

Aproximación estadística a la calidad de la leche de la Región Mixteca Poblana

Ariadna Bravo, Mayra Sánchez, Lucero Gutiérrez, Amado Navarro y Celina Rincón

A. Bravo, M. Sánchez, L. Gutiérrez, A. Navarro, C. Rincón.
Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros. Prolongación Reforma 168, Barrio Santiago Mihucán, Izúcar de Matamoros, Puebla, 74420, México.
ariadna_bravo_4@yahoo.com.mx

M. Ramos., V.Aguilera., (eds.).Ciencias Naturales y Exactas, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2014.

Abstract

Aiming to a preliminary study in this work the results of bovine milk quality in the Mixteca Poblana region are presented. 29 milk samples from small stakeholders of 4 municipalities (Izúcar de Matamoros, Tepeojuma, Chietla and Chiautla de Tapia) were analyzed for acidity, pH, density, fat, non-fat solids and total solids. Samples were grouped by geographical similarities. An analysis of variance with location as predictor (non-parametric Kruskal Wallis for fat, a non-normal variable), showed significant differences for pH, acidity, density and total solids ($p < 0.05$). The acidity, density and total solids are positively and significantly correlated ($p < 0.05$). A comparison with Mexican standards showed that the milk of Chiautla de Tapia better meets specifications (pH – 6.66, acidity – 1.86 g/L, density 1.031 g/mL, fat – 38.1 g/L, non-fat solids – 94.6 g/L y total solids – 13.27%) and the lower quality was presented by the samples belonging to Izúcar de Matamoros and Tepeojuma. A factor analysis groups the results according to the geographical region which indicates the effect of environmental conditions in the quality of the milk produced.

8 Introducción

La leche se define como la secreción mamaria normal de animales lecheros obtenida mediante uno o más ordeños sin ningún tipo de adición o extracción, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración ulterior (CODEX, 1999). La calidad de la leche cruda se establece con base a parámetros higiénicos, sanitarios y composicionales (Zambrano & Grass, 2008). Las características cualitativas para la comercialización de la leche dependen del tipo de cliente y el destino de venta o transformación (gran empresa o queseros artesanales), estando además 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 las condiciones actuales de globalización, la producción de leche procesada es cada vez de mayor peso en la cadena productiva de la leche, lo que impone requerimientos más estrictos a los pequeños productores (Rivera y Álvarez, 2005; Cervantes, et al., 2013).

La calidad de la leche depende de numerosos factores relacionados con la producción en la granja. Algunos de estos factores deben controlarse mediante buenas prácticas ganaderas y el cuidado de la salud y estado de los animales, otros con buenas prácticas de ordeño y sistemas de limpieza y desinfección eficaces (Early, 2000).

La calidad de la leche también se ve afectada por las variables ambientales (temperatura, humedad, insolación, radiación solar, precipitación y velocidad del viento), pues estas ejercen su acción en forma conjunta e interrelacionadas sobre la producción y composición de la leche en vacas mestizas (Echeverri & Restrepo, 2009).

Se estima que cuando la temperatura máxima supera los 25°C, el ambiente es estresante para los animales. En condiciones cálidas y de elevada humedad atmosférica se reduce la pérdida de calor por evaporación a través de la piel y del tracto respiratorio, incrementando el nivel de estrés.

La alta humedad también representa un problema sanitario ya que contribuye a la proliferación de patógenos: bacterias, hongos y ectoparásitos (Gallardo & Valtorta, 2000).

Debido a que más del 80 por ciento de la leche producida en los países en desarrollo procede de los productores a pequeña escala, la actividad lechera mejora la seguridad alimentaria y representa una fuente de empleo e ingresos para millones de familias de pequeños ganaderos.

Sin embargo, la producción lechera de los pequeños productores puede variar considerablemente según la localización geográfica, la zona agroecológica y las condiciones socioeconómicas.

Factores que determinan, en última instancia la existencia de diferencias locales en la calidad de la leche cruda, siendo sensible incluso a variaciones pequeñas en la calidad del alimento que recibe el ganado, las condiciones de vida del animal, sin mencionar prácticas de adulteración del producto. Estas diferencias, sutiles en ocasiones, pueden ser detectadas por métodos costosos, como el análisis de isótopos (Bernal et al., 2007; Krawczel y Grant, 2009; Capuano et al., 2014; Chung et al., 2014; Kälber et al., 2014).

El establecimiento de una cadena eficaz, higiénica y económica de producción láctea no es una tarea fácil en países en desarrollo, debido a factores como, el establecimiento de un sistema viable de recolección y transporte de la leche, los pequeños volúmenes de leche producida por explotación, la lejanía de los lugares de producción, la deficiente infraestructura de transporte, las deficiencias en materia de tecnología y conocimientos para la recolección y el procesamiento de la leche, la mala calidad de la leche cruda; las distancias de los lugares de producción a las unidades de procesamiento y de ahí hasta los consumidores y a las dificultades económicas para establecer instalaciones de refrigeración (FAO, 2012).

La producción de leche en México en los últimos 12 años (2000 a 2012) ha tenido un crecimiento promedio anual del 1.46%, lo que hace que en términos monetarios esta actividad sea equivalente al 20.3% del valor total del sector pecuario, siendo la tercera en importancia superando a la producción de cerdo y huevo (CANILEC, 2012). En el año 2012 México presentó una producción de 10, 880,870 miles de litros con un valor total de la producción de 56, 445,380 miles de pesos. En este mismo año en el estado de Puebla se produjeron 422,768 miles de litros de leche con un precio promedio por litro de 5.47 pesos y en el Distrito de Izúcar de Matamoros se obtuvo una producción de 1,666 miles de litros, con un precio promedio por litro de 13.15 pesos (SIAP, 2014); aunque la producción lechera en el distrito de Izúcar de Matamoros es la más baja a nivel estatal, la importancia de conocer la calidad de la leche producida en esta región, radica en que a partir de este conocimiento se pueden tomar decisiones que ayuden a la mejora del proceso de obtención de leche por parte de los pequeños productores, repercutiendo en una mayor aceptación por parte del consumidor.

Para determinar la calidad de la leche de manera cuantitativa ésta se somete a una serie de pruebas, comúnmente denominadas pruebas de plataforma, como son la prueba de alcohol, pH, densidad, humedad, acidez, y grasa, principalmente.

El objetivo del estudio fue realizar una evaluación estadística de la calidad de la leche a partir de los análisis de plataforma de muestras obtenidas de pequeños productores en la región Mixteca Poblana.

8.1 Materiales y Métodos

Muestreo

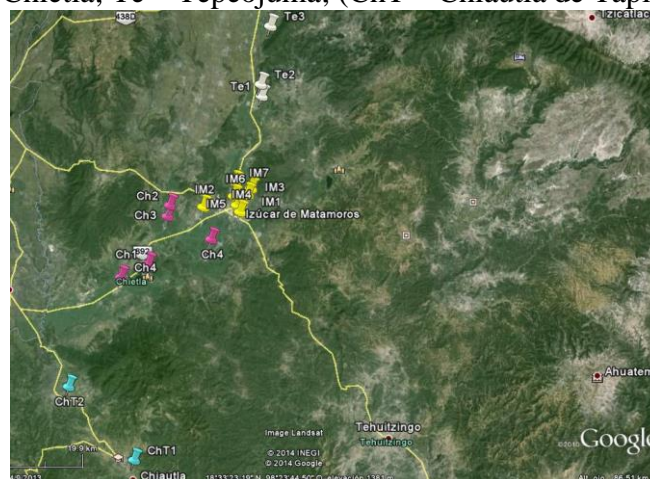
Se llevó a cabo seleccionando localidades de municipios en un radio de 60 kilómetros de la ciudad de Izúcar de Matamoros. Los municipios seleccionados para este estudio fueron: Izúcar de Matamoros, Chiautla de Tapia, Tepeojuma y Chietla. Una vez identificadas las zonas a muestrear, se procedió a visitar cada uno de los productores para obtener las muestras y realizar los análisis fisicoquímicos. Se recolectaron 29 muestras en un lapso de 3 meses (Mayo-Julio).

La ubicación de las muestras, agrupadas por aspectos geográficos más que por la división administrativa, se muestra en la figura 8.

Toma de muestras

Las muestras de leche fueron recolectadas en recipientes de plásticos de 1 litro y transportadas en una hielera hasta la Universidad, una vez ingresadas al Laboratorio de Análisis Físicoquímicos fueron mantenidas en refrigeración hasta su análisis, éste, se realizó dentro de las 24 horas siguientes a la recolección.

Figura 8 Localización de los puntos de colecta de muestras (IM – Izúcar de Matamoros; Ch – Chietla; Te – Tepeojuma; (ChT – Chiantla de Tapia).



Análisis físicoquímicos

A cada una de las muestras se le determinó: acidez, densidad, grasa y sólidos no grasos de acuerdo a la NOM-155-SCFI-2003, el pH se midió mediante el método potenciométrico y los sólidos totales mediante la NOM-116-SSA1-1994.

Análisis estadístico de los resultados

El análisis estadístico se realizó con el paquete Statistica v. 10.0 (Statsoft, USA). La normalidad de las variables se evaluó mediante las pruebas de Shapiro-Wilk, Kolgomorov-Smirnov y Lilliefors. Para variables normales las diferencias entre medias fueron evaluadas mediante análisis de varianza (ANOVA), utilizando la prueba HSD de Tukey y un valor de $p < 0.05$ para considerarlas significativas. Para las que no mostraron normalidad se realizó un ANOVA de Kruskal-Wallis no paramétrico. Para identificar las variables relevantes en la variabilidad de las muestras, se realizó un análisis factorial, utilizando componentes principales como método de extracción y realizando una rotación varimax normalizada.

8.2 Resultados y discusión

Estadística descriptiva

A continuación (Tabla) se muestra la estadística descriptiva de los resultados del análisis físicoquímico efectuado a las 29 muestras.

Tabla 8 Estadística descriptiva de los resultados del análisis fisicoquímico de las muestras.

Municipio		Izúcar de Matamoros	Chietla	Chiautla de Tapia	Tepeojuma	Especificación
pH	Media±Std.Dev.	6.60±0.09	6.54±0.03	6.66±0.06	6.68±0.05	6.5 - 6.8 ^a
	Mediana	6.62	6.55	6.65	6.69	
	Mínimo	6.45	6.49	6.59	6.59	
	Máximo	6.70	6.59	6.76	6.76	
Acidez (como ác. Láctico) g/L	Media±Std.Dev.	1.49±0.15	1.60±0.13	1.86±0.18	1.37±0.18	1.3 - 1.6 ^b
	Mediana	1.505	1.598	1.806	1.424	
	Mínimo	1.227	1.412	1.713	1.088	
	Máximo	1.736	1.760	2.246	1.574	
Densidad g/mL a 15°	Media±Std.Dev.	1.027±0.003	1.028±0.002	1.031±0.001	1.027±0.004	1.0295 mín. ^b
	Mediana	1.027	1.029	1.031	1.027	
	Mínimo	1.022	1.025	1.031	1.019	
	Máximo	1.031	1.031	1.033	1.031	
Grasa g/100 mL	Media±Std.Dev.	3.61±0.84	4.11±0.90	3.81±1.25	3.63±1.00	30 g /L mín. ^b
	Mediana	3.50	3.58	4.00	3.13	
	Mínimo	2.75	3.50	2.00	3.00	
	Máximo	5.50	5.50	5.50	5.50	
Sólidos no grasos g/ 100 mL	Media±Std.Dev.	7.95±1.56	7.66±1.11	9.46±1.70	7.18±2.18	83 g/L mín. ^b
	Mediana	8.32	7.51	9.90	6.77	
	Mínimo	5.13	6.32	5.99	5.16	
	Máximo	10.07	9.66	11.05	11.01	
Sólidos totales %	Media±Std.Dev.	11.56±1.56	11.76±1.47	13.27±1.33	10.80±1.85	12 - 13 % ^c
	Mediana	11.86	11.28	13.15	10.75	
	Mínimo	8.63	10.70	11.49	8.41	
	Máximo	13.62	14.66	15.61	14.01	

^a Negri, L. (2005); ^b PROY-NMX-F-700-COFOCALEC-2012; ^c Agudelo et al., (2005).

pH

Los resultados obtenidos del análisis se encuentran por debajo del valor que indica una leche con problemas de mastitis (pH 6,8 a 7,5) (Negri, 2005). De acuerdo con Tornadijo *et al.*, (1998) la leche con mastitis debe descartarse para la producción de queso porque alarga el tiempo de coagulación e incluso puede impedir que se produzca.

Acidez

Se observa que los municipios de Chiautla de Tapia (1.86±0.18 g/L) y Chietla (1.60±0.13 g/L) presentan valores de acidez mayores comparados con lo establecido en la norma PROY-NMX-F-700-COFOCALEC-2012 (1.3 a 1.6 g/L) lo cual puede deberse a una mayor tasa de crecimiento bacteriano, ya que en promedio la temperatura ambiental en ellos es mayor en comparación a la de Izúcar de Matamoros, cuando la leche es almacenada sin refrigeración, el crecimiento bacteriano se ve favorecido y como consecuencia del metabolismo bacteriano, se presenta la acidificación de la leche (Alpina,1999).

Densidad

De acuerdo a la norma PROY-NMX-F-700-COFOCALEC-2012 el límite mínimo establecido para la densidad es de 1.0295 g/mL, por lo tanto sólo las muestras provenientes del municipio de Chiautla de Tapia cumplen con este mínimo, al ser la densidad una medida de los sólidos que contiene la leche (Cervantes, 2004), este parámetro se relaciona con el alto contenido de sólidos no grasos que presenta la muestra. La presencia de valores bajos de densidad, puede deberse a la adición de agua (Gerber, 1994).

Grasa

De los datos analizados se observa que las medias obtenidas en cada municipio se encuentran dentro del límite mínimo establecido por la norma, sin embargo, los valores mínimos de Izúcar de Matamoros y de Chiautla de Tapia no cumplieron el criterio, lo que se puede atribuir a que la grasa es el componente más variable en la leche y es al mismo tiempo el que más cambios sufre por efecto genético, fisiológico y nutricional (Calderón *et al.*, 2006).

La grasa es considerada la variable más importante para la industrialización de la leche (Augustin y Versteeg 2006); un porcentaje más alto de grasa, indica que la leche cruda es de alta calidad, además es una variable que incrementa el valor económico de esta (Michalski *et al.* 2006), por lo que puede decirse que la leche estudiada es de excelente calidad para la industria.

Sólidos no grasos (SNG)

Se observa que la mayor parte de las medias de los datos obtenidos para este parámetro se encuentran por debajo del límite establecido por la norma, la cual especifica un mínimo de 83 g/L, sólo el municipio de Chiautla de Tapia cumple con este valor al obtener una media de 9.46 ± 1.70 , sin embargo los valores mínimos de todos los municipios son muy bajos, lo que podría deberse a la nutrición de la vaca, pues ésta tiene un efecto importante en la composición de la leche. Los sólidos no grasos, compuestos por proteínas, lactosa y minerales, pueden variar mucho con los cambios en la dieta. 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 (Bernett *et al.*, 2014).

La cantidad de sólidos no grasos decrece progresivamente con la edad del animal. Así, dentro de un ciclo de lactación, los SNG presentan una variación inversa a la curva de producción de leche, o sea, durante el primer mes los SNG son altos, disminuyendo al segundo mes cuando existe el pico de producción de leche y vuelve a aumentar al final de la lactación, a medida que la producción disminuye (De los Reyes, 2010).

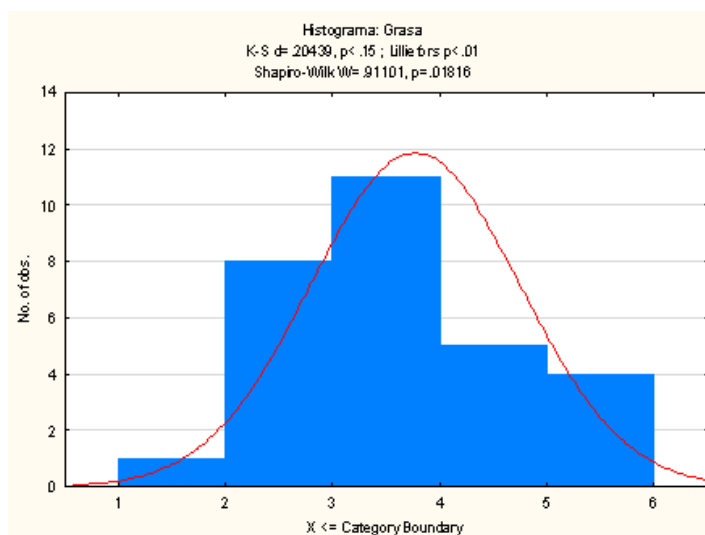
Sólidos totales

De acuerdo con el autor Agudelo *et al.*, (2005) los sólidos totales deben estar dentro del siguiente rango (12-13%), en general los valores de sólidos totales de las muestras analizadas se encuentran debajo del límite establecido esto podría ser debido a la adición de agua, la alimentación de la vaca y el tipo de ganado; cabe destacar que el valor promedio de las muestras del municipio de Chiautla de Tapia si cumple con este rango.

Análisis de Normalidad

Antes de realizar el análisis de varianzas se determinó la normalidad de los resultados obtenidos y las pruebas que presentaron esta característica fueron: pH, acidez, densidad, sólidos no grasos y sólidos totales. Sin embargo, los resultados de la prueba de grasa no presentaron una distribución normal, como se muestra en la figura 8.1.

Figura 8.1 Histograma de resultados de grasa



Análisis ANOVA

En la Tabla y Figura se presentan los resultados del análisis de varianza correspondiente a la comparación entre municipios.

Tabla 8.1 Análisis de varianzas

Parámetro	Izúcar Matamoros	de Chietla	Chiautla de Tapia	Tepeojuma	p
pH	6.60±0.09 ^{a,b,c}	6.54±0.03 ^a	6.66±0.06 ^b	6.68±0.05 ^c	0.0067
Acidez (como ácido láctico g/L)	1.49±0.15 ^a	1.60±0.13 ^b	1.86±0.18 ^c	1.37±0.18 ^d	0.00005
Densidad (g/mL a 15° C)	1.027±0.003 ^a	1.028±0.002 ^{a,b,c}	1.031±0.001 ^b	1.027±0.004 ^c	0.0049
Sólidos no grasos (%)	7.95±1.56 ^a	7.66±1.11 ^a	9.46±1.70 ^a	7.18±2.18 ^a	0.079
Sólidos Totales (%)	11.56±1.56 ^a	11.76±1.47 ^a	13.27±1.33 ^b	10.80±1.85 ^c	0.037

^{a,b,c,d} = medias con distinta letra son diferentes (p < 0.05)

Los resultados de los análisis pH, acidez, densidad y sólidos totales presentaron diferencias significativas entre las muestras (p < 0.05); el municipio de Chiautla de Tapia exhibió los valores más altos para densidad y sólidos totales lo cual indica que la leche es de calidad, sin embargo, muestra un valor de acidez alto que podría atribuirse a las altas temperaturas de esa región y a las deficientes condiciones de almacenamiento de la leche antes del muestreo.

No se observó diferencia significativa para el análisis de sólidos no grasos entre los municipios analizados.

Para el análisis de datos procedentes de la determinación de grasa se realizó un ANOVA de Kruskal-Wallis no paramétrico y el resultado indica que los datos no presentan diferencia significativa.

Figura 8.2 Gráficas de medias de las muestras de leche analizadas

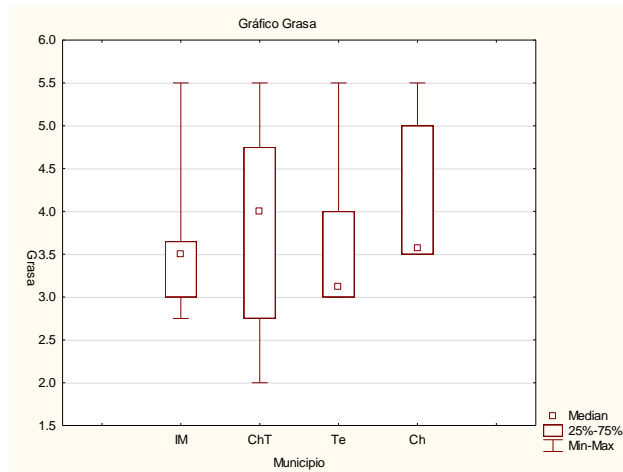
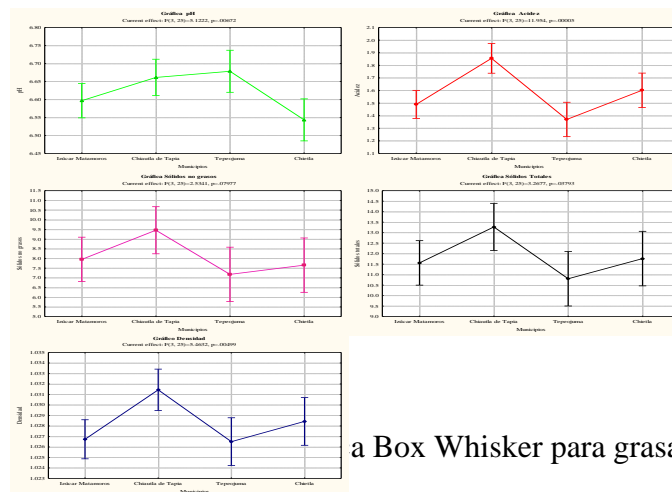
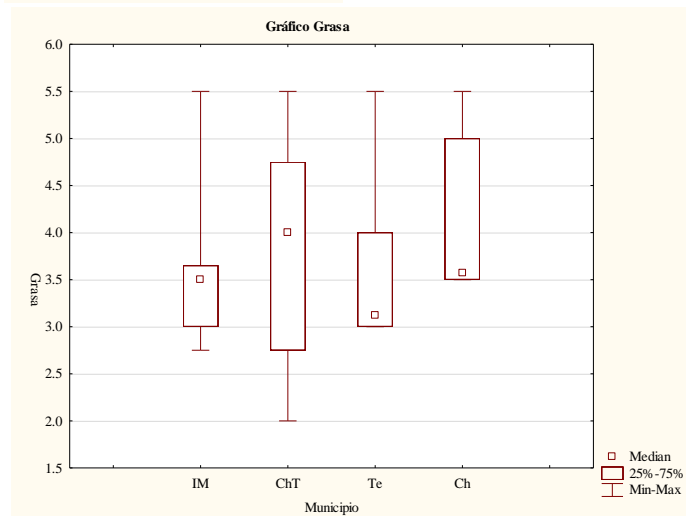


Figura 8.3 Gráficas de medias de las muestras de leche analizadas



a Box Whisker para grasa



Análisis de correlación

En la tabla 3 se muestra el análisis de correlación entre los diferentes parámetros de calidad de la leche.

Tabla 8.2 Coeficientes de correlación entre los diferentes parámetros de calidad de la leche

Parámetros	Media	Desviación Estándar	pH	Acidez	Densidad	Grasa	Sólidos no grasos	Sólidos totales
pH	6.62034	0.083430	1.000000	-0.102563	0.217639	-	0.289887	0.134019
Acidez	1.58874	0.239284	-	1.000000	0.723759	0.298392	0.366785	0.513938
Densidad	1.02833	0.003297	0.217639	0.723759	1.000000	0.230277	0.464327	0.558900
Grasa	3.77069	0.975825	-	0.230277	0.129638	1.000000	-0.349508	0.201149
Sólidos no grasos	8.14669	1.800735	0.289887	0.366785	0.464327	-	1.000000	0.847480
Sólidos totales	11.9173	1.722372	0.134019	0.513938	0.558900	0.349508	0.847480	1.000000

Correlación significativa $p < 0.05$

La acidez, la densidad y los sólidos totales están positiva y significativamente correlacionados ($p < 0.05$).

Análisis factorial

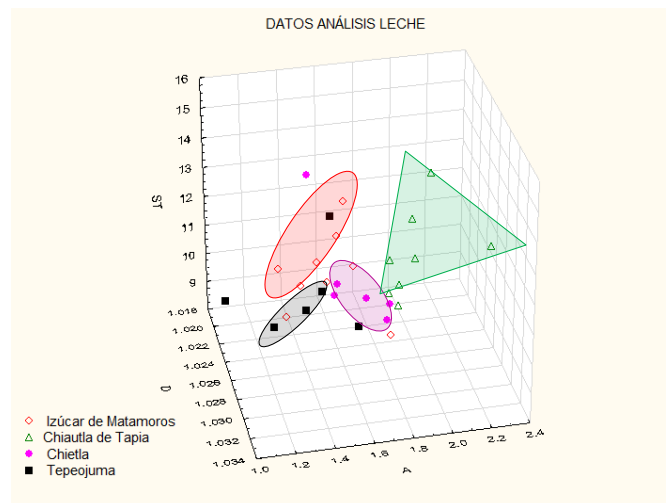
Con el análisis factorial considerando todas las variables se explica un 85.4% de la varianza, se mostró que en el primer factor se agrupan las variables de acidez, densidad y sólidos totales, responsables de un 45% de la varianza total (Tabla 4).

Tabla 8.3 Proyecciones de las variables en los factores y porcentaje de explicación de la varianza

	Factor 1	Factor 2	Factor 3
pH	0.066047	0.221748	-0.944736
Acidez	0.770985	-0.388216	0.031808
Densidad	0.773773	-0.311252	-0.350917
Grasa	0.091610	-0.858249	0.215038
Sólidos no grasos	0.823672	0.542735	-0.094916
Sólidos totales	0.913048	0.081179	0.022597
%Explicado de la Varianza	45.3	22.2	17.9

Un análisis factorial utilizando sólo las variables del primer factor, excluyendo los sólidos no grasos por su correlación con los sólidos totales, permite explicar un 94.7 % de la varianza. Las puntuaciones factoriales de las muestras (figura 5), permite observar una agrupación de los resultados de acuerdo a la región geográfica, lo que podría indicar la influencia de las condiciones ambientales en la calidad de la leche que se produce.

Figura 8.5 Análisis de componentes principales



8.3 Conclusiones

Se recolectaron 29 muestras de leche pertenecientes a cuatro municipios localizados en un radio de 60 km. de la Ciudad de Izúcar de Matamoros, a las cuales se les realizaron determinaciones de acidez, densidad, pH, sólidos no grasos, sólidos totales y grasa, de acuerdo a normatividad mexicana vigente.

La determinación de grasa no presentó una distribución normal, por ello se realizó un ANOVA de Kruskal-Wallis no paramétrico y el resultado indica que los datos no presentan diferencia significativa.

Los datos cuya distribución fue normal y presentan diferencias significativas son pH, acidez, densidad y sólidos totales ($p < 0.05$).

La acidez, la densidad y los sólidos totales están positiva y significativamente correlacionados ($p < 0.05$).

En general el municipio que presentó una leche de mejor calidad de acuerdo a las especificaciones de la norma es Chiantla de Tapia y las de menor calidad son las pertenecientes a los municipios de Izúcar de Matamoros y Tepeojuma cuyas muestras en la mayor parte de las determinaciones arrojaron resultados fuera de lo establecido por la norma. Con base en estos datos también se puede decir que el rendimiento de la leche para uso industrial probablemente sería bajo, debido a que contiene menos grasa, menos sólidos totales y densidad menor, indicativo de una probable adulteración con agua.

Se observó una agrupación de los resultados de acuerdo a la región geográfica, lo que podría indicar la influencia de las condiciones ambientales en la calidad de la leche que se produce.

Este estudio permitió una aproximación a la producción láctea de la región Mixteca, pues no existían antecedentes de estudios similares.

Debido al valor nutritivo y económico que representa la leche (CANILEC, 2012) y a la calidad mostrada por los resultados obtenidos, se recomienda la realización de un estudio más profundo que permita ampliar la información sobre su calidad en la región.

8.4 Agradecimientos

El trabajo fue realizado en las instalaciones de la Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros.

8.5 Referencias

- Agudelo, G. A. D., Bedoya, M. O. (2005). Composición Nutricional de la leche de ganado vacuno. *Revista Lasallista de Investigación*, 2, número 001, pp. 38-42.
- Alpina S.A. (1999). Calidad bacteriológica la leche. Boletín técnico. No 48. Sopo. Dirección de Mercadeo de Leche Alpina.
- Augustin, M; Versteeg, C. (2006). Milk fat: physical, chemical and enzymatic modification. In Fox, P; McSweeney, P. eds. *Advanced Dairy Chemistry*, 2, Ed. Springer, New York, USA. p. 293-332.
- Bernett, A., Draayer, J., Dugdell, B., Lamber, JC. & Thapa, T. (2001). Informe sobre la Conferencia Electrónica de la FAO sobre acopio y procesamiento de Leche en Pequeña Escala en Países en Desarrollo. Roma. Disponible en www.fao.org/ag/againfo/themes/documents/LPS/DAIRY/ecs/Proceedings/econf-procspanish.pdf. Consultado 10 junio de 2014.
- Calderón, A., García, F. & Martínez, G. (2006). Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. *Rev. MVZ Córdoba*, 1, pp. 725-737.
- Cámara Nacional de Industriales de la Leche (CANILEC). (2014). Producción de leche. Disponible en http://www.canilec.org.mx/prod_leche.html, consultado el 10 de junio de 2014.
- Capuano E., van der Veer G., Boerrigter-Eenlinga R., Elgersma A., Rademaker J., Steriana A., van Rutha S.M., (2014). Verification of fresh grass feeding, pasture grazing and organic farming by cows farm milk fatty acid profile. *Food Chem.* 164, 234–241.
- Cervantes, E. F. & Soltero, B. E. (2004). Escala, calidad de leche, y costos de enfriamiento y administración en termos lecheros de los Altos de Jalisco. *Técnica Pecuaria en México*, 42, pp. 207 – 218.
- Cervantes, E. F., Cesin, V. A. & Mamani, O. I. . (2013). La calidad estándar de la leche en el estado de Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 1, pp. 75-86.
- Chung I.M., Park I., Yoon J.Y., Yang Y.S., Kim S.H., (2014). Determination of organic milk authenticity using carbon and nitrogen natural isotopes. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.01.061.
- Codex Stan. (1999) Norma general del CODEX para el uso de términos lecheros. Disponible en www.codexalimentarius.org/input/download/standards/.../CXS_206s.pdf, consultado el 10 de junio de 2014.
- De los Reyes, G. G., Molina, S. B., Coca, V. R. (2010). Calidad de la leche cruda. Primer Foro sobre Ganadería Lechera de la Zona Alta de Veracruz.
- Early, R. (2000). Tecnología de los productos lácteos. Ed. Acribia SA de CV. Zaragoza España. pp. 1-12.
- Echeverri, Z. J., Restrepo, L. F. (2009). Efecto meteorológico sobre la producción y calidad de la leche en dos Municipios de Antioquia – Colombia. *Revista Lasallista de Investigación*, 6, pp. 50-57.

- FAO (2012). Producción y productos lácteos. Disponible en <http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/produccion-lechera/es/#.U6JOfpR5OSo>, consultado el 08 de junio de 2014.
- Gallardo, M. & Valtorta, S., (2000). Estrategias para mejorar la producción de leche en verano. *Producir XXI.*, 9, pp. 23.
- Gerber, N. (1994). Tratado práctico de los análisis de la leche y del control de los productos lácteos. Gráficas ROA, España.
- Kälber T., Kreuzer M., Leiber F., (2014). Milk fatty acid composition of dairy cows fed green whole-plant buckwheat, phacelia or chicory in their vegetative and reproductive stage. *Animal Feed Science and Technology*, 193, 71–83.
- Michalski, M; Leconte, N; Briard-Bion, V; Fauquant, J; Maubois, J; Goudédranceche, H. (2006). Microfiltration of raw whole milk to select fractions with different fat globule fat size distributions: Process optimization and analysis. *Journal Dairy Science*, 89, pp. 3778-3790.
- Negri, L. M. (2005). Manual de Referencias técnicas para el logro de leche de calidad. 2º Ed., INTA.
- Peter Krawczel P., Grant R., (2009). Effects of cow comfort on milk quality, productivity and behavior. NMC Annual Meeting Proceedings, Charlotte, North Carolina, 15-24.
- Raquel Bernal Martínez L.R., Rojas Garduño M.A., Vázquez Fontes C., Espinoza Ortega A., Estrada Flores J., Castelán Ortega O.A., (2007). Determinación de la calidad fisicoquímica de la leche cruda producida en sistemas campesinos en dos regiones del Estado de México. *Veterinaria México*, 38(4), 395-407.
- Rivera Espinoza P., Álvarez Macias A., (2005). Reestructuración de la producción primaria de leche en el sur de Jalisco ante el proceso de globalización. *Revista Mexicana de Agronegocios*, IX(16), 479-489.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). SAGARPA. 2014. Cierre de la producción pecuaria anual. Disponible en <http://www.siap.gob.mx/ganaderia-produccion-anual/>, consultado el 15 de junio de 2014.
- Tornadijo, M. E., Marra, A. I., García, M. C., Prieto, B. & Caraballo, J.(1998). La calidad de leche destinada a la fabricación de queso: calidad química. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 2, pp. 79 – 91.
- Zambrano, J. & Grass, J. (2008). Valoración de la calidad higiénica de la leche cruda en la asociación de productores de leche de Sotará – Asproleso, mediante las pruebas indirectas de resazurina y azul de metileno. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 6, pp. 56-67.