

Caracterización de unidades familiares de producción caprina y calidad sanitaria de leche cruda y quesos frescos

Ricardo González, I.D.^{1*} • Hernández Andrade L.² • Rojas Anaya E.³
García Espinosa G.¹ • Mendoza Elvira S.E.⁴

Palabras clave: calidad sanitaria, quesos frescos, leche cruda.
Key words: hygienic quality, Fresh cheeses, raw milk

Introducción

En México los sistemas de producción de leche caprina se han polarizado creando una brecha abismal entre ellos, por un lado se tienen aquellos cuyos propietarios que tienen una mayor capacidad de inversión económica, nivel educativo y aceptación de tecnología productiva, los cuales son denominados sistemas especializados y en el otro extremo se encuentran a los sistemas familiares los cuales son unidades productivas que se conforman de pequeños rebaños manejados directamente por un pastor, el cual realiza

todas las actividades de manejo con ayuda de la familia, en términos generales, estas unidades son escasas en infraestructura y sus niveles de productividad son muy bajos [1–3].

Este tipo de unidades de producción en general son pequeñas y rústicas con niveles de producción de leche muy escasa. Esto se debe a distintos factores: bajo número de animales (entre 5 y 50); que son manejados por los miembros de la familia en sitios aledaños a las casas de los productores, en forma esta-

1 Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Exterior de la Investigación S/N, Ciudad Universitaria, 04510, Coyoacán, Ciudad de México, México.

2 Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Salud Animal e inocuidad. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km 15.5 Carretera Federal México Toluca, Palo Alto, 05110, Cuajimalpa, ciudad de México, México.

3 Centro Nacional de Recursos Genéticos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Boulevard de la biodiversidad 400, Rancho las Cruces, 47600 Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México.

4 Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México. Avenida Primero de Mayo S/N, Santa María Guadalupe las Torres, 54740 Cuautitlán Izcalli, México, México.

* dricardo007@hotmail.com



bulada o semi-estabulada, poca o nula infraestructura y bajo potencial genético de las cabras criollas [4, 5].

El manejo sanitario de los animales en estas unidades productivas es deficiente, tendiendo a ser curativo en lugar de preventivo, presentándose comúnmente problemas respiratorios, parasitarios digestivos y de glándula mamaria, por otro lado, cabe mencionar que son sistemas productivos que no acceden a programas de control de enfermedades como la brucelosis caprina [6 – 8]. El objetivo de este trabajo fue caracterizar los sistemas productivos familiares en tres regiones de producción caprina de la república mexicana considerando: el manejo de los animales, método de ordeño y procesamiento de la leche, así como la calidad higiénico-sanitaria de leche cruda y quesos frescos producidos por estas.

Metodología

Se muestrearon dos unidades de producción que fueran representativas de las principales zonas de producción de quesos frescos de cabra, siendo: Zona norte del país: Durango 01 y Durango 02, Zona centro del país: Querétaro 01 y Querétaro 02; y Zona sur del país: Campeche 01 y Campeche 02. Adicionalmente se muestreó una unidad de producción que tiene implementados protocolos de buenas prácticas pecuarias y de manufactura, la cual se tomó como referencia para los posteriores análisis estadísticos, la cual está localizada en el estado de Querétaro identificada como DC.

Para la evaluación de las características de las unidades de producción se levantaron encuestas a cada uno de los productores con preguntas relacionadas a: alimentación y bebida, alojamientos, características del ordeño, sitio de ordeño, manejo del ordeño y de la leche, elaboración de queso y comercialización. Se estableció una escala Likert para cada uno de los rubros evaluados, con el fin de poder obtener un total de cada rubro evaluado y un total general para cada una de las unidades de producción. Se tomaron muestras pareadas del tanque de almacenamiento de leche cruda en recipientes estériles de 50 mL de capacidad, bajo las siguientes especificaciones: tubo uno sin ningún tipo de conservador y el tubo 2 utilizando azida de sodio a una concentración final de 0.024g/100 mL como conservador, ambos tubos fueron transportados en

condiciones de refrigeración. Para los quesos se tomaron de 2 a 3 muestras de queso elaborado a partir del tanque de leche muestreado, la muestra se obtuvo una vez elaborado el queso y pasado su tiempo de desuerado, el queso se envolvió en el empaque habitual usado por el productor para comercializarlo y en los casos en los que no se manejaron empaques, se pidió introducir las muestras en bolsas de plástico estériles de cierre hermético. Las muestras fueron transportadas en condiciones de refrigeración hasta su llegada al laboratorio de bacteriología en el CENID Salud Animal e Inocuidad del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

La determinación de la composición fisicoquímica de la leche de cabra fue realizada mediante el analizador automático MilkoScope® determinando contenido de grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos y nitrógeno ureico, mientras que el conteo celular somático se realizó mediante citometría de flujo (Somascop® NK2).

La determinación de la calidad sanitaria tanto de leche cruda como de quesos se realizó por duplicado siguiendo los siguientes protocolos: preparación de las muestras: NOM-110-SSA1-1994, Determinación de mesófilos aerobios: NOM-092-SSA1-1994, Determinación de coliformes totales: NOM-113-SSA1-1994, Determinación de mohos y levaduras: NOM-111-SSA1-1994. Para el análisis de los datos obtenidos en las encuestas realizadas se realizó un análisis de clúster jerárquicos y un dendograma para determinar las similitudes relacionadas a aspectos de manejo de animales y de ordeño en las unidades de producción.

A los resultados obtenidos a partir de las determinaciones de indicadores sanitarios y de calidad de leche cruda se les realizó un análisis de clúster jerárquicos para determinar similitudes en los resultados obtenidos, así como estadística descriptiva y un análisis de varianza y prueba de Tukey para determinar la existencia de diferencia estadísticas entre las unidades de producción analizadas mediante el programa IBM SPSS® V 22.0. Con el fin de determinar el impacto de las medidas de manejo de animales, del ordeño y del proceso de manufactura del queso en relación con los indicadores sanitarios determinados en el presente estudio se realizó un análisis de correspondencias múltiples.

Resultados y discusión

La suma total de los rubros evaluados en las unidades de producción familiar de queso fresco de cabra fue similar con excepción de la unidad de producción Durango 01 y de la unidad de producción tomada como referencia ubicada en el estado de Querétaro (DC) (Tabla 1). A partir de estos resultados se elaboró un análisis de clúster y un dendrograma con el fin de caracterizar a las unidades de producción y encontrar similitudes entre ellas, encontrando similitudes en el manejo de animales, de leche y procesamiento de queso entre la unidad de producción utilizada como referencia (DC) y la unidad D01, por otro lado, las unidades Q01 y C01 se comportaron de manera simi-

lar, así como las unidades de producción Q02, D02 y C02.

En cuanto a los resultados de los indicadores sanitarios tanto la unidad de referencia DC como la unidad D01 con valores similares tanto en leche cruda como en quesos frescos mostrando diferencias estadísticas ($p < 0.05$) con el resto de las unidades evaluadas para indicadores como mesófilos aerobios, coliformes totales y mohos. Para el caso del resto de las unidades de producción evaluadas estas mostraron un comportamiento muy similar teniendo valores muy elevados tanto en mesófilos aerobios como en coliformes fecales para leche cruda y queso fresco (Tablas 2 y 3).

Tabla 1. Resultados por categoría y totales de las encuestas levantadas a los productores de leche y queso fresco de cabra

UP	Localización	No. Animales	Alimentación y bebida	Alojamientos	Características del ordeño	Manejo del ordeño	Manejo de la leche	Proceso de elaboración de queso	Comercialización y venta	Volumen de venta	Precio de venta por kg	Puntuación total	Cluster
DCC	Centro	150	18	16	17	17	7	42	2	28	125	119	1
D01	Norte	180	18	16	17	14	7	40	2	25	110	114	1
D02	Norte	200	10	10	11	9	5	33	1	20	85	79	2
Q02	Centro	126	11	9	11	12	5	27	1	18	90	76	2
C01	Sur	70	6	8	8	10	6	35	1	7	65	74	2
Q01	Centro	80	5	6	8	10	5	33	2	12	100	69	2
C02	Sur	100	8	8	10	9	4	24	1	11	70	64	2

Tabla 2. Valores promedio de indicadores sanitarios encontrados en leche cruda de cabra a nivel de tanque en unidades de producción familiar

	DC	Q01	Q02	D01	D02	C01	C02	Valor de referencia
Mesófilos aerobios (UFC/mL)	300,000 ^a	2,420,000	2,100,000	280,000 ^{ad}	1,984,000	2,020,000	3,102,000	100,000 a 1,000,000
Coliformes totales (UFC/mL)	1,430 ^a	151,000	550,000	1,256 ^{ad}	75,000 ^e	210,000	249,000	Hasta 100
Mohos (UFC/mL)	3	0 ^b	0 ^c	2	1	10	30	Hasta 100
Levaduras (UFC/mL)	12 ^a	25,700	36,000	12 ^d	32,000	28,200	94,300	Hasta 100

^{abc} Valores medios con distinta literal son diferentes estadísticamente ($P < 0.05$) por renglón

Tabla 3. Valores promedio de indicadores sanitarios encontrados en quesos frescos de cabra producidos en unidades de producción familiar

	DC	Q01	Q02	D01	D02	C01	C02	Valor de referencia
Mesófilos aerobios (UFC/mL)	4,230 ^a	5,650,000	4,850,000	7,230 ^d	2,000,000	2,950,000	8,763,000	Hasta 20,000
Coliformes totales (UFC/mL)	200 ^a	50,000	37,500	186 ^d	6,000 ^e	73,000	89,490	Hasta 100
Mohos (UFC/mL)	10 ^a	35,450	13,500	266 ^d	9,700 ^e	21,700	4,600	Hasta 500
Levaduras (UFC/mL)	0 ^a	12	54	0 ^d	1,400 ^e	11,000	2,800	Hasta 500

^{abc} Valores medios con distinta literal son diferentes estadísticamente ($P < 0.05$) por renglón

En lo referente a las características fisicoquímicas de la leche de cabra, todas las unidades de producción evaluadas mostraron un comportamiento similar en lo referente a grasa proteínica, lactosa y sólidos no grasos (SNG), sin embargo, las unidades DC y D01 mostraron comportamientos similares con un bajo conteo celular somático (CSS), siendo estos valores estadísticamente diferentes al resto de las producciones evaluadas. Al evaluar el impacto que tuvieron las prácticas de manejo tanto de animales y leche en

las unidades de producción, así como las prácticas de manufactura en quesería evaluados en las encuestas, sobre los indicadores sanitarios del queso como producto final por medio del análisis de componentes múltiples se pudo observar que rubros como: el sitio de ordeño, manejo del ordeño, manejo de la leche y procesamiento del queso fueron los aspectos que impactaron en mayor medida sobre los estos indicadores sanitarios (Figura 1 y 2).

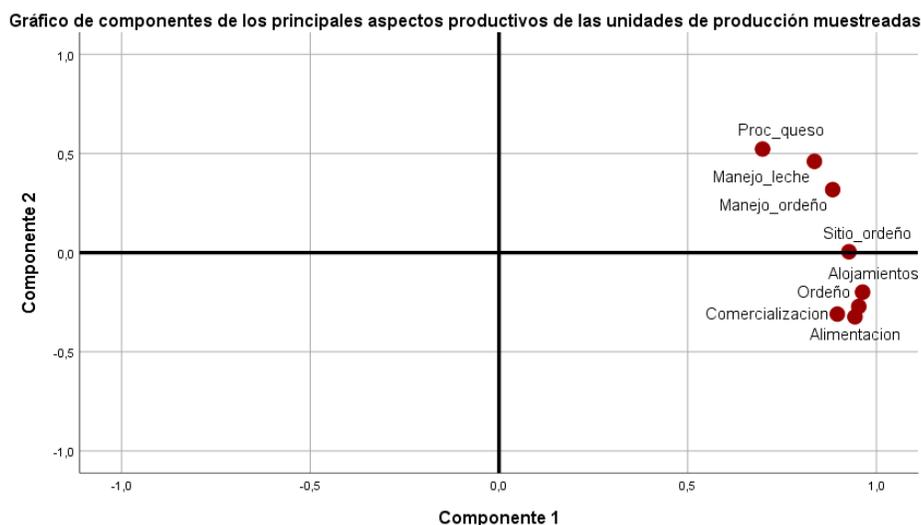


Figura 1. Gráfico de componentes múltiples de los principales aspectos productivos y de manufactura responsables de los indicadores sanitarios de quesos frescos producidos en las unidades de producción familiar.

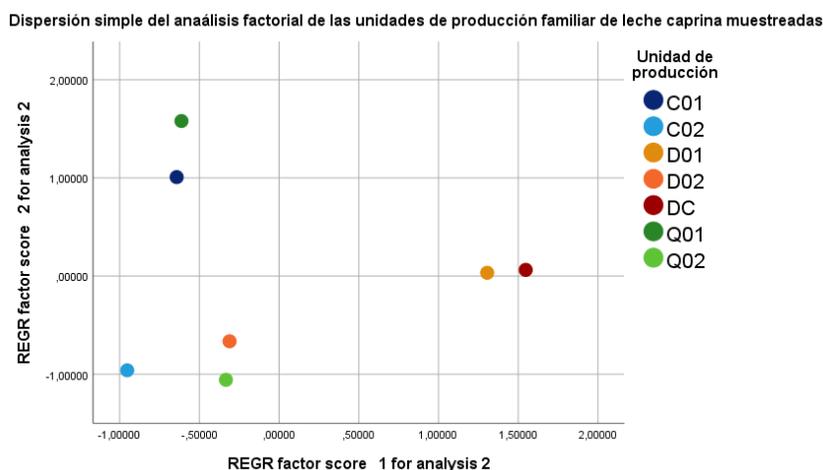


Figura 2. Gráfico de dispersión simple del análisis factorial de las unidades de producción familiar de queso fresco de cabra evaluadas en el presente estudio.

Al organizar todas las variables mediante una factorización de dos niveles con el fin de representar en un gráfico de dispersión el comportamiento de acuerdo a los rubros evaluados en las encuestas levantadas, así como los indicadores sanitarios tanto de leche cruda de tanque como de los quesos frescos producidos en las unidades familiares evaluadas se obtuvo una organización muy similar al dendrograma inicial obteniendo los siguientes grupos: Grupo 1: DC y D01, grupo 2: Q01 y C01 y grupo 3: C02, D02 y Q02 (Figura 2).

Si bien la mayoría de las unidades de producción analizadas en este estudio tienen deficiencias de manejo, al realizar los análisis de clúster se encontraron dos grupos principales: Grupo 1: conformado por la unidad productiva tomada como referencia en este estudio (DC) y la unidad D01, las cuales comparten características similares de manejo. Sin embargo, en el grupo se distinguieron dos subgrupos: Subgrupo 1 Q01 y C01, Subgrupo 2 Q02 y D02; y Subgrupo 3 C02. En lo referente a la calidad sanitaria de la leche cruda solo las unidades DC y D01 se mantuvieron en los valores de referencia para mesófilos aerobios, ninguna unidad para coliformes totales en placa, todas se mantuvieron en rango para mohos y en el caso de las levaduras solo las unidades DC y D01 se mantuvieron dentro de los valores de referencia. En el caso de los quesos, solo las unidades DC y D01 se mantuvieron dentro de los valores de referencia para mesófilos aerobios, ninguna para coliformes totales, solo la unidad

DC para mohos y las unidades DC y D01 para levaduras. Al realizar el análisis de componentes múltiples donde se incorporaron todas las variables analizadas en este estudio se logró determinar qué aspectos como el proceso de elaboración del queso, manejo de la leche, manejo del ordeño y sitio de ordeño con los componentes responsables de los valores en indicadores sanitarios obtenidos en el presente estudio.

Conclusión

La mayoría de los productores participantes en este estudio no cuentan con instalaciones, equipamiento, ni utensilios adecuados que aseguren la inocuidad de la leche. Los establecimientos dedicados a la producción y ordeño de cabras destinados a la elaboración de quesos artesanales que participaron en este estudio son en términos generales, pequeños y cuentan con instalaciones inadecuadas, acordes con sus escasos recursos económicos, estas características dificultan la obtención de un producto sanitariamente aceptable lo que se reflejó en indicadores sanitarios elevados y que puede representar una limitante para la comercialización de sus productos, una vida de anaquel menor y riesgos a la salud pública.

Financiamiento

Recursos autogenerados del laboratorio de bacteriología animal. CENID SAI INIFAP-SADER
PAPIIT IN203522 y Cátedra de Investigación CI2216
FES-Cuautitlán UNAM

Referencias

1. SADER. La caprinocultura en México | Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural | Gobierno | gob.mx. La caprinocultura en México. Published enero de 2019. Consultado diciembre 17, 2020. <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/la-caprinocultura-en-mexico#:~:text=La crianza del ganado caprino,elaboración de quesos y dulces.>
2. Orona I, Sangerman DM, Antonio J, et al. Proyección económica de unidades representativas de producción en caprinos en la Comarca Lagunera, México. *Rev Mex Ciencias Agrícolas*. 2013;4(4):625–636.
3. Salinas H. Sistemas de producción caprinos carne-leche: Tendencias productivas en México y el mundo. En: Díaz E, Tórtora JL, Palomares EG, Gutiérrez JL, eds. *Enfermedades de las cabras*. INIFAP-SAGARPA; 2015:3–22. https://www.researchgate.net/publication/286450577_Sistemas_de_produccion_caprinos_carne-leche_Tendencias_productivas_en_Mexico_y_el_mundo_Meat_and_milk_production_systems_in_goats_Productive_trends_in_Mexico_and_the_world
4. López JC, Fuentes V, Figueroa J, Sánchez R, Serna A. *Técnicas para la transformación de leche de cabra en zonas marginales*. CIRNOC-INIFAP; 2011.
5. Escareño LM, Wurzinger M, Pastor F, Salinas H, Sölkner J, Iñiguez L. La Cabra Y Los Sistemas De Producción Caprina De Los Pequeños Productores De La Comarca Lagunera, En El Norte De México. *Rev Chapingo Ser Ciencias For y del Ambient*. 2011;XVII(Especial):235–246. doi:10.5154/r.rchscfa.2010.10.087
6. Guerrero Cruz M. La caprinocultura en México, una estrategia de desarrollo. *Rev Univ Digit Ciencias Soc*. 2017;1(1):1–8. Consultado junio 12, 2021. <http://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=403>
7. Ruvalcaba-Gómez JM, Delgado-Macuil RJ, Zelaya-Molina LX, et al. Bacterial succession through the artisanal process and seasonal effects defining bacterial communities of raw-milk adobera cheese revealed by high throughput dna sequencing. *Microorganisms*. 2021;9(1):1–18. doi:10.3390/microorganisms9010024
8. Oseguera Montiel D, Bruce M, Frankena K, Udo H, van der Zijpp A, Rushton J. Financial analysis of brucellosis control for small-scale goat farming in the Bajío region, Mexico. *Prev Vet Med*. 2015;118(4):247–259. doi:10.1016/j.prevetmed.2014.11.014