



Abanico Agroforestal. Enero-Diciembre 2024; 6:1-12. <http://dx.doi.org/10.37114/abaagrof/2024.10>
Artículo original. Recibido: 27/05/2024. Aceptado: 03/10/2024. Publicado: 28/10/2024. Clave: e2024-10
https://www.youtube.com/watch?v=Dzux_JkcBOc

Características fisicoquímicas de leche orgánica producida en Tecpatán, Chiapas, México

Physicochemical characteristics of organic milk produced in Tecpatán, Chiapas, Mexico



Schettino-Bermúdez Beatriz*^{1ID}, Pérez-González José^{1ID}, Radilla-Vázquez Claudia^{1ID}, Ruíz-Rojas Jorge^{2ID}, Del-Muro-Delgado Rubén^{1ID}, Gutiérrez-Tolentino Rey**^{1ID}

¹Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Ciudad de México, México. ²Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. *Autor principal: Schettino-Bermúdez Beatriz. **Autor de correspondencia: Gutiérrez-Tolentino Rey, Calzada del Hueso 1100, Colonia Villa Quietud, Coyoacán, CP. 04960. 5554837519. Ciudad de México, México. Email: schettin@correo.xoc.uam.mx, jjperez@correo.xoc.uam.mx, cradilla@correo.xoc.uam.mx, jlrojas89@hotmail.com, delmuro@correo.xoc.uam.mx, reygut@correo.xoc.uam.mx

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad fisicoquímica de la leche orgánica que se produce en Tecpatán, Chiapas. Se recolectaron 48 muestras de leche durante un año, proveniente de tres ranchos (R 1, 2 y 3) y tanque colector (TC). Se siguieron las pautas establecidas en la NMX-F-718-COFOCALEC-2017. Los parámetros de la leche fueron punto congelación, acidez, pH, grasa, proteína, lactosa, sólidos totales, sólidos no grasos y caseína. Los resultados mostraron que los ranchos 1 y 2 no cumplieron con el contenido de grasa mínimo (30 g/L) y caseína (24 g/L) establecido en NMX-155-SFCI-2012. La calidad de la leche no mostró diferencia significativa entre los R y TC, pero sí varía la calidad en la época del año en punto congelación, grasa, proteína, lactosa y sólidos no grasos; con valores mayores en época de seca para grasa, proteína y sólidos no grasos. La calidad de la leche orgánica en Tecpatán es competitiva a nivel internacional, los valores encontrados en este estudio son comparables a lo informado en otros países. Los valores obtenidos en esta investigación pueden ser base para propuesta de Norma mexicana de especificaciones en leche orgánica.

Palabras clave: análisis fisicoquímicos, espectrofotometría, grasa, lactosa, proteína.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the physicochemical quality of organic milk produced in Tecpatan, Chiapas. Forty-eight milk samples were collected over a one-year period from three farms (F 1, 2 and 3) and a collecting tank (CT). The guidelines established in NMX-F-718-COFOCALEC-2017 were followed. The milk parameters were freezing point, acidity, pH, fat, protein, lactose, total solids, non-fat solids and casein. The results showed that farms 1 and 2 did not meet the minimum fat content (30 g/L) and casein (24 g/L) established in NMX-155-SFCI-2012. The quality of the milk did not show significant differences between the F and CT, but the quality did vary in the time of year in terms of freezing point, fat, protein, lactose and non-fat solids; with higher values in the dry season for fat, protein and non-fat solids. The quality of organic milk in Tecpatan is competitive at an international level; the values found in this study



are comparable to those reported in other countries. The values obtained in this research can be the basis for a proposed Mexican standard for specifications on organic milk.

Keywords: physicochemical analysis, spectrophotometry, fat, lactose, protein.

INTRODUCCIÓN

La leche bovina es un alimento de alto valor nutricional; desde el punto de vista de su composición, la leche es un alimento completo y equilibrado, que proporciona elevados contenidos de macronutrientes (proteína, grasa y lactosa) y micronutrientes (minerales como calcio, entre otros), así como sustancias bioactivas, entre ellas algunos ácidos grasos y fosfolípidos (Lobos-Ortega *et al.*, 2022). La producción de leche de vaca en el 2022 se estimó en 753.3 millones de toneladas (mt), en donde la Unión Europea fue quién más contribuyó, los países con mayor aportación fueron Alemania, Francia, Reino Unido, Países Bajos, Polonia e Italia con 114.4 millones de toneladas, Estados Unidos registró 102.7 millones de toneladas y la India, Brasil y China, 108, 35.6 y 35 millones de toneladas, respectivamente. México reportó una producción de 13.5 millones de toneladas (CANILEC, 2024). Se ha estimado que, del total de la producción de leche, alrededor del 2% se produce bajo sistemas de producción orgánica, inclusive se reconoce un crecimiento constante, a tal grado que en el 2021 se estimó que la producción de leche orgánica en Europa representó el 3.3% de la producción total de leche (lo que significó el doble del 2007) (Bórawski, *et al.*, 2021). Los países con mayor aportación fueron Alemania (1.19 mt), Francia (1.03 mt), Dinamarca (0.71 mt), Austria (0.64 mt), Reino Unido (0.57 mt) y Suecia (0.46 mt), que en su conjunto contribuyeron con cerca del 83% de la producción total de leche orgánica de Europa (Bórawski *et al.*, 2021; Brodziak *et al.*, 2021; CANILEC, 2024).

Estudios en diversos países han tratado de establecer la calidad de la leche orgánica y señalar diferencias positivas respecto a la leche producida en sistemas convencionales (Brodziak *et al.*, 2021). Sin embargo, la tarea no ha sido fácil, debido a los hallazgos controversiales. Investigaciones han evaluado características fisicoquímicas entre leche orgánica y convencional sin establecer cuál de los dos tipos de leche es mejor. Por ejemplo, en un estudio realizado en leches orgánicas y convencionales pasteurizadas, comercializadas en Bangkok, Tailandia, se encontraron diferencias en varias características, pero no necesariamente definieron una mejor calidad en alguna de las leches estudiadas. El porcentaje de grasa fue mayor en leche orgánica (5.48 vs 4.47) y en proteína fue mayor en convencional (3.45 vs 3.02) (Phuenpong *et al.*, 2021). Otros estudios han abordado las variables que permiten definir la calidad de la leche orgánica y convencional, en términos de contenidos de grasa, proteína, lactosa, minerales, beta carotenos y fracciones grasas y proteicas, así como ácidos grasos saturados e insaturados, ácido linoleico conjugado, k-caseína, que tienen funciones benéficas a la salud del consumidor (Brodziak *et al.*, 2021; Manuelian *et al.*, 2022), sin embargo no queda claro cuál leche es mejor, ya que los datos obtenidos no son concluyentes. De lo



anterior se desprende que el avance en la caracterización de la leche orgánica ofrece información sobre las regiones que producen leche orgánica con atributos particulares de cada región.

En México, Chiapas es uno de los estados con mayor reconocimiento en producción orgánica, el café es el producto con mayor participación en este tipo de productos (Folch & Planas, 2019). Sin embargo, ha ganado terreno en la producción de leche y se encuentra activamente en la transición de sistemas de producción convencional a sistemas de producción de leche orgánica. Dado que el municipio de Tecpatán, es uno de los principales municipios que han implementado este tipo de sistemas de producción, el objetivo de la presente investigación fue evaluar la calidad fisicoquímica de la leche orgánica que se produce en Tecpatán, Chiapas, México.

MATERIAL Y MÉTODOS

Obtención de muestras

Las muestras de leche cruda orgánica se obtuvieron de ganado de raza criolla (cebú-pardo suizo) del municipio de Tecpatán, Chiapas. Este municipio se considera con potencial para la ganadería, ya que cuenta con variedad de pastos, suelos adecuados y abundantes lluvias, se consideró la época de lluvia, los meses de junio a noviembre y seca de diciembre a mayo. Tiene alrededor de 80 ranchos, que producen leche en condiciones de sistemas de producción orgánica con un total de 3500 cabezas de ganado, alimentado en pastoreo con pastos Insurgente (*B. brizantha*), Mombaza (*P. máximum*), Rajador (*L. divaricatum*), Cabezón (*P. virgatum* L.) y Mulato (*Bracharia híbrido 36087*).

Tecpatán se ubica entre los paralelos 16°59' y 17°24' de latitud norte; los meridianos 93°14' y 93°13' de longitud oeste; altitud entre 0 y 1200 m. El clima es cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (50.37%), cálido húmedo con lluvias todo el año (49.11%) y semicálido húmedo con lluvias todo el año (0.52%) (INEGI, 2024).

Cada mes durante un año, se obtuvieron muestras de un litro de leche orgánica producida en tres ranchos (R) de 80 R que se encuentran en Tecpatán. Asimismo, se colectó un litro de leche del tanque colector y de enfriamiento que se dispone para todos los productores de leche orgánica del municipio, se tuvo un total de 4 litros por mes durante un año (n=48). Las muestras fueron etiquetadas y trasladadas al laboratorio para su análisis en condiciones de refrigeración (COFOCALEC, 2017).

Análisis de laboratorio

Determinación de punto de congelación

El principio del método de crioscopia se basa en la Ley de Raoult, que señala que tanto el descenso crioscópico, como el ascenso ebullicópico, están determinados por la concentración molecular de las sustancias disueltas (NMX-155-SFCI-2012). El punto



crioscópico en las muestras de leche se midió en grados Celsius con un crioscopio Advanced Instruments Inc. (mod 4D3, Massachusetts, USA).

Determinación de acidez

La acidez de las muestras de leche se determinó mediante titulación alcalina con hidróxido de sodio (J.T. Baker, Estado de México, México), se empleó solución fenolftaleína (J.T. Baker, Estado de México, México) como indicador ([NMX-155-SFCI-2012](#)).

Determinación de pH

El análisis de pH en las muestras de leche se realizó mediante medición en potenciómetro (Mettler, Greinfensee, Suiza), previamente calibrado con soluciones buffer 4, 7 y 10.

Determinación de grasa, proteína, lactosa, sólidos totales y sólidos no grasos

La determinación de grasa, proteína, sólidos totales y sólidos no grasos en la leche en estudio se llevó a cabo mediante espectroscopía infrarroja, se utilizó un milkoscan 133B (FOSS Electric, Hilleroed, Denmark).

Determinación de caseína

La técnica para la determinación de caseína en las muestras de leche constó de tres etapas:

Determinación de las proteínas totales por milkoscan (Lectura A); eliminación de la caseína con solución ácida: se calentaron a 40°C 100 mL de leche y se le adicionó una solución ácida (H₂SO₄ 1N) (J.T. Baker, Estado de México, México) gota a gota con agitación constante hasta obtener un pH de 4.6. El suero obtenido se filtró y centrifugó a 1200 rpm durante 5 min; determinación de la proteína del suero: al suero del punto 2 se le determinó el contenido de proteína con el equipo milkoscan (Lectura B).

Para convertir el porcentaje de proteína a porcentaje de caseína (g/L) se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ caseína (g/L)} = K = \text{Lectura A} - \text{Lectura B}$$

Análisis estadístico

El estudio fue de carácter descriptivo y longitudinal durante un año, con observación mensual.

La variable dependiente fue la calidad de la leche evaluada en términos de sus características fisicoquímicas (variables independientes).

Con los datos obtenidos se obtuvieron las medidas descriptivas y se llevó a cabo un análisis de varianza de una sola vía, seguida de la prueba de Tukey para igualdad de medias de las variables independientes de la leche procedente de los diferentes ranchos. Se aplicó la prueba t-student para observar el efecto época del año (lluvia y seca).



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores encontrados en las variables fisicoquímicas de la leche orgánica y los valores establecidos en la normatividad mexicana se presentan en la Tabla 1. No se encontró diferencia estadística ($P \geq 0.05$) en las leches de los ranchos y tanque colector, aunque se presentaron valores ligeramente mayores de grasa y proteína en el R3. Los contenidos de grasa de los ranchos 1, 2 y tanque colector no cumplen con el contenido mínimo requerido (30 g/L) en la Norma Oficial Mexicana [NMX-155-SFCI-2012](#). Esto podría ser causa del sistema de producción, ya que la producción de leche orgánica se caracteriza por alimentación del ganado en libre pastoreo, y como consecuencia, la disminución del contenido graso.

En cuanto a la estacionalidad (épocas de lluvia y seca), la prueba t-student arrojó diferencias estadísticas ($P < 0.05$) en las variables punto de congelación, grasa, proteína, lactosa y sólidos no grasos (Tabla 2).

Tabla 1. Valores medios y desviaciones estándares de las variables fisicoquímicas de la leche producida en Tecpatán, Chiapas (R 1, 2, 3 y TC) y especificaciones de Norma Oficial Mexicana.

Característica	Media \pm DE*	Media \pm DE	Media \pm DE	Media \pm DE	Norma Oficial***
	R1	R2	R3	TC**	
Punto crioscópico, °C	-0.537a \pm 0.46	-0.527a \pm 0.26	-0.539a \pm 0.45	-0.540a \pm 0.49	(-0.540,-0.510)
Acidez, g/L	1.61a \pm 0.28	1.45a \pm 0.44	1.45a \pm 0.23	1.66a \pm 0.29	1.3 mín, 1.7 máx
pH	6.68a \pm 0.15	6.75a \pm 0.25	6.76a \pm 0.15	6.56a \pm 0.36	-
Grasa, g/L	28.5a \pm 0.65	28.0a \pm 1.29	30.1a \pm 0.66	29.1a \pm 0.55	30 mín
Proteína, g/L	33.7a \pm 0.43	31.7a \pm 0.29	34.4a \pm 0.27	34.1a \pm 0.33	30 mín
Lactosa, g/L	50.7a \pm 0.35	50.4a \pm 0.31	50.1a \pm 0.37	50.1a \pm 0.41	43 mín, 52 máx.
Sólidos totales, g/L	121.1a \pm 1.28	117.3a \pm 1.66	120.4a \pm 1.47	122.0a \pm 1.20	-
Sólidos no grasos, g/L	91.8a \pm 0.77	88.5a \pm 0.55	92.3a \pm 0.63	91.6a \pm 0.73	83 mín
Caseína, g/L	23.8a \pm 0.28	23.9a \pm 0.27	26.3a \pm 0.32	25.5a \pm 0.27	24 mín

*: desviación estándar; **: tanque colector; ***: NOM-155-SCFI-2012. Letras diferentes en la misma fila indican significancia estadística al 95%.

Tabla 2. Valores medios y desviaciones estándares de la leche producida en Tecpatán, Chiapas (R 1, 2, 3 y TC) en las épocas de lluvia y seca.

Característica	Media \pm DE*	Media \pm DE
	Lluvia	Seca
Punto congelación, °C	-0.523a \pm 1.50	-0.551b \pm 0.13
Acidez, g/L	1.43a \pm 0.02	1.66a \pm 0.19
pH	6.74a \pm 0.02	6.63a \pm 0.17
Grasa, g/L	27.0a \pm 0.17	30.9b \pm 0.03
Proteína, g/L	31.9a \pm 0.13	35.0b \pm 0.11
Lactosa, g/L	50.3a \pm 0.03	50.2b \pm 0.12
Sólidos totales, g/L	116.9a \pm 0.41	123.5a \pm 1.87
Sólidos no grasos, g/L	88.6a \pm 0.12	93.5b \pm 0.23
Caseína, g/L	23.8a \pm 0.11	25.9a \pm 0.15

*: desviación estándar. Letras diferentes en la misma fila indican significancia estadística al 95%.



Punto de congelación

El punto de congelación o índice crioscópico estuvo dentro de lo que establece la normatividad mexicana (NMX-155-SFCI-2012). Lo que supone que no hubo adición de agua, ya que esta variable varía en función de los componentes solubles en agua, como minerales y lactosa. Los valores hallados evidencian que los productores de leche orgánica de Tecpatán, no cometen fraude con adición de agua. En un estudio llevado a cabo en leche orgánica de la República Checa se encontró el punto de congelación (-0.526) dentro de los valores que establece la normatividad mexicana y cercano a lo encontrado en este trabajo; la variabilidad de esta característica se atribuye a la alimentación del animal, ingesta de agua y estrés calórico (Kourimská *et al.*, 2014).

Al aplicar la prueba t-student se encontró diferencia estadística en épocas del año, en seca hubo mayor punto de congelación (-0.551°C), lo cual es congruente con el factor estacionalidad, ya que en época de seca disminuye la disposición del pasto natural y en consecuencia la disminución de producción de leche, pero se concentran más los sólidos, lo que hace que el punto de congelación disminuya (Kourimská *et al.*, 2014). Los hallazgos en este estudio coinciden con lo informado para leche pasteurizada de Azerbaijón, Irán, en donde se reportó una diferencia significativa ($P < 0.05$) en el punto de congelación entre verano e invierno (-0.50 vs -0.51°C) (Moosavy & Roostae, 2017). Igualmente, en otro estudio realizado en leche de ganado Holstein en Inglaterra se registró un punto de congelación mayor en invierno que en primavera y verano (Chen *et al.*, 2014).

Acidez

Los valores de acidez oscilaron entre 1.45 y 1.66 g/L, los cuales estuvieron dentro del intervalo que señala la normatividad mexicana (1.3 a 1.7 g/L) (NMX-155-SFCI-2012). Esta variable es la de mayor dispersión debido a la concentración de microorganismos que convierten la lactosa a ácido láctico. Aunque, también otros componentes pueden alterar la acidez de la leche, como los citratos, fosfatos y proteínas, por lo que se debe tener cuidado al valorar la acidez de la leche, ya que se puede confundir entre contaminación microbiana y contenido de proteínas en la leche. La acidez en esta investigación es ligeramente mayor a la encontrada por Smigic *et al.* (2016), en leche orgánica de Serbia (1.3 g/L), lo que probablemente se deba a que las granjas de ese país tienen mayores exigencias en sus sistemas de producción orgánica, ya que son frecuentemente auditadas por auditores internos y por organismos nacionales de certificación. Al contrastar con leche cruda convencional de Qazvin, Irán (2.0 g/L), se observa que la leche orgánica presenta menor acidez (Kazeminia *et al.*, 2019).

El efecto época del año no presentó significancia estadística ($P \geq 0.05$), lo cual puede ser debido al control de la temperatura de las muestras desde la colecta en los ranchos y tanque colector hasta la llegada y análisis en laboratorio, de esta manera se evitó la rápida proliferación microbiana. Estudios realizados en diversos países coinciden con el



nulo efecto estacional en la acidez de la leche con valores mayores en época de seca, sin llegar a la significancia estadística (Moosavy & Roostae, 2017; Kazeminia *et al.*, 2019).

pH

Los valores de pH estuvieron entre 6.56 y 6.76, con valor menor para el TC y el mayor para el R3, lo que pone en evidencia que la leche analizada se encuentra dentro de los valores para leche fresca establecidos en diferentes países (6.5 a 6.9) (Moosavy & Roostae, 2017; Brodziak *et al.*, 2021). El valor obtenido en la leche del TC (6.76) indica la posibilidad de que algunos ranchos vierten leche con pH menor a 6.5 o en otro caso, el tiempo de permanencia en el mismo altera el pH. Esta característica es de suma importancia, ya que existe información que vincula la calidad de la producción primaria con la calidad del producto transformado, en países europeos como en Polonia se estipula que la leche cruda debe tener pH entre 6.6 y 6.8 para garantizar la calidad del producto lácteo (Brodziak *et al.*, 2021).

Los valores de pH para seca (6.63) y lluvia (6.74) no arrojaron diferencia estadística ($P \geq 0.05$), en ambas épocas no se observó algún valor inferior a 6.5 y superior a 6.9, por lo que el pH fue constante durante el año de estudio; pH mayor a 6.9 podría inferir un problema de mastitis en el ganado lechero. La ausencia de significancia estadística en pH por el efecto época del año coincide con lo reportado para leche de la provincia de Qazvin, Irán (Kazeminia *et al.*, 2019).

Grasa, proteína y lactosa

Los contenidos de grasa, proteína y lactosa presentaron valores muy similares en los ranchos y tanque colector. En cuanto a grasa, los valores en los R 1 y 2 y tanque colector (28.5, 28.0 y 29.1 g/L, respectivamente) fueron menores a lo que estipula la normatividad mexicana (30.0 g/L mínimo). El valor del tanque colector (29.1 g/L) podría sugerir que la mayoría de los ranchos tienen valores menores a 30 g/L. En un estudio realizado en Serbia por Smigic *et al.* (2016) en leches cruda orgánica y procesada, registraron valores en grasa (32.6 g/L) y proteína (38.0 g/L) mayores a los encontrados en esta investigación, esta diferencia podría explicarse por el tipo de raza, ya que en el presente estudio las vacas fueron de raza criolla (cebú-pardo suizo) y en el de Serbia fueron razas especializadas en producción de leche (Holstein y pardo suizo). Otras investigaciones explican la variabilidad de la composición de leche orgánica debida a las características propias del animal y condiciones de manejo de los sistemas de producción (Brodziak *et al.*, 2021; Lakstina *et al.*, 2023).

La variación observada en las épocas de lluvia y seca fue significativa ($P < 0.05$) en los contenidos de grasa, proteína y lactosa. Los valores mayores fueron para grasa (30.9 g/L) y proteína (35.0 g/L) en época de seca, lo cual es entendible, ya que se ha documentado que en época de seca hay menor biomasa de pastos y menor producción



de leche, pero con mayor contenido de grasa y proteína (Tunick *et al.*, 2016). El nivel de lactosa fue marginalmente diferente ($P \approx 0.05$), con valores 50.3 y 50.2 g/L para lluvia y seca, esto es relativamente comprensible, ya que la lactosa es el macrocomponente con menor variación en el contenido de la leche (Tunick *et al.*, 2016). En estudios realizados en leche orgánica producida en Estados Unidos se encontró un comportamiento similar a este estudio, los valores de grasa y proteína fueron mayores en la época de seca (otoño-invierno) respecto a la época de lluvia (primavera-verano), 40.4 y 33.8 g/L vs 3.56 y 3.26 g/L, respectivamente. En cuanto a lactosa, la variación también fue menor. Kourimská *et al.* (2014) también encontraron, durante los meses de invierno, mayores niveles de grasa y proteína en leche orgánica de la República Checa, con variabilidad menor en lactosa. Mientras que una investigación realizada en leche orgánica producida en Florina, Grecia, se encontró mayor contenido de grasa en invierno (3.82 g/L), pero sin alcanzar la significancia estadística; para proteína sí se registró significancia al 99% con mayor cantidad en invierno y menor en verano (3.51 y 3.28 g/L), respectivamente y, para lactosa se informó contenido significativamente mayor en otoño (4.61 g/L, $P < 0.05$), respecto a las otras estaciones (Kasapidou *et al.*, 2023).

Sólidos totales

En sólidos totales (ST) no se encontró diferencia significativa ($P \geq 0.05$) entre las leches de los R y TC, el contenido menor lo presentó el R2 (117 g/L) y el mayor el TC (122 g/L) sin llegar a la significancia estadística. Es de observarse que los valores de los R 1, 2 y 3 fueron menores al valor del TC (Tabla 1), lo que podría significar que los demás ranchos, de los 80 que hay en Tecpatán, determinan el contenido de ST del TC. El valor del TC es similar a lo informado por Bernal *et al.* (2007) para leche producida en sistemas campesinos del estado de México (122 vs 123 g/L); donde los animales, al igual que en este estudio, pastorean gran parte del día (5 a 6 horas). Los niveles encontrados en esta investigación son ligeramente mayores a lo encontrado en leche de vacas de doble propósito del estado de Campeche, México (114 g/L) y ligeramente menores a lo publicado para leche de vacas Holstein/Friesian de Italia (127 g/L) (Pastorelli *et al.*, 2023), lo que hace evidente la importancia del factor raza en el contenido de sólidos totales. El contenido de sólidos totales es una característica importante en la leche, sobre todo para los productores e industriales transformadores de la leche, ya que se reconoce que a mayor contenido de sólidos totales mayor rendimiento en la elaboración de queso (Bernal *et al.*, 2007), por lo que es conveniente mantener constante durante el año el contenido de ST.

En este trabajo se obtuvieron 117 g/L en época de lluvia y 123 g/L en seca, pero sin llegar a tener significancia estadística ($P \geq 0.05$). Resultados ligeramente mayores se registraron para leche producida en Italia, en verano e invierno se tuvieron 127.8 y 127.6 g/L, respectivamente, sin presentar significancia estadística ($P \geq 0.05$) (Pastorelli *et al.*, 2023). Sin embargo, hay investigaciones que han encontrado diferencia estadística en el



contenido de ST debido al efecto estacional, con mayor contenido en época de seca (Chen *et al.*, 2014; Moosavy & Roostae, 2017).

Sólidos no grasos

Los sólidos no grasos (SNG) oscilaron entre 88.5 y 92.3 g/L, con 91.3 g/L para el TC. Valores que no arrojaron diferencia estadística ($P \geq 0.05$) y fueron superiores al mínimo (83 g/L) que establece la [NOM-155-SCFI-2012](#) para leche de consumo humano. La variación entre los R y TC no llegó a la significancia estadística, muy probablemente por las características similares de producción de los R del municipio, sobre todo en lo concerniente a la alimentación y raza del ganado. Kourimská *et al.* (2014) hallaron 86.6 g/L en leche orgánica de vacas Holstein de la República Checa, lo cual es entendible ya que el factor raza es una determinante en la composición de la leche, y la raza Holstein al tener mayor volumen de producción respecto a cruza cebú-suizas, menor es el contenido de sólidos no grasos.

En cuanto a la variación estacional, los valores de SNG para lluvia (88.6 g/L) y seca (93.5 g/L) presentaron significancia estadística ($P < 0.05$). Estos hallazgos son congruentes y divergentes con lo que señalan otros autores para diferentes tipos de leche, convencional y orgánica, ya que se tiene documentado que en época de seca disminuye la producción de leche, pero se concentran más sus componentes no grasos (Moosavy & Roostae, 2017). Sin embargo, otros investigadores han encontrado mayores contenidos en época de lluvia e inclusive no han reportado significancia por el efecto de la estacionalidad (Belkhemas *et al.*, 2021).

Caseína

El contenido de caseína tampoco evidenció diferencia estadística ($P \geq 0.05$) entre los R y TC, el valor mínimo fue para el R1 (23.8 g/L) y el máximo para el R3 (26.3 g/L). Sin embargo, los R 1 y 2 estuvieron por debajo del mínimo (24 g/L) que señala la [NOM-155-SCFI-2012](#) para leche de consumo humano, no obstante los resultados del análisis de las muestras de leche no indican que la mayoría de los R tengan valores menores a 24 g/L de caseína, ya que el valor del TC fue 25.5 g/L, el cual concentra la producción de leche orgánica de todos los R del municipio. Los valores encontrados en esta investigación son ligeramente menores a lo informado por Kourimska *et al.* (2014) para leche orgánica de vacas raza Holstein (26.1 g/L).

La época del año no vislumbró un efecto significativo ($P \geq 0.05$) en los contenidos de caseína en lluvia y seca, no obstante, fue notable el mayor contenido en seca (25.9 vs 23.8 g/L), tal como se observó en los valores de proteína, pero sin llegar a la significancia estadística. Este comportamiento se debió a la dispersión mayor de los valores durante la época de seca (desviación estándar = 0.15). En un estudio llevado a cabo en Inglaterra con leche de vacas Holstein, se encontró que sí hubo efecto de la estación en el contenido de caseína, con valores mayores en primavera (23.6 g/L) (Chen *et al.*, 2014), lo que



coincide con lo encontrado en esta investigación para la proteína, variable vinculada directamente con el contenido de caseína.

CONCLUSIÓN

Se evaluó fisicoquímicamente a la leche orgánica que se produce en el municipio de Tecpatán, Chiapas. Los valores de las variables punto congelación, pH, acidez, grasa, proteína, lactosa, sólidos totales, sólidos no grasos y caseína son comparables con lo informado para leche orgánica de otros países. El efecto de la época del año se observó en punto congelación, grasa, proteína, lactosa y sólidos no grasos. Cabe aclarar que, los valores obtenidos de las variables fisicoquímicas en esta investigación se contrastaron con lo establecido en la [NOM-155-SCFI-2012](#), pero dicha Norma es para leche convencional, por lo que los resultados de esta investigación podrían ser base para propuesta de Norma para leche orgánica.

LITERATURA CITADA

BELKHEMAS A, Niar A, Benallou B, Benahmed M. 2021. Effect of the season and the stage of lactation on the physicochemical properties of Holstein's cow milk in Tiaret, Algeria. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science*. 11(4):867-872. <https://doi.org/10.31407/ijees11.425>

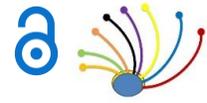
BERNAL MLR, Rojas G A, Vázquez FK, Espinosa OA, Estrada FJ, Castelán OOA. 2007. Determinación de la calidad fisicoquímica de la leche cruda producida en sistemas campesinos en dos regiones del Estado de México. *Veterinaria México*. 38(4):395-407. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42338402>

BÓRAWSKI P, Bórawski MB, Parzonko A, Wicki L, Rokicki T, Perkowska A, Dunn JW. 2021. Development of Organic Milk Production in Poland on the Background of the EU. *Agriculture*. 11(323):1-25. <https://doi.org/10.3390/agriculture11040323>

BRODZIAK A, Wajs J, Zuba-Ciszewska M, Król J Stobiecka M, Janczuk A. 2021. Organic versus Conventional Raw Cow Milk as Material for Processing. *Animals*. 11(2760):1-32. <https://doi.org/10.3390/ani11102760>

CANILEC (Cámara Nacional de la Industria de la Leche. Estadísticas del sector lácteo 2013-2023). 2024. México. <https://www.canilec.org.mx/estadisticas/>

CHEN B, Lewis MJ, Grandison AS. 2014. Effect of seasonal variation on the composition and properties of raw milk destined for processing in the UK. *Food Chemistry*. 158:216-223. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.02.118>



COFOCALEC (Consejo para el Fomento de la Calidad de la Leche y sus Derivados, A.C.) 2017. NMX-F-718-COFOCALEC-2017. Sistema producto leche-alimentos-lácteos-leche y productos de leche-Guía de muestreo para el muestreo.

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5535556&fecha=22/08/2018#gsc.tab=0

FOLCH A, Planas, J. 2019. Cooperation, fair trade, and the development of organic coffee growing in Chiapas (1980–2015). *Sustainability*. 11(357):1-22.

<https://www.mdpi.com/2071-1050/11/2/357>

INEGI, 2024. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tecpatán, Chiapas. Clave 07092.

https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/07/07092.pdf

KASAPIDOU E, Stergioudi RA, Papadopoulos V, Mitlianga P, Papatzimos G, Karatzia MA, Amanatidis M, Tortoka V, Tsiftsi E, Aggou A, Basdagianni Z. 2023. Effect of farming system and season on proximate composition, fatty acid profile, antioxidant activity, and physicochemical properties of retail cow milk. *Animals*. 13:1-19.

<https://doi.org/10.3390/ani13233637>

KAZEMINIA M, Mahmoudi R, Ghajarbeygi P, Mousavi S. 2019. The effect of seasonal variation on the chemical and microbial quality of raw milk samples used in Qazvin, Iran. *Journal of Chemical Health Risks*. 9(2):157-165.

<https://jchr.org/index.php/JCHR/article/view/80/79>

KOURIMSKÁ L, Legarová V, Panovská Z, Pánek J. 2014. Quality of cow's milk from organic and conventional farming. *Czech Journal of Food Science*. 32(4):398-405.

<https://cjfs.agriculturejournals.cz/pdfs/cjf/2014/04/13.pdf>

LAKSTINA J, Ciproviča I, Zagorska J. 2023. Macroelement seasonal variations in Latvian organic milk. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B*. 77(3/4):199-203.

<https://doi.org/10.2478/prolas-2023-0028>

LOBOS-ORTEGA I, Pizarro-Aránquiz N, Urrutia NL, Silva-Lemus M, Pavez-Andrades P, Subiabre-Rivero I, Torres-Püschel D. 2022. Determination of nutritional health indexes of fresh bovine milk using near infrared spectroscopy. *Grasas y Aceites*. 73(2):1-15.

<https://doi.org/10.3989/gya.0450211>



MANUELIAN CL, Vigolo V, Burbi S, Righi F, Simone M, De Marchi M. 2022. Detailed comparison between organic and conventional milk from Holstein-Friesian dairy herds in Italy. *Journal of Dairy Science*. 105:5561-5572. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21465>

MOOSAVY MH, Roostae N. 2017. Effects of seasonal and geographical variations on the physicochemical properties of commercial pasteurized milk in the northwest of Iran. *Nutrition & Food Science*. 47(1):31-41. <https://doi.org/10.1108/NFS-02-2016-0017>

NMX-155-SFCI-2012 (Norma Oficial Mexicana). 2012. Leche-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba. México. <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4692/seeco/seeco.htm>

PASTORELLI G, Scarano M, Speroni M, Attard E. 2023. Milk quality determined using chemical analysis and microwave plasma atomic emission spectrometry as a function of seasonality in two conventional Italian dairy farms. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*. 22(1):5-12. <http://dx.doi.org/10.17306/J.AFS.2023.1099>

PHUENPONG T, Kongboonkirda M, Duangmala K, Lerdvorasap W, Suksawwawimon M, Mekboonsonglarpc W, Nuamchitd J, Chantaprasarnd N, Settachaimongkona S. 2021. Molecular Discrimination between organic and conventional liquid milk products in Thailand using 1 H-NMR metabolomics approach. *Tropical Animal Science Journal*. 44(4):478-488. <https://doi.org/10.5398/tasj.2021.44.4.478>

SMIGIC N, Djekic I, Tomasevic I. 2016. Organic and conventional milk – insight on potential differences. *British Food Journal*. 119(2):366-376. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/BFJ-06-2016-0237/full/html>

TUNICK MH, Van Hekken D, Paul M, Ingham ER, Karreman HJ. 2016. Case study: Comparison of milk composition from adjacent organic and conventional farms in the USA. *International Journal of Dairy Technology*. 69(1):137-142. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12284>

VALDEZ-ARJONA LP, Ortega-Cerrilla ME, Fraire-Cordero S, Arreola-Enríquez J, Crosby-Galván MM, Cruz-Tamayo AA, Ramírez-Mella M. 2020. Physicochemical and preference evaluation of silages from *Cucurbita argyrosperma* Huber residues and its effect on the production and composition of milk from dual-purpose cows in Campeche, Mexico: Pilot study. *Sustainability*. 12(18):1-15. <https://doi.org/10.3390/su12187757>

[Errata, Erratum](#)

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-agroforestal/errata>