

La calidad estándar de la leche en el estado de Hidalgo, México

Standard quality of milk in the State of Hidalgo, México

Fernando Cervantes Escoto^a, Alfredo Cesín Vargas^b, Isabel Mamani Oño^a

RESUMEN

En el estado de Hidalgo, México, en el año 2010, se produjeron 419,273 miles de litros de leche, que representan el 3.9 % del total nacional; en la entidad hay tres cuencas lecheras importantes: Tizayuca, Valle de Tulancingo y Mezquital, cada una con características propias, que determinan, entre otros aspectos, los canales de comercialización del producto. El objetivo de la investigación fue comparar la calidad estándar de la leche entre cuencas. Se concluye que al cotejar la leche de Hidalgo con las normas internacionales (comparación al exterior), la leche es excelente en rendimiento industrial, con deficiente sanidad, y probablemente adulterada con agua. En la comparación al interior (entre las tres cuencas), se concluye que sí hubo un "efecto de cuenca".

PALABRAS CLAVE: Calidad de la leche, Cuencas lecheras, Comercialización, Lácteos.

ABSTRACT

In 2010, 419 million 273 thousand liters of milk were produced in the State of Hidalgo, 3.9 % of the national milk output. Three main dairy basins are found in this State, Tizayuca, Tulancingo and Mezquital, and each one of them shows special characteristics which determine, among other issues, marketing channels. The purpose of the present study was to perform a comparison of standard quality milk between basins. As a conclusion, when milk produced in Hidalgo was graded in accordance with international standards, it was found of excellent industrial quality, lacking in hygiene and possibly altered with water. When basins were compared against each other, a basin effect was found.

KEY WORDS: Milk quality, Dairy basins, Marketing, Dairy products.

En el estado de Hidalgo, ubicado en la región centro-oriental de México, la producción de leche es una de las actividades pecuarias más importantes. En el periodo 1996-2005 se produjeron, en promedio, más de un millón de litros por día, lo que representó el 4.2 % de la producción nacional⁽¹⁾, en el año 2010 la participación relativa de la entidad bajó a 3.9 % del total nacional y se obtuvieron 419,273 miles de litros⁽²⁾. Se ha estimado que el destino de la leche se distribuye, aproximadamente, de la siguiente manera: 56 % se utiliza para la producción de queso, 41 % se pasteuriza y

Dairy farming is one of the main agricultural activities in the State of Hidalgo, located in East Central México. In 1996-2005, on average, more than 1 million liters of raw milk were produced daily, 4.2 % of the national milk output⁽¹⁾. In 2010 milk production totaled 419 million 273 thousand liters, 3.9 % of national output⁽²⁾. Of this total, 56 % is used for making cheese, 41 % is pasteurized and bottled for human consumption and 3 % is marketed raw⁽³⁾.

Three dairy basins are found in Hidalgo: Tizayuca, Tulancingo and Mezquital. In the first

Recibido el 15 de marzo de 2012. Aceptado el 9 de mayo de 2012.

^a CIESTAAM, Universidad Autónoma Chapingo Km 38.5 Carretera México-Texcoco 56230, Chapingo, Estado de México. México. lacteos04@yahoo.com Correspondencia al primer autor.

^b UAER, Jiquilpan. Coordinación de Humanidades, UNAM. México.

envasa, y sólo 3 % se comercializa como leche bronca⁽³⁾.

En la entidad se han desarrollado tres cuencas lecheras importantes: Tizayuca, Valle de Tulancingo y Mezquital; en las dos primeras, las empresas Nestlé, LALA y Alpura son las principales acopiadoras del lactcinio, el que posteriormente utilizan para la producción de derivados lácteos y leche pasteurizada, y en el Valle de Mezquital, es la industria quesera artesanal la principal acopiadora, y el destino de la leche es la elaboración de queso, crema y requesón.

Las características cualitativas de la leche demandada dependen del tipo de cliente y el destino de venta o transformación (gran empresa o queseros artesanales), y en función de los requerimientos de los diferentes grupos de interés: consumidores, agentes públicos (inspección sanitaria), empresas familiares y artesanales, empresas grandes, supermercados, etc.

En México fue hasta mediados de la década de 1990 que existieron incentivos para una buena calidad láctea, el precio no dependía de la composición de la leche u otros parámetros. Posteriormente, las Agroindustrias Lecheras (AIL) impusieron requisitos más estrictos a los productores de leche al exigir primero leche fría, luego diseñando esquemas de pago con parámetros determinados de calidad (contenido en grasa, proteína, acidez, etcétera) y cantidad (volumen entregado, estacionalidad en la producción). Pidieron al gobierno la emisión de normas más estrictas, argumentando la defensa del consumidor, y demandaron a los ganaderos mejorar la calidad de la leche y el manejo del hato⁽⁴⁾.

La importancia de conocer la calidad de la leche en los sistemas lecheros de los países, radica en que a partir de este conocimiento se pueden tomar decisiones que afectarán la gestión de la calidad en toda la cadena agroindustrial con el objetivo de mejorarla, y este trabajo se inserta

two Nestlé, Lala and Alpura are the main milk purchasers, who use it for producing diverse dairy products including pasteurized milk and in Mezquital artisanal cheese making is the main activity, being cheese, fat and curd the main products.

Qualitative traits of milk are dependent on the type of client and end product (big dairies or cheese craftsmen) and on needs and demands of different interest groups, such as consumers, public agencies (hygiene inspection), family business, big dairies, cheese craftsmen, supermarkets, etc.

No incentives for producing good quality milk were extant until the mid 1990s onwards, as price was not determined on either milk composition or other quality parameters. At that time Agroindustrias Lácteas (AIL) began demanding more quality and devised a payment system based on certain parameters (fat and protein content, acidity, etc.) and quantity (volume based on seasonal production). This company demanded the government issue stricter milk quality standards, for consumer protection, and asked from milk producers both better milk quality and herd management⁽⁴⁾.

The importance of being acquainted with milk quality in dairy systems lies in the fact that starting from that information decisions can be made that affect quality across the whole agroindustrial chain, with the purpose of improving it, and the present study follows that logic. Standard quality is referred to industrial quality and to adaptation of production to rules and regulations. In other words, it is linked to specific norms on production conditions, widely accepted both nationally and internationally⁽⁵⁾.

The purpose of the present study was to analyze standard milk quality in the three dairy basins of the State of Hidalgo, through somatic cell counts, acidity, cryoscopy, fat and non fat solids content, in order to determine how parameters set in the Mexican Standards for raw milk (Norma Mexicana NMX-F-700-COFOCALEC,

en esa lógica. La calidad estándar se refiere a patrones industriales y a la adecuación del producto con las normas y reglamentos vigentes; en otras palabras, está vinculada con normas específicas sobre las condiciones de producción, comúnmente aceptadas a nivel nacional e internacional⁽⁵⁾.

El objetivo de esta investigación fue analizar la calidad estándar de la leche de las tres cuencas presentes en Hidalgo, por medio del conteo de células somáticas, acidez, crioscopia, grasa, y sólidos no grasos, para determinar el cumplimiento de los requerimientos establecidos por la Norma Mexicana de leche cruda NMX-F-700-COFOCALEC, 2004 y su comparación con los parámetros considerados por otras normas internacionales; así como comparar las tres cuencas entre sí.

Se eligió para el análisis la calidad estándar porque correspondía a las variables que se podían medir al mismo tiempo en las tres cuencas, y de esta manera poderlas comparar.

La investigación se realizó en el año 2006 en las tres cuencas lecheras referidas. En Tulancingo y Valle del Mezquital existen, respectivamente, 13 y 21 centros de acopio de leche, los cuales se visitaron para obtener los datos de calidad del lactificio (se trató de un censo). En la cuenca de Tizayuca se aplicó un muestreo probabilístico (estratificado simple); aquí, por el tamaño de los hatos, no funcionan centros de acopio, por lo tanto la unidad de análisis de calidad de la leche fue el tanque enfriador en el establo. El marco muestral estuvo conformado por los 115 establos que estaban operando en ese momento en el complejo. La variable que se utilizó para la estratificación fue el tamaño del hato. El esquema de estratificación y tamaño de la muestra se presenta en el Cuadro 1.

El número de establos a muestrear se calculó de la siguiente manera⁽⁶⁾:

$$n = \frac{N Z^2 S^2 p}{N(\mu d)^2 + Z^2 S^2 p}$$

2004) and other international standards were met, and in parallel comparing the three basins against each other. Standard quality was chosen because its variables could be measured, for comparisons, in the three basins.

The present study was carried out in 2006 in the three above mentioned dairy basins. In Tulancingo and Mezquital, 13 and 21 milk storage facilities in operation are found, respectively, which were visited for obtaining milk quality data (a census). In Tizayuca a simple stratified probabilistic sampling was performed because, owing to herd size, no storage facilities exist, and therefore sampling units were cooling tanks in dairy parlors. The sampling universe was made up by the 115 operative dairy farms. The variable used for stratification was herd size. Both stratification pattern and sample size are shown in Table 1.

The number of dairy farms to be sampled was estimated in accordance with⁽⁶⁾:

$$n = \frac{N Z^2 S^2 p}{N(\mu d)^2 + Z^2 S^2 p}$$

Where n= sample size, N= grand total of dairy farms in Tizayuca, Z= standard normal distribution for 95 % significance (1.96), S²p= weighted variance of number of dairy farms, μ= average herd size, d= precision (0.10 or 10 %).

Cuadro 1. Estratos de establos lecheros en la cuenca de Tizayuca y tamaño de muestra

Table 1. Dairy farm strata in the Tizayuca basin and sample size

Stratum	Herd size (cows/farm)	Number of dairy farms	Participation (%)	Samples
I	150 - 250	33	28.6	4
II	251 - 350	49	42.9	6
III	> 350	33	28.6	5
Total		115	100	15

Donde n = tamaño de muestra; N = número total de establos en ese momento en Tizayuca; Z = valor de la distribución normal estándar para un nivel de significancia de 95%=1.96; S^2_p = varianza ponderada del número de establos; m = media general del tamaño del hato; d = precisión (0.10 o 10 %).

La varianza ponderada del número de establos, se obtuvo de la siguiente manera:

$$S^2 = \sum_{i=1}^k P_i S_i^2$$

Donde: k = número de estratos; S_i^2 = varianza del i -ésimo estrato; P_i = participación porcentual del estrato i -ésimo en el total de establos.

El tamaño de muestra estuvo conformado por 15 establos, los cuales se eligieron aleatoriamente.

La calidad estándar de la leche se definió en función de seis variables: conteo de células somáticas (CCS), acidez (%), crioscopia (°C), grasa (%), sólidos totales (%), y sólidos no grasos (%). Las tres primeras tienen relación con la sanidad y adulteración del lactificio, y las tres últimas con el rendimiento industrial de la leche en el proceso de transformación. Los valores utilizados para hacer la comparación fueron los definidos por la Norma Mexicana de leche cruda NMX-F-700-COFOCALEC, 2004⁽⁷⁾, y los proporcionados por otras normas internacionales.

El conteo de células somáticas en leche es usado como indicador de la salud mamaria debido a que refleja una respuesta inmune a la presencia de infecciones. Un CCS de 100,000 células ml^{-1} se considera normal, indicando una buena salud de la glándula mamaria. Conteos superiores a 200,000 células sugieren la presencia de infección bacteriana⁽⁸⁾.

La leche generalmente tiene una acidez de 1.3 a 1.7 g/L expresada en ácido láctico. La acidez normal de la leche se debe principalmente a su contenido de caseína (0.05 a 0.08 %) y de fosfatos. También contribuyen a la acidez el

The weighted variance for number of dairy farms was estimated through

$$S^2 = \sum_{i=1}^k P_i S_i^2$$

Where k = number of stratum, S_i^2 = variance of the i -esm stratum, P_i = i -esm stratum participation in total number of dairy farms as a percentage.

Sampling size was made up by 15 dairy farms selected at random.

Milk standard quality can be described as a function of six variables: somatic cell count (SCC), acidity (%), cryoscopy (°C), fat content (%), non fat solids content (%) and total solids (%). The three first variables are related to hygiene and adulteration and the last three to industrial yield. Values used for comparisons were those described in the Norma Mexicana NMX-F-700-COFOCALEC, 2004⁽⁷⁾ and other international standards.

Somatic cell count in milk is used as an indicator of teat health because it shows immune response in presence of infections. A SCC of 100,000 ml^{-1} is considered as normal, indicating good health of the mammalian gland, but a SCC of more than 200,000 suggests the presence of bacterial infection⁽⁸⁾.

Usually milk shows a 1.3 to 1.7 g/L acidity expressed as lactic acid. Normal acidity in milk is due mainly to casein content (0.05 to 0.8 %) and phosphates. Carbon dioxide (0.01 to 0.02 %), citrates (0.01 %) and albumin (< 0.001 %)⁽⁹⁾ contribute to acidity too.

As published by LICONSA⁽¹⁰⁾ in its Raw Milk Quality Control Manual, the milk cryoscope freezing point reading in whole milk ranges between -0.0530 and -0.0560 °H, values closer to 0 indicating alteration with water. Fat content of milk should be above 31.6 g/L, total solids content should exceed 11.5 % and non fat solids content should be above 8.3 %.

Samples were taken directly from the cooling tanks in the milk gathering facilities, and taken

dióxido de carbono (0.01 a 0.02 %), los citratos (0.01 %) y la albúmina (menos de 0.001 %)⁽⁹⁾.

Crioscopia: según el Manual de Control de Calidad de Leche Cruda de Liconsa⁽¹⁰⁾ el punto crioscópico de la leche entera tiene un rango de -0.530 a -0.560 °H, valores más cercanos a cero indican adulteración con agua. Grasa: el contenido promedio debe ser superior a 31.6 g/L. Sólidos totales: mínimo 11.5 %. Sólidos no grasos: mínimo 8.3 %.

En todos los centros de acopio se tomaron muestras de leche directamente del tanque de enfriamiento, y fueron transportadas de forma inmediata en cajas térmicas al laboratorio central de análisis de leche que posee la Comisión Estatal de la Leche del estado de Hidalgo (CEL) en la ciudad de Pachuca, donde se realizaron las pruebas respectivas. El protocolo de manejo fue el mismo para todas las muestras.

En el caso de los establos de la cuenca de Tizayuca, dado que no están bajo la coordinación de la CEL, las muestras se obtuvieron por la mañana y llevadas inmediatamente en cajas térmicas al laboratorio de análisis de lácteos y de bacteriología de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. En todos los casos las muestras se tomaron por el mismo equipo de investigadores participantes en el proyecto.

El tipo de pruebas realizadas para determinar la calidad en los diferentes laboratorios participantes en la investigación fue el mismo: la acidez, por titulación; la grasa, sólidos totales, y sólidos no grasos, por espectrometría infrarroja NMX-F-708-COFOCALEC-2004⁽¹¹⁾; la crioscopia utilizando un crioscopio termistor; y finalmente el conteo de células somáticas por citometría de flujo NMX-F-706-COFOCALEC-2004⁽¹²⁾.

En total se analizaron 1,416 muestras, 194 de Tizayuca, 454 del Valle de Tulancingo y 768 del Valle de Mezquital.

Una vez obtenidos los datos, se comparó la calidad de la leche de las tres cuencas con los

immediatamente to the central milk analysis laboratory operated by the State Milk Commission (CEL) in Pachuca, where the tests were performed. The management protocol was the same for all samples.

As dairy farms in the Tizayuca basin are outside the authority of CEL, samples were taken in the morning and transported in insulated containers to the dairy and bacteriology analysis laboratory of the Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco in México City. Samples were taken by the same team of researchers who took part in the project.

Quality tests performed in the participating laboratories were the same, acidity by titration; fat content, total solids content and non fat solids content through infrared spectrometry, NMX-F-706-COFOCALEC-2004⁽¹¹⁾; cryoscopy through a thermistor cryoscope and somatic cell count through cytometry flow NMX-F-700-COFOCALEC-2004⁽¹²⁾.

A grand total of 1,416 samples were processed, 194 from Tizayuca, 454 from Tulancingo and 768 from Mezquital.

Once data were obtained, milk quality from the three basins was compared to Mexican and international standards. Later the three basins were compared against each other through variance analysis, using Scheffé's test for unbalanced groups, because number of samples was different for the three basins. The SPSS v.18.0 statistical software was used for these calculations.

Results are shown in two blocks: 1) comparison of the six variables being studied in the three basins relative to parameters set in Mexican and other international Standards and, 2) comparison and analysis of basins against each other.

Relative to comparison of the six studied variables with parameters set in Mexican and international standards^(7,14-17) the following was found (Table 2):

parámetros fijados por la norma oficial mexicana y con las vigentes en otros países. Posteriormente las tres cuencas se compararon entre sí mediante un análisis de varianza, utilizando una prueba de Scheffé para grupos desbalanceados, debido a que el número de observaciones fue diferente en los tres conjuntos. Se empleó el paquete estadístico SPSS versión 18.0⁽¹³⁾.

Los resultados se presentan en dos acápite: 1) comparación de las seis variables estudiadas en las tres cuencas con respecto a los parámetros fijados por la norma oficial mexicana, y por otras normas internacionales; 2) comparación y análisis entre cuencas.

De la comparación de las seis variables estudiadas con los parámetros establecidos en la norma oficial mexicana y en las vigentes en otras naciones^(7,14-17) se encontró lo siguiente (Cuadro 2).

Somatic cell count (SCC)

In accordance with Mexican standards, milk produced in the three basins is graded as Class 3 and Class 4, being milk from Tulancingo the less apt.

When tested against some international standards, they are over the limit set by Spanish standards, inside or slightly over US standards, and graded as Class B in accordance with Chilean standards. Therefore, taking into account this parameter, it does not meet either Mexican or international standards, so it can be graded as bad quality milk.

SCC is accepted internationally as a milk quality indicator. In the USA and in most developed countries dairy farmers perform somatic cell counts in milk at least once a month⁽¹⁸⁾, to comply with regulations and to prevent losses in output and income due to drops in yield.

Cuadro 2. Comparación de la calidad entre las cuencas lecheras de Hidalgo y las normas nacional e internacionales
Table 2. Quality comparison between milk basins in Hidalgo and domestic and foreign standards

	Milk fat (%)	Non fat solids (%)	Cryoscopic freezing point °C (°H)	Acidity (%)	Somatic cell count (SCC/ml)
Tizayuca	3.4	8.57	-0.550°H	0.149	635,732
Tulancingo	3.52	8.85	-0.529°H	0.155	764,702
Mezquital	3.5	8.90	-0.529°H	0.149	571,129
México ^a		Minimum 8.3	-0.535 to -0.560°H -0.515 to -0.536 °C	0.13 - 0.16	
Class A	≥3.2				
Class B	Minimum 3.1				
Class C	Minimum 3.0				
Class 1					≤400,000
Class 2					401,000 a 500,000
Class 3					501,000 a 749,000
Class 4					750,000 a 1'000,000
Spain ^b	Minimum 3.2	Minimum 8.2		Maximum 0.18	≥400,000
USA grade A milk ^c					<750,000
Argentina ^d	Minimum 3.0	Minimum 8.2	-0.530 to -0.570 ± 5%	0.13 to 0.18	
Chile ^e	Minimum 3.2	Minimum 8.25	For classes A, B & C -0.530 to -0.570 °H		Class A <500,000 Class B 500,000 a 1'000,000 Class C <1'000,000

^a(7); ^b(14); ^c(15); ^d(16); ^e(17).

Conteo de células somáticas (CCS)

De acuerdo a la norma mexicana, la leche producida en las tres cuencas está clasificada como clase 3 y 4, y la producida en el Valle de Tulancingo es la menos apta.

En el plano internacional rebasa el máximo permitido por la norma española, está dentro o rebasa ligeramente el límite exigido en la norma norteamericana, y de acuerdo a la chilena está tipificada como leche clase B. Por lo tanto, en este parámetro es una leche de mala calidad, tanto en México como en el ámbito internacional.

El CCS es aceptado internacionalmente como un indicador de calidad de la leche. En Estados Unidos, y en la mayoría de los países desarrollados, los productores realizan esta medición por lo menos una vez al mes⁽¹⁸⁾, tanto por normatividad como por las pérdidas que ocasiona esta infección en la cantidad de leche producida por vaca.

En estos países la definición de calidad está basada en la comparación del CCS del hato con la regulación nacional e internacional, el máximo permitido en Canadá son 500,000 células ml⁻¹, mientras que en La Unión Europea y Nueva Zelandia es de 400,000 células ml⁻¹. Los valores encontrados en las tres cuencas del estado de Hidalgo están por encima de estos niveles, la leche producida en Tizayuca es la que más se acerca a un estándar internacional de calidad⁽¹⁹⁾. Elevados conteos de células somáticas indican, entre otras cosas, problemas no resueltos de mastitis.

Acidez

Calderón *et al*⁽²⁰⁾, en una investigación realizada en Colombia referida a la evaluación de la calidad de leches destinadas a elaboración de quesos, encontraron que el promedio de la acidez de éstas estuvo en 0.19 % de ácido láctico. Las leches fermentadas o acidificadas deben tener una acidez titulable de no menos de 0.5 % expresada como ácido

In many countries, milk quality is based on testing SCC in the herd against domestic and international standards, the higher allowed reading in Canada is 500,000 cells ml⁻¹, while in the European Union and in New Zealand the limit is set at 400,000 cells ml⁻¹. SCC found in the three basins overshoot these values, being the milk from Tizayuca closer to international standards⁽¹⁹⁾. High somatic cell counts indicate, among other things, presence of mastitis.

Acidity

Calderón *et al*⁽²⁰⁾ mention in a study carried out in Colombia an evaluation on milk quality for cheese making, it was found that average acidity was 0.19 % lactic acid. Fermented or acidified milks should present not less than 0.5 % titratable acidity expressed as lactic acid⁽²¹⁾. Milk produced in the State of Hidalgo shows acidity below the allowed high percentage, in accordance with Mexican standards, and of Spanish and Argentine standards too. So, taking this into account, it can be considered as good quality milk in accordance with this parameter.

Cryoscopy

The cryoscope freezing point of milk is used in most countries as a parameter of milk alteration with water. For example, in the Czech Republic, cryoscopy is used to grade quality in both raw and pasteurized milk, with readings equal or less than -0.520 °C. In 295 samples of the present study freezing point values were above this limit, so these unsatisfactory results highlight the need of setting up public policies focused on improvement of ethics and performance of dairy farmers relative to this indicator⁽²²⁾.

With the exception of milk from Tizayuca, the other two basins do not meet either Mexican, Argentine or Chilean standards, suggesting a possible alteration with water in both Tulancingo and Mezquital, where the smallest sized dairy farms were found.

láctico⁽²¹⁾. La leche producida en el estado de Hidalgo está debajo del máximo permitido, tanto en la norma mexicana como en la argentina y española, por lo que en este parámetro, se puede considerar leche de buena calidad en los ámbitos nacional e internacional.

Crioscopía

El punto crioscópico es utilizado en la mayoría de los países como un parámetro para detectar la adulteración de la leche con agua. Por ejemplo, en la República Checa, fue usado como un indicador de calidad de la leche cruda y de la tratada térmicamente para pasteurización, con un valor límite igual o menor a -0.520 °C. En 295 muestras examinadas se encontró que el valor estaba por encima del límite señalado; estos resultados insatisfactorios enfatizaron la necesidad de establecer políticas públicas tendientes a mejorar la ética y el desempeño de los ganaderos con respecto a este indicador⁽²²⁾.

En este parámetro, a excepción de la leche de Tizayuca, las otras dos cuencas no alcanzan la exigencia establecida en las normas mexicana, argentina y chilena, sugiriendo una probable adulteración con agua en Tulancingo y Valle del Mezquital (coincide que en estas cuencas se localizan los productores con hatos más pequeños).

Grasa

En la zona noroeste de Santa Fe y sur de Santiago del Estero, Argentina se recolectaron 10,794 muestras de leche de vaca entre 1993-2009 de 55 establecimientos lecheros asociados en el marco del Programa de Mejoramiento Integral de Calidad de leche, se analizaron diferentes parámetros, entre estos la grasa butírica, obteniéndose un valor de 3.48 ± 0.24 %. En los 17 años de estudio se observó un significativo mejoramiento, especialmente en aquellos indicadores que infieren un alto valor industrial, como lo es la grasa⁽²³⁾.

En otro estudio realizado para comparar la composición química y microbiológica de la leche

Fat

In northwest Santa Fe and south Santiago del Estero in Argentina, 10,794 milk samples were collected between 1993 and 2009 from 55 dairy farms, members of the Overall Milk Quality Improvement Program and 3.48 ± 0.24 % of fat content, was found. After 17 yr of the program, significant improvements in milk quality parameters, especially those important for the dairy industry, as fat content, were observed⁽²³⁾.

In another study performed on milk microbiological and chemical composition in different locations in Tamil Nadu, India, 60 raw milk samples were collected, fat content was analyzed and a 3.14 % average content was found. They concluded that *in situ* pasteurization should be established and HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) as food safety management systems should be set up for high quality milk production⁽²⁴⁾.

In the present study, in accordance with the lower limit set for milk fat in different standards, both Mexican and foreign, milk from the three Hidalgo basins is of excellent quality (Grade A) for this parameter.

Non fat solids

For eight months in Venezuela, 2,535 samples of chilled and ambient temperature milk were collected and analyzed from 40 dairy farms in the Aroa Yaracai area. An 8.87 % average non solids fat content was found, out of range of standards set by the Comisión Venezolana de Normas Industriales. These results gave rise to a training program directed to dairy farmers focused on better cattle feeding and collaterally in setting up public policies, paying special attention in improving performance of this indicator (COVENIN)⁽²⁵⁾.

Cow nutrition has an important effect on milk composition, especially fat content. Non fat solids, made up by proteins, lactose and minerals, can fluctuate a great deal with

de vaca en diferentes localidades del Estado de Tamil Nadu, India, se colectaron 60 muestras de leche cruda, y se encontró que entre los niveles promedio de los componentes principales, el correspondiente a grasa fue de 3.14 %. En general, se concluyó que debe establecerse la pasteurización *in situ* y la aplicación del sistema "Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos" (HACCP por sus siglas en inglés) para facilitar la producción de leche de vaca de alta calidad⁽²⁴⁾.

En nuestra investigación, de acuerdo al límite mínimo fijado para grasa butírica en las diferentes normas, tanto mexicana como de otros países, la leche de las cuencas de Hidalgo está clasificada como tipo A, indicando la excelente calidad del lactificio en este parámetro.

Sólidos no grasos

En Venezuela, durante ocho meses, se analizaron 2,535 muestras de leche con o sin almacenamiento en frío, recolectadas de 40 fincas de las zonas de Aroa Yaracal. Se encontró un porcentaje promedio de 8.87 % de sólidos no grasos, el cual estuvo fuera de los rangos establecidos en la norma fijada por la Comisión Venezolana de Normas Industriales, lo cual motivó el establecimiento de programas de capacitación para que los ganaderos pudieran realizar una mejor alimentación del ganado, y también derivó en el establecimiento de políticas

changes in diets, but less than fat content. Specific factors, mentioned in the literature, that affect non fat solids content in milk include nutrition, genetics, several pathologies, lactation phase and season of the year⁽²⁶⁾.

In accordance with data obtained in the present study, average non fat solids content in milk from Hidalgo is several tenths of a decimal point above the lower limit set by Mexican, Spanish, Argentine and Chilean standards, indicating good quality for this parameter.

In brief, milk from Hidalgo can be considered as being of excellent physicochemical quality (fat and non fat solids content), up to standard regarding acidity, probably altered with water in two of the three basins and of poor quality relative to somatic cell count, taking into account Mexican and foreign standards.

In the second block of results, a comparative analysis of the three basins against each other was performed. A discussion on the influence of the big dairy businesses on standard milk quality demanded from dairy farmers is ongoing. Results from the variance analysis on comparisons between basins are shown in Table 3.

In somatic cell count, the lowest average was found in milk from Mezquital, not significantly different from milk from Tizayuca ($P>0.05$). In cryoscopy, Tizayuca was significantly different from both Mezquital and Tulancingo ($P<0.05$),

Cuadro 3. Relación entre cuencas y calidad estándar de la leche (media ± DE)

Table 3. Comparison between basins and milk standard quality (means ± SD)

Parameter	Tizayuca (n=194)	Tulancingo (n=454)	Mezquital (n=768)
Somatic cell count, units	635,732±46,217 ^a	764,702±19,629 ^b	571,129±35,491 ^a
Cryoscopy, °C	-0.5505±0.0132 ^a	-0.5298±0.0011 ^b	-0.5296±0.0011 ^b
Acidity, %	0.149±0.025 ^a	0.155±0.012 ^b	0.149±0.014 ^a
Milkfat, %	3.40±0.57 ^a	3.52±0.12 ^b	3.50±0.09 ^b
Total solids, %	11.96±0.62 ^a	12.35±0.20 ^c	12.22±0.20 ^b
Non fat solid, %	8.57±0.31 ^a	8.85±0.14 ^b	8.90±0.32 ^b

DE= desviación estándar; SD= standard deviation.

^{abc} Values showing different small letters indicate differences ($P<0.05$).

públicas tendientes a mejorar el desempeño de los productores en este indicador (COVENIN)⁽²⁵⁾.

La nutrición de la vaca tiene un efecto importante en la composición de la leche, especialmente en el contenido de grasa. Los sólidos no grasos, compuestos por proteínas, lactosa y minerales, también pueden variar mucho con los cambios en la dieta, pero menos que el contenido de grasa. Los factores específicos, reportados en la literatura, que afectan los sólidos no grasos de la leche incluyen: la nutrición, la genética, diversas patologías, la fase de lactancia y la estación del año⁽²⁶⁾.

De acuerdo con los datos obtenidos, el valor de sólidos no grasos de la leche bovina del estado de Hidalgo se encuentra varias décimas de porcentaje por encima del mínimo solicitado en las normas mexicana, española, argentina y chilena, indicando buena calidad desde el punto de vista fisicoquímico.

En síntesis, comparando las cuencas estudiadas con las exigencias nacionales e internacionales, se encontró que la leche de Hidalgo es de excelente calidad fisicoquímica (grasa y sólidos no grasos), aceptable en cuanto a acidez, probablemente adulterada con agua en dos de las cuencas estudiadas, y de mala calidad en relación al conteo de células somáticas.

En el segundo bloque de resultados se hace una comparación analítica de las tres cuencas entre sí. Se discute la idea de que la orientación empresarial de las industrias acopiadoras está influyendo en la calidad estándar exigida a los productores. En el Cuadro 3 se presentan los resultados del análisis de varianza correspondiente a la comparación entre cuencas.

En conteo de células somáticas, el promedio más bajo lo reportó la leche del Valle del Mezquital, pero no fue diferente con la de Tizayuca ($P>0.05$). Asimismo, en crioscopia Tizayuca difirió de Tulancingo y Mezquital ($P<0.05$), cuyo valor sugeriría que estuvo menos adulterada con agua que las otras dos,

suggering it was less altered with water than in the other basins, as its cryoscope freezing point was the least farther away in the negative scale.

On the other hand, the higher averages for fat content, total solids content and non fat solids (industrial yield variables) were found in Tulancingo and Mezquital, showing significant differences ($P<0.05$) with Tizayuca, perhaps due to higher milk yield per cow in the first two basins.

When milk of Hidalgo is compared to international standards (foreign comparison) it can be concluded that it shows excellent industrial yield, lacking hygiene and probably altered with water. When milk from the three Hidalgo basins are compared against each other (domestic comparison), Tizayuca shows better hygiene and less alteration with water than the other two, who show the best industrial quality.

As having milk meeting international standards on quality and food safety is desirable and an end in itself, every actor involved in the agroindustrial chain (production, manipulation and marketing) must meet its obligations, carrying out their activities adequately. In view of this, the following recommendations are suggested for improving quality across the milk agroindustrial chain in Hidalgo.

Setting up of a quality control system based on rewards and penalties, aimed at making all actors (producers, collectors, manufacturers, distributors and traders) meet quality standards.

Coordination with producer associations and the Hidalgo Milk System Product enforcement of best management practices before and after milking, placing special attention to dairy farms using less technology.

Increase the cool chain from dairy farm to processing plant, looking for the least possible time exposure to environment factors (temperature, moisture, dust and other contaminants).

dado que su punto crioscópico fue el más alejado en la escala negativa.

Por otro lado, los promedios más altos en grasa, sólidos totales y sólidos no grasos (variables de rendimiento industrial) se encontraron en Tulancingo y Mezquital, mostrando diferencias significativas con Tizayuca ($P < 0.05$), debido quizá a la menor producción por vaca en las dos primeras cuencas.

Al cotejar la leche de Hidalgo con parámetros internacionales (comparación al exterior), se concluye que la leche es excelente en rendimiento industrial, con deficiente sanidad, y probablemente adulterada con agua. En la comparación al interior (entre las tres cuencas), Tizayuca es la mejor en calidad sanitaria y menor adulteración con agua, mientras que Valle del Mezquital y Tulancingo, son las mejores en producir un lactificio para proceso industrial.

Contar con leche inocua, que cumpla con los parámetros fijados por las diferentes normas es deseable, e implica que todos los actores involucrados en la producción, manipulación y comercialización del producto realicen adecuadamente las actividades que les corresponden. Por ese motivo se proponen las siguientes recomendaciones para mejorar la gestión de la calidad a lo largo de toda la cadena agroindustrial lechera en Hidalgo.

Establecer un sistema de control de calidad de la leche basado en incentivos y castigos encaminado a hacer cumplir las normas de calidad por todos los actores de la cadena productiva: productores, acopiadores, industrializadores, distribuidores, y comercializadores.

Coordinar con las asociaciones de productores y con el Sistema Producto Leche del estado, la aplicación de buenas prácticas de manejo durante y después de las actividades de ordeña, poniendo especial interés en los establos que cuentan con tecnología más limitada.

Aumentar la cadena de frío desde el establo hasta la planta de proceso, buscando el menor

Strengthen and extend the range of television, radio and written press programs aimed at increasing awareness relative to the advantages of consuming good quality milk.

End of english version

tiempo de exposición de la leche a factores del medioambiente (temperatura, humedad, polvo, otros contaminantes, etc.).

Fortalecer y ampliar el alcance de los programas de televisión, radio, y prensa escrita tendientes a concientizar a la población respecto al consumo de leche de buena calidad y los beneficios que ello conlleva.

Capacitar a productores de leche y empresarios agroindustriales sobre los puntos críticos que se tienen que superar para lograr leche de buena calidad en toda la cadena agroindustrial (desde el productor hasta el consumidor).

Promover que los pequeños productores de leche que están organizados en los centros de acopio, fortalezcan los valores de reciprocidad, solidaridad y confianza entre ellos, para que puedan enfrentar de mejor manera el desafío que representa la permanencia competitiva en el mercado.

LITERATURA CITADA

1. C.E.A.-SAGARPA. Centro de Estadística Agropecuaria - Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta. Versión 1.1., México; 2006.
2. Siap. Página http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaDerivada/ComercioExterior/Estudios/BoletinLeche/Leche-Jun11.pdf. Consultado 13 enero de 2012.
3. Cuevas RV, Espinoza GA, Moctezuma LG, Jolalpa B JL, Romero SF, Vélez IA, Flores MA, Vázquez GR. La cadena agroalimentaria de leche de vaca en el estado de Hidalgo: Diagnóstico y prospección al año 2020. Libro técnico, INIFAP Pachuca; 2007.
4. Pomeón T, Cervantes EF. El sector lechero y quesero en México en las últimas décadas. En: Cervantes EF, Villegas

- GA coordinadores. La leche y los quesos artesanales en México. Universidad Autónoma Chapingo, Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y Agricultura Mundial, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología México: Ediciones Miguel Ángel Porrúa; 2012:7-19.
5. Allaire G, Sylvander B. Qualité spécifique et systèmes d'innovation territoriale. Cahiers d'économie et de sociologie rurale 1997;(44):27-59.
 6. Rice J. Mathematical statistics and data analysis. Pacific Grooves, USA: Wadsworth & Brooks/Cole; 1988.
 7. COFOCALEC. NMX-F-700-COFOCALEC-2004. Sistema producto leche – alimento lácteo – leche cruda de vaca – especificaciones. Guadalajara, Jal. 2004.
 8. Bradley A, Green M. Use and interpretation of somatic cell count data in dairy cows. In practice 2005;(27):310-315.
 9. NORMA Oficial Mexicana NOM-155-SCFI-2003, Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado- Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba [en línea]. <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Publicaciones/CDs2007/CDAgropecuaria/pdf/83NOM.pdf>. Consultada 6 Feb, 2012.
 10. SEDESOL, LICONSA. Manual de Normas de Calidad de Leche Cruda. México; 2007.
 11. NMX-F-708-COFOCALEC-2004 Sistema Producto Leche – Alimentos – Lácteos – Determinación de grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos y sólidos totales, en leche cruda, por espectroscopia de infrarrojo. Método de prueba. Diario Oficial de la Federación el 1 de marzo de 2005.
 12. NMX-F-706-COFOCALEC-2004 Sistema Producto Leche - Alimentos – Lácteos – Determinación de la cuenta de células somáticas, en leche cruda, por citometría de flujo. Método de prueba. Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2004.
 13. Pérez LC. Técnicas estadísticas con SPSS. 1ª ed.España: Ed. Prentice Hall; 2001.
 14. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España. Pago de la leche en función de su composición y su calidad higiénica. BOE 162; 1985.
 15. National Dairy Council. Managed by Dairy Management, Newer Knowledge of Dairy Foods/ Milk. Rosemont IL; 2000.
 16. Código alimentario argentino capítulo VIII. [on line]: [http://www.anmat.gov.ar/codigoa/CAPITULO%20VIII%20\(actualiz%206-7-02\).pdf](http://www.anmat.gov.ar/codigoa/CAPITULO%20VIII%20(actualiz%206-7-02).pdf). Consultado 15 Jun, 2011.
 17. Dirven M. Complejos productivos, apertura y disolución de cadenas. En: MartineDirven coord. Apertura económica y (des)encadenamientos productivos. Reflexiones sobre el complejo lácteo en América Latina. Santiago de Chile: Ed. CEPAL; 2001.
 18. Harmon J, Robert P. Somatic cell counts. National Mastitis Council. Ann Meet Proc. University of Kentucky, Lexington, Kentucky. 2001:3-9.
 19. Godkin A, Kelton D. Reducing SCCs in Ontario. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Department of Population Medicine, Ontario Veterinary College, Guelph, Ontario [on line]. www.uwex.edu/milkquality/PDF/ontariowebarticle.pdf. Accessed Sep 15, 2011.
 20. Alfonso CR, Rodríguez R, Vélez R. Evaluación de la calidad de leches en cuatro procesadoras de quesos en el Municipio de Montería, Colombia. Revista MVZ Córdoba 2007;12(1) 912-920.
 21. Diario Oficial de la Federación. NORMA Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba. 2010.
 22. Navrátilová P, Janstová B, Glossová P, Vorlová L. Freezing point of heat-treated drinking milk in the Czech Republic. Food Sci 2006;(24):156-163.
 23. Revelli GR, Sbodio OA, Tercero EJ. 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). Revisiones RIA/Trabajos en prensa. [en línea]. <http://ria.inta.gov.ar/wp-content/uploads/2011/06/revelli.pdf>. Consultado 8 Oct, 2011.
 24. Lingathurai S, Vellathurai P, EziIvendan S, PremAnand AA. A comparative stude on the microbiological and chemical composition of cow milk from different locations in Madurai, Tamil Nadu. Indian J Sci Technol 2009;2(2):51-54.
 25. Paez L, López N, Salas K, Spildillero A, Verde O. Características físico-químicas de la leche cruda en las zonas de Aroa y Yaracal, Venezuela. Científica. Instituto Politécnico Nacional 2002;12(202):1-20.
 26. Bernett A, Draayer J, Dugdel B, Lambert JC, Thapa T. Informe sobre la Conferencia Electrónica de la FAO sobre acopio y procesamiento de Leche en Pequeña Escala en Países en Desarrollo. Roma; 2001 [en línea]. www.fao.org/ag/againfo/themes/documents/LPS/DAIRY/ecs/Proceedings/econf-proc-spanish.pdf. Consultado 10 Oct, 2011.