inadecuado de la vaca en el tiempo de tratamiento y retorno a la ordeña. Se concluyó que la leche acopiada reúne la calidad en concentración química, no así en higiene, por tanto se deben ejercer estrictos controles de para el rechazo oportuno de la leche con riesgo sanitario para la salud humana y los procesos de industrialización.

Palabras clave: *Leche, composición, higiene, antibióticos, células somáticas.*

Metodología. Se obtuvieron muestras de leche cruda acopiada en una planta pasteurizadora situada en el municipio de Jamapa, en la región central del estado de Veracruz, México. Las muestras procedían de 24 hatos ganaderos, en los que predomina el ganado de doble propósito (carne-leche) con genotipos raciales de las cruza Holstein x Cebú y Suizo x Cebú, con manejo de ordeño simple-manual principalmente. Para el análisis de composición, la leche se utilizó el mismo protocolo de colección de la empresa para el control de calidad interna, colectando durante 6 días en cada uno de los 24 predios, en envases asépticos directo del tanque enfriador, se utilizó 2-bromo-nitropropane-1,3-diol (Bronopol-0.02% v/v) como conservante y mantenidas a 4°C hasta el análisis. Para el conteo de células somáticas y antibióticos se colectó sin conservante 1 muestra semanal fresca, estas se transportaron en refrigeración desde el punto de colecta al laboratorio y el análisis que no supero las 6 horas postcolecta.

El muestreo abarcó 11 semanas continuas, lo que arrojó 1584 muestras analizadas. Los procedimientos fueron de acuerdo los métodos de la AOAC (Assay Official Analytical Chemist) (Cuniff, 1998). El análisis de composición se realizó por duplicado, con la técnica de espectrofotometría infrarroja (IR), con un equipo MilkScan FT-120, FOSS Electric. Las variables analizadas fueron: grasa (G), proteína bruta o total (PT), lactosa (LA), sólidos no grasos (SNG) y sólidos totales (ST) y punto de congelación PC; los valores fueron expresados en gramos % y °C para PC. El espectrofotómetro se calibró con muestras de leche certificadas para todos los componentes analizados. Para el conteo de células somáticas se utilizó el contador automático DCC DeLaval®, que utiliza para marcado de núcleos celulares una sonda fluorescente de yoduro de propidio. En el diagnóstico de inhibidores (antibióticos) se utilizaron los Snap™ Beta Lactam Test Kit - IDEXX Laboratories, Inc., Snap™ y el Tetracycline Test Kit - IDEXX Laboratories, Inc. Se considera negativo a betalactámicos cuando el valor es ≤ 1.05 , positivo ≥ 1.06 y para tetraciclinas. El análisis estadístico de los datos fue mediante estadística descriptiva, con el Statistica para Windows V. 6.0, (StataCorp, 1999) empleando un diseño completamente al azar, describiendo los estadígrafos simples en cada caso (Media y desviación estándar).

Los valores de referencia utilizados para la interpretación de los resultados, son los que de acuerdo a la Norma Mexicana NMX-F-706-COFOCALEC-2005, se aceptan en México para la comercialización de leche cruda: conteo $\leq 400,000$ células somáticas y negativo a inhibidores bacterianos. En cuanto a composición, la norma NMX-F-700-COFOCALEC-2004 se refiere a los valores de composición y específicamente para grasa, proteína, lactosa y sólidos no grasos son de ≤ 32 , ≤ 31 , 45 a 50 y 86 gr/L y para PC en el rango de $- 535$ a $- 560^\circ$ C.

Resultados. Los valores promedios del total de las muestras de leche analizadas para cada componente, el punto de congelación y CSS se sintetizan en la tabla 1. En general, G, PT, LA, SNG y ST, se caracterizaron por una concentración media adecuada, con promedios por encima de los marcados por la normatividad mexicana y lo reportado por Cervantes (2005) para ganado en condiciones similares de manejo y alimentación. Con excepción de grasa, que mostró amplia variabilidad tanto en la media como en los valores mínimo y máximo, el resto de los componentes mostró poca variabilidad, por lo que se considera que estas concentraciones favorecen al rendimiento de la leche en el proceso de industrialización. La media de PC se considera dentro de la media aceptada, pero con una dispersión muy amplia y un valor máximo muy alejado del cero (-0.656) que indican agua añadida a la leche o problemas de tipo metabólico nutrimental o infecciosos, las muestras que ingresan con problemas en el PC representan un riesgo por las implicaciones tanto sanitarias como de deterioro nutrimental en el proceso de los derivados lácteos que produce esta empresa.

Tabla 1. Valores promedio, mínimo, máximo, desviación estándar (D.E.) y error estándar (E.E.), del total de muestras analizadas.

	Media	Mínimo - Máximo	D.E.	E.E.
Grasa	3.95	1.16 - 14.68	1.45	0.05
Proteína	3.65	2.8 - 5.33	0.40	0.01
Lactosa	4.73	4.21 - 4.94	0.09	0.00
SNF	8.81	7.01 - 10.48	0.43	0.01
TS	12.95	10.01 - 24.77	1.55	0.05
FPD	- 0.550	- 0.428 - 0.656	0.03	0.00
CSS	576,140	4000 - 4,681,000	628622	45249

Con respecto al CSS, la media ($576,140 \pm 628,622$) está por encima de lo permitido y con alta variabilidad con un rango de 4,000 a 4,682,000 células somáticas/ml., Los valores altos de CSS se asocian al tipo de ordeña que predomina en los sistemas producción, con baja higiene en la practica de ordeña y presencia mastitis subclínica y clínica. En la tabla 2 se expresa la sanidad a través de la distribución de las frecuencias de células somáticas, el total de productores y el por ciento de tanques evaluados en el periodo analizado. Se observa que sólo 6 productores, (25%) reúnen con respecto a CSS la calidad higiénica permitida para industrialización de la leche, y que el 75% están en rangos mayores a 400,000 CS, lo que debe ser un instrumento para rechazo del producto y causa de castigo al pago por calidad.

Tabla 2. Distribución de frecuencias promedio de células somáticas, de cada productor en el periodo evaluado.

Conteo de células somáticas	Total de productores	%
≤ 200,000		0.00
> 200,000 ≤ 400,000	6	25.00
> 400,000 ≤ 500,000	4	16.67
> 500,000 ≤ 600,000	4	16.67
> 600,000	10	41.66

Fernández *et al.*, (2004) reporta resultados del CSS en dos granjas lecheras, donde la A producía con una media menor a 500,000 CS y la B cuentas mayores a 1,000,000, esta última se asoció a una depresión en la concentración de los componentes de la leche. Revelli *et al.*, (2007) en un análisis de lecherías durante 10 años, considera aceptables valores ≤ 600,000 CS, los primeros 9 años conteos, observando hacia el último año, al mejorar las condiciones higiénicas por implementación de políticas de pago por calidad, que los valores disminuyen hasta ≤ 300,000 células somáticas. Lo anterior da relevancia a que el manejo adecuado de la ordeña mejora no sólo la calidad higiénica sino la composición láctea y mayor rendimiento en la industria. En los países industrializados se considera que un CSS por debajo de las 250,000/ml permite ofrecer leche pasteurizada con mayor vida de anaquel, los resultados de este trabajo dan pauta a que, el control de la planta pasteurizadora sobre los productores para mejorar la calidad de la leche, implique capacitación *in situ* de las buenas prácticas de ordeña y control sanitario de la ubre y un estricta aplicación de premios y sanciones correspondientes.

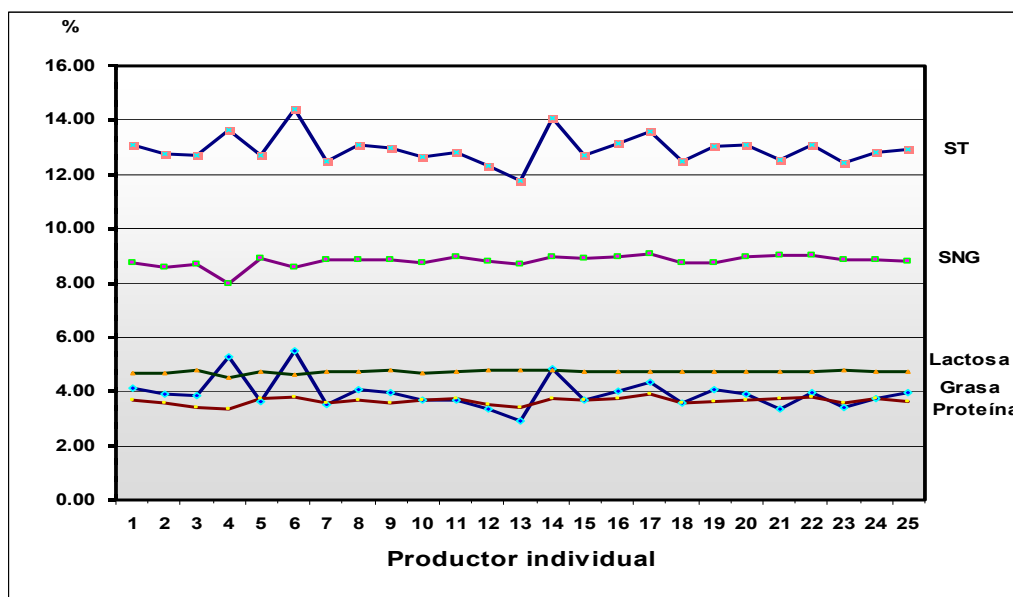


Figura 1. Comportamiento de medias en composición de leche de cada hato analizado.

Los promedios de composición reflejan diferencias entre los 24 productores, (figura 1) lactosa es el componente más estable para todos, mientras que el comportamiento de sólidos totales es proporcional a la concentración de grasa; los picos de concentración mayores de sólidos totales coinciden con los de valores superiores en grasa y sólo en menor grado con los de proteína; mientras que los valores bajos de ST y G son los que poseen mayor concentración de sólidos totales. Al mismo tiempo se observa para los productores 4 y 6 que la concentración de SNG expresa un comportamiento inverso a la concentración de G y ST. Proteína y grasa expresan un comportamiento similar para la mayoría de los promedios de cada productor.

En la región de Veracruz, la demanda principal proviene de la industria quesera y otros derivados, que favorecen el desarrollo de pequeñas y medianas empresas por iniciativa de productores que se integran en una cadena agroindustrial. Existe un marcado interés por mejorar la composición láctea para favorecer el valor adicional de los productos, tanto en rendimientos de la materia prima como en calidad final de estos. Obtener una producción estable durante el año, tanto en rendimientos como en sólidos, tal como se ha logrado en Nueva Zelanda y otros países (Lopez-Villalobos y Garrick, 2004), es una necesidad práctica en términos económicos, pero se requiere una evaluación científica en las condiciones existentes en la región. Sin embargo, son pocos los resultados disponibles que reflejen el comportamiento de la composición de la leche bajo estas condiciones, su relación con la producción láctea y los principales factores que influyen en su comportamiento. (Cervantes, 2005)

De manera general, las variaciones entre los componentes se corresponden con lo reportado por Ponce (2004) y Cervantes (2005) en estudios hechos en las condiciones del trópico cubano y mexicano respectivamente, con ganado de razas y condiciones de manejo similares. Madalena *et al.*, (1979) reportan resultados en vacas de la cruce de Holstein x Cebú en Brasil y Guerrero *et al.*, (2004), reportan para CLT en esta misma región, valores medios de grasa 3.92%, proteína 3.90g%, caseína 3.22 g%, lactosa, 3.80 g%, sólidos no grasos 8.6 g% y sólidos totales 12.7 g%.

De los resultados de residuos de antibióticos en muestras de los 24 tanques evaluados, se considera como muy baja y no significativa. En la tabla 3 se muestra que la presencia de betalactámicos fue de 2.1% y del total de inhibidores 1.8%, originados por 4 productores con muestras positivas y que coincidieron con bajo conteo de células somáticas (< 210,000 CCS/ml)

Tabla 3. Proporción de productores negativos y positivos a antibióticos

Inhibidor	n	Negativos	Positivos	%
Betalactámicos	193	189	4	2.1
Tetraciclinas	27	0	0	0.0
Total	220	216	4	1.8

Se puede considerar entonces, que la leche que se acopia en la planta no es un problema severo, ya que con la metodología aplicada cumple en casi un 98% la ausencia de inhibidores.

Revelli *et al.*, (2007) consideran que la detección de residuos de antibióticos puede deberse a errores en la rutina de ordeño, sistemas deficientes de identificación de animales en tratamiento y vacas con terapia de secado que adelantan la fecha de parto.

Conclusiones. El contenido de proteína y grasa de la leche es muy valioso para la industria, y por ello el sector primario busca incrementar los rendimientos, sin necesidad de aumentar el volumen de leche, estos componentes pueden alterarse muy rápidamente mediante un manejo nutricional adecuado. Aún cambios muy simples como el aumento del forraje, producen variaciones en la grasa de un 2.0 al 4.0%, mientras que una adecuada conversión de nitrógeno en proteína, que es el mecanismo que permite la conversión de aminoácidos en proteína (Kennelly, 1999).

Otros factores a tomar en cuenta, son los referidos tanto a, los animales con que se cuenta, las condiciones de explotación, el manejo con énfasis en la alimentación disponible y las medidas para adecuar el ambiente a las características de los animales y viceversa, para alcanzar los objetivos productivos. Se insiste en que, el criterio de una adecuada respuesta biológica, debe estar acompañada de los costos de producción, ya que la competitividad en el sector lechero, no es sólo un asunto de producir más leche o sólidos, (Teyer *et al.*, 2002; Da Silva *et al.*, 2004; Gutman *et al.*, 2004) sino también de que tan eficiente es en términos económicos, dentro de concepto de la cadena lechera. (Ponce, 2004)

El rechazo de leche con presencia de trazas de inhibidores, se debe no sólo a la capacidad de estos para bajar o inhibir el desarrollo de bacterias lácticas y bloquear la fermentación en la industria quesera, sino que constituyen un riesgo para la salud pública. El tratamiento de la mastitis es una de las principales causas de la presencia de inhibidores en la leche, la aplicación de la normatividad y sistemas de control en el programa de pago por calidad permiten reducir el ingreso de materia prima contaminada a las plantas procesadoras, ya que estos no se eliminan con la pasteurización. (Pirisi *et al.*, 2006).

Este trabajo muestra que el ganado de doble propósito explotado en esta región del trópico, posee una composición adecuada para la industrialización, se caracteriza por un rendimiento alto de sólidos, considerando de manera general a la grasa, proteína y sólidos totales. Sin embargo, el estado sanitario y conteos elevados de células somáticas, son factores que influyen en la pérdida de la calidad bioquímica y propiedades tecnológicas de la leche, (Le Roux *et. al.*, 2004) y aunque en este estudio no se observó este efecto, debe considerarse para mejorar el control de calidad de la planta. Los resultados en general permiten disponer de la caracterización higiénica de la leche acopiada, se observa que el principal problema se debe a que el 75% de los productores poseen cuentas mayores a las 400,000 CSS/ml, en cuanto al PC un 47% de la leche analizada mostró valores superiores a -0-550°C, lo que puede asociarse a adulteración con agua, mientras que en los resultados de presencia de inhibidores, estos no resultaron significativos. Se considera, que los resultados de este trabajo sirven de referencia para evaluar al resto del sector de esta región y elaboración de estrategias para mejorar los indicadores de higiene. Se puede concluir que, la calidad higiénica requiere mayor atención tanto en el control de calidad interna de la planta, como en la capacitación de los productores para el tratamiento y prevención de enfermedades de la glándula mamaria.

Bibliografía.

1. Cervantes, A.P. (2005): Caracterización de la producción y composición láctea en vacas de diferentes genotipos en Veracruz, México. Tesis Doctoral. CENSA. Cuba.
2. Cunniff Patricia. 1998. Official Methods of Analysis of AOAC International. Analysis. 14th. Ed. Arlington, Virginia 222001 USA.
3. Da Silva Verneque, Martinez M.L., Teodoro R.L., da Silva M.V., Takamura A.E., Madalena F.E., Ledic I.L. 2004. Pesos economicos para selecao em gado de leite. Balde Branco, seccion Encarte Gir Leitero, 480: 81-82.
4. Fernandes, A.M., Oliveira, C.A.F. y Tavolaro, P. 2004. Relationship between somatic cell counts and composition Of milk from individual holstein cows. *Arq. Inst. Biol., São Paulo*, v.71, n.2, p.163-166.
5. Guerrero H.J., Cervantes-Acosta P., Cisneros-Rubio N., Becerril-Pérez C.M., Pérez-Hernández P., Rosendo-Ponce A. 2004. Composición láctea y rendimiento quesero de vacas de la raza criollo lechero tropical. Memorias Congreso Nacional Agroindustrial Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, Edo. Mex. México.
6. Gutman E.G., Guiguet, E. y Lavarello, P. 2004. Políticas lecheras en países seleccionados. Reflexiones para el continente. Proceedings of the 8th Congress of FEPALE.
7. Hernández R. y Ponce, P. 2002: Replicación del Síndrome de Leche Anormal (SILA) en condiciones experimentales. Memorias XVIII Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias, La Habana, Cuba.
8. Kennelly J.J., Glimm, D.R y Ozimek, L. 1999. Milk composition in the cow. Proceedings of the 1999 Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers. Rochester, N.Y.
9. Le Roux, Yves, Laurent, François y Moussaoui, Fatima. 2004. Polymorphonuclear proteolytic activity and milk composition change. *Vet. Res.* 34 (2003) 629–645
10. Lopez-Villalobos N., Garrick D.J. 2004. Genetic improvement of New Zealand dairy cattle. VIII Panamerican Dairy Congress. FEPALE. Florida, USA. Junio/2004.
11. Madalena F.E., Martínez M.L., Freitas A.F. 1979. Lactation curves of Holstein-Friesian and Holstein-Friesian x Gir cow. *Anim Prod* (29) 101-107.
12. Pirisi, A. et al., Basic and incentive payments for goat and sheep milk in relation to quality, *Small Rumin. Res.* (2006), doi:10.1016/j.small_rum_res.2006.09.009
13. Ponce P. 2004. Costos, precios y rentabilidad en la lechería tropical. *Rvta. ACPA*, 2/2004, pp. 50-52.
14. Revelli, G. R.; Sbodio, O. A. y Tercero, E. J. 2007. Detección de residuos de antibióticos en leche cruda. *Tecnología Láctea Latinoamericana* N° 48 • p. 48-51.
15. StataCorp. 1999. Stata Statistical Software: release 6.0. College Station, Texas: Stata Corporation.
16. Teyer B.R., Magaña M.J., Santos F.J. y Aguilar P.C. 2002. Evaluación del comportamiento de tres grupos genéticos manejados en un sistema especializado de producción de leche y otro de doble propósito en la zona centro del estado de Yucatán, México. Memorias XVIII Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias, La Habana, Cuba.