

MADURACIÓN DE QUESO DE CABRA CON CEPA AUTÓCTONA DE *Leuconostoc mesenteroides* AISLADA DE QUESO ARTESANAL

*Ripening of Goat Cheese With a Native Strain of *Leuconostoc mesenteroides* Isolated from Artisan Cheese*

Ysabel Mago*, Neida Sanabria*¹, Aura Cova*, Carlos Alvarado** y Luis Durán***

*Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos, Universidad Simón Bolívar. Sartenejas, Miranda. **Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela, ***Laboratorio de Microbiología, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Venezuela

Correo-E: nsanabria@usb.ve

Recibido: 12/12/15 - Aprobado: 16/07/15

RESUMEN

Se elaboró queso de cabra madurado empleando una cepa liofilizada de *Leuconostoc mesenteroides* como cultivo iniciador, aislada a partir de la flora natural de quesos de cabra, elaborados artesanalmente con leche cruda de cabra del municipio Torres, estado Lara, Venezuela. El proceso de maduración fue de 4 sem, a 14°C y 70% de humedad relativa. Durante el tiempo de maduración, se evaluaron semanalmente los cambios en pH, sólidos totales y parámetros de textura; mientras que el contenido de proteínas, se determinó al inicio y al final del estudio. Al finalizar la maduración, se realizó un estudio con consumidores para evaluar la aceptabilidad de los quesos obtenidos en comparación con un queso control inoculado con una cepa comercial. El contenido de sólidos totales disminuyó entre 23 y 31% a lo largo del estudio ($p < 0,05$), el pH en 6%, mientras que el contenido proteico no registró cambios al final de la maduración. La dureza y gomosidad en los quesos se incrementaron entre 1,64 y 2N; y 0,72 y 0,83N, respectivamente, con la maduración; correlacionándose positivamente con la variación en sólidos totales ($R^2 > 0,90$) para ambos quesos mientras que la adhesividad y cohesividad no registraron cambios importantes. En la evaluación sensorial, el queso elaborado con *L.*

ABSTRACT

A ripened goat cheese was developed using a lyophilized strain of *Leuconostoc mesenteroides* as starter culture. This strain was isolated from the natural flora of artisan goat cheese made with raw milk in the municipality of Torres, the State of Lara, Venezuela. The maturation process lasted 4 weeks, at 14°C and 70% relative humidity. During the ripening period, changes in pH, total solids, and texture parameters were registered every week, while protein content was determined at baseline and at the end of the study. After maturation was completed, its acceptability was assessed through a consumer test against a control cheese inoculated with a commercial strain. The total solids content fell between 23 and 31% throughout the study ($p < 0.05$), the pH at 6%, while the protein content was unchanged at the end of ripening. The hardness and gumminess in cheese increased between 1,64 and 2N; and 0,72 and 0,83N, respectively, with maturation; their were positively correlated with the variation in total solids ($R^2 > 0,90$) for both cheeses while adhesiveness and cohesiveness showed no major changes. In the sensory evaluation, the cheese made from *L. mesenteroides* obtained an average acceptability of 70%, when compared with a goat cheese obtained from a commercial strain of *Lactococcus lactis*.

¹ A quien debe dirigirse la correspondencia (To whom correspondence should be addressed)

mesenteroides obtuvo una aceptabilidad promedio del 70%, al compararlo con un queso de cabra obtenido a partir de una cepa comercial de *Lactococcus lactis*.

(Palabras clave: Queso de cabra; *Leuconostoc mesenteroides*; maduramiento; textura; aceptabilidad; Aragua)

(Key words: Goat cheese; *Leuconostoc mesenteroides*; ripening; texture; acceptability; Aragua)

INTRODUCCIÓN

La maduración es un proceso en el cual una serie de reacciones bioquímicas confieren el sabor, textura y apariencia de un queso después de su fabricación y durante el almacenamiento, por acción de microorganismos naturalmente presentes en la materia prima, o inoculados durante el proceso de elaboración [1]. Durante la maduración ocurren simultáneamente dos fenómenos, cada uno con efectos contrapuestos sobre la textura de los quesos: deshidratación y proteólisis. La primera produce endurecimiento del queso por pérdida de humedad, debida a la diferencia de presión parcial de agua entre el interior y el exterior del queso [2, 3].

La proteólisis provoca el efecto contrario a la deshidratación, ya que al romperse la malla de caseína, con la liberación de péptidos y aminoácidos, se debilita la estructura del queso suavizando su textura [4]. Factores como el tipo de cultivo iniciador y las condiciones de maduración tienen mayor impacto en la textura del queso que su composición química original [5].

La textura, importante en la aceptabilidad de los quesos, se define como la manifestación sensorial de su estructura, y se cuantifica a nivel de laboratorio determinando cambios en propiedades mecánicas al aplicar una tensión fija, como por ejemplo, una compresión, cizalladura o corte, bajo condiciones experimentalmente definidas. Variaciones como la dureza, cohesividad, adhesividad y gomosidad, producen cambios importantes en las características sensoriales de los quesos como resultado de los procesos físicos y químicos que se dan durante el proceso de maduración [6].

Los quesos de cabra artesanales son del tipo blanco fresco, fabricado con leche cruda de cabra, a la cual se le incorpora leche o suero fermentados del

día anterior a modo de cultivo iniciador; práctica que se traduce en la producción de lotes desiguales en cuanto a sus propiedades físicas y químicas. Dentro del grupo de bacterias presentes en esos cultivos iniciadores se ha identificado la especie *Leuconostoc mesenteroides*, como uno de los contribuyentes autóctonos de las características del queso de cabra venezolano elaborado artesanalmente [7]. Los *Leuconostoc* son bacterias Gram +, productoras de ácido láctico y de compuestos aromáticos [8].

A fin de asegurar la sostenibilidad de la producción caprina en Venezuela es necesario, por una parte, asegurar la inocuidad del producto mediante la pasteurización y la aplicación de buenas prácticas de fabricación, y por otra, ampliar la gama de productos derivados de dicha actividad aplicando procesos como la maduración. A la fecha, son muy pocos los estudios a nivel nacional sobre la maduración de quesos de cabra [7] y, por lo tanto, no se conocen los principales cambios físicos y químicos que ocurren durante el proceso. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la incorporación de una cepa autóctona de *L. mesenteroides*, como cultivo iniciador en la preparación de quesos de cabra madurados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Leche de Cabra y Fabricación del Queso

La leche se obtuvo de un rebaño de cabras mestizas Canarias de la Unidad Experimental Caprina de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela (FCV-UCV) en Maracay, estado Aragua, Venezuela. La sede está ubicada a 436 msnm en la zona centro norte costera del país, con precipitación anual promedio de 1000 mm y un comportamiento bimodal, con seis meses secos y seis meses húmedos, temperatura promedio

de 27°C y humedad relativa del 65-85%. Se elaboraron dos lotes experimentales: uno de estudio, denominado queso experimental, y uno control, en la planta de lácteos perteneciente a la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela (FCV-UCV), *Campus* Maracay, estado Aragua, siguiendo un procedimiento estandarizado de producción [7].

Cepa *L. mesenteroides*

La cepa liofilizada empleada como cultivo iniciador del queso experimental fue suministrada por el Laboratorio de Biología Molecular del Decanato de Agronomía de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), ubicada en Barquisimeto, estado Lara. Este cultivo iniciador se reactivó para obtener un cultivo madre, siguiendo los procedimientos establecidos por AAPPA [9]. Esta cepa fue aislada a partir de la flora natural de quesos de cabra elaborados artesanalmente en el municipio Torres, estado Lara, Venezuela.

Cepa *Lactococcus lactis*

La cepa (Chr. Hansen, Biotécnica Catalina, Venezuela) utilizada en el queso control fue suministrada por la FCV-UCV.

Maduración del Queso

Cada lote de queso fue dividido en porciones de aproximadamente 500 g cada uno. El proceso de maduración de estas piezas de quesos se llevó a cabo en una incubadora con controlador de temperatura, durante 4 sem. La temperatura de maduración fue de $14 \pm 1^\circ\text{C}$, y una humedad relativa promedio de 70%.

Análisis Realizados

La preparación y toma de muestra se realizó siguiendo lo establecido en el método oficial 16.016 y 16.018 [10]. Se cuantificaron semanalmente el contenido de sólidos totales, pH y textura; mientras que el contenido de proteínas se evaluó al inicio y al final del experimento. La evaluación sensorial con consumidores se efectuó al final del estudio. Los análisis experimentales se desarrollaron acorde a las siguientes referencias metodológicas: sólidos totales según método oficial 16.192 [10], pH y proteínas acorde a la normativa venezolana COVENIN [11, 12].

Perfil de Textura

Se realizó un análisis de perfil de textura (TPA, por sus siglas en inglés: *Texture Profile Analysis*) con

un analizador de textura *Universal Stable Micro System TAXT plus* (Surrey, UK). Los datos se registraron y procesaron mediante el programa *Texture Exponent 32* (Surrey, UK). Se realizaron dos compresiones cíclicas bajo las siguientes condiciones operativas: velocidad de 2,00mm/seg, deformación del 20% y tiempo de recuperación de 1 seg. Los quesos se estabilizaron a 20°C en ambiente climatizado, y se eliminó aproximadamente 20 mm de la cara superior e inferior de la horma. Las muestras se obtuvieron con una perforadora de acero inoxidable de 22 mm de diámetro, de modo de obtener cilindros homogéneos de 30 mm de altura [13]. Las propiedades de textura evaluadas fueron: dureza, adhesividad, cohesividad y gomosidad, y para ello se realizaron 6 réplicas por cada muestra de queso.

Evaluación con Consumidores

Se evaluó la aceptación general del queso de cabra experimental y del queso control con 4 sem de maduración realizando un estudio con un grupo de 100 consumidores, constituido por hombres y mujeres. A los participantes se les suministró una planilla sensorial con escala hedónica de 7 puntos para registrar sus respuestas, siendo: 1= "me disgusta mucho", 2="me disgusta moderadamente", 3="me disgusta ligeramente", 4="me es indiferente", 5="me gusta ligeramente", 6="me gusta moderadamente" y 7="me gusta mucho". Se evaluó la aceptación en términos generales del producto, sabor y la consistencia general como atributos del mismo, siendo el queso experimental la primera muestra a degustar en el 50% de las encuestas evaluadas, y el restante 50% como segunda muestra a degustación. Las evaluaciones sensoriales se llevaron a cabo en el *Campus* de la Universidad Simón Bolívar, y los quesos fueron presentados en pequeños cubos con un volumen aproximado de 1 cm^3 , de manera individual para cada consumidor.

Análisis Estadístico

Se aplicó un análisis de varianza con el fin de evaluar el efecto de la cepa y el tiempo de maduración sobre los parámetros evaluados. Se utilizó el programa estadístico *Statgraphics* versión plus 5.1, y se estableció el valor de $p < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la obtención de cada lote de queso, tanto experimental como control, se requirieron aproximadamente 32 L de leche de cabra, obteniéndose un rendimiento promedio de 6,9 L de leche/kg de queso. En el procesamiento de todos los lotes de queso sólo varió el tipo de cepa inoculada.

Evolución del Contenido en Sólidos Totales, pH y Proteínas

El contenido de sólidos totales y la variación de pH se registraron semanalmente, y sus resultados se aprecian en el Cuadro 1. Del análisis estadístico se observa que no hubo diferencia en el contenido de sólidos totales por efecto del tipo de cepa en los quesos entre semanas durante la maduración ($p > 0,05$), pero si hubo una notable diferenciación por efecto del tiempo de maduración en el incremento de sólidos a lo largo del proceso ($p < 0,05$). Diversos autores coinciden con este resultado [6, 14, 15], ya que incrementos en sólidos totales es uno de los principales resultados inherentes al proceso de maduración del queso, debido principalmente a la pérdida de humedad.

Al analizar el pH de los quesos, se observó que la diferencia en pH es producto de la actividad del microorganismo empleado y de su acción sobre el sustrato lácteo. La disminución del pH se atribuye a la actividad desarrollada por la cepa añadida en la conversión de la lactosa a ácido láctico y/o acético y propiónico, proceso que tiene lugar desde el momento de la inoculación, durante la maduración y posterior almacenamiento de los quesos [3, 16, 17]. Se pudo apreciar que la actividad microbiana de *L. lactis*

desarrolló un queso con menor pH en comparación al generado por la *L. mesenteroides*, tal pH se desarrolló durante el proceso de elaboración y se mantuvo relativamente constante durante toda la maduración. La disminución en el pH, desarrollado en el queso con *L. mesenteroides*, fue disminuyendo gradualmente a lo largo del estudio, siendo significativamente menor ($p < 0,05$) al final de la maduración.

El contenido de proteínas fue analizado al inicio y al final del estudio, y no registró variación significativa entre las semanas 1 y 4, para ambos quesos. Este resultado puede indicar que ambas cepas tienen una baja actividad proteolítica, y por tanto, el desarrollo bioquímico de las cualidades sensoriales en el queso madurado atribuibles a estos cultivos iniciadores, son producto principalmente del metabolismo de la lactosa, o de otros componentes, siendo los resultados disminución del pH y producción de compuestos aromáticos [18].

Efecto de la Maduración en Parámetros de Textura

La evolución de la dureza para los quesos de cabra madurados, se muestra en la Figura 1. El análisis estadístico realizado indicó que la variación de la dureza en quesos es producto del efecto del proceso de maduración de los mismos ($p < 0,05$), mas no hay diferencias inherentes al efecto de la cepa empleada en cada caso. Este resultado se corresponde con el análisis de sólidos totales, en la medida que su incremento fue registrado como consecuencia del proceso de maduración en sí, y no del tipo de microorganismo añadido. En general, las variaciones de contenido de humedad pueden afectar la dureza y elasticidad en los quesos [1], por ello se correlacionó

Cuadro 1. Contenido de sólidos totales, pH y contenido de proteínas de los quesos durante la maduración

	Tiempo de Maduración							
	Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4	
	Exp.	Cont.	Exp.	Cont.	Exp.	Cont.	Exp.	Cont.
Sólidos totales *	42,3 ± 0,1 ^a	47,2 ± 0,2 ^a	63,2 ± 0,4 ^b	50,2 ± 0,4 ^b	70,2 ± 0,5 ^c	64,4 ± 0,7 ^c	73,3 ± 0,6 ^d	70,6 ± 0,5 ^d
pH	6,5 ± 0,01 ^a	5,4 ± 0,03	6,4 ± 0,03 ^b	5,3 ± 0,01	6,2 ± 0,03 ^c	5,4 ± 0,07	6,1 ± 0,03 ^c	5,4 ± 0,03
Proteínas **	48,1 ± 0,6 ^a	46,8 ± 0,3 ^a	-	-	-	-	46,8 ± 0,6 ^a	45,1 ± 0,2 ^a

Letras diferentes a lo largo de las filas indican diferencias significativas ($p < 0,05$). * g sólidos/100g muestra ; **g proteínas/100g muestra
Exp.: queso experimental; Cont.: queso control

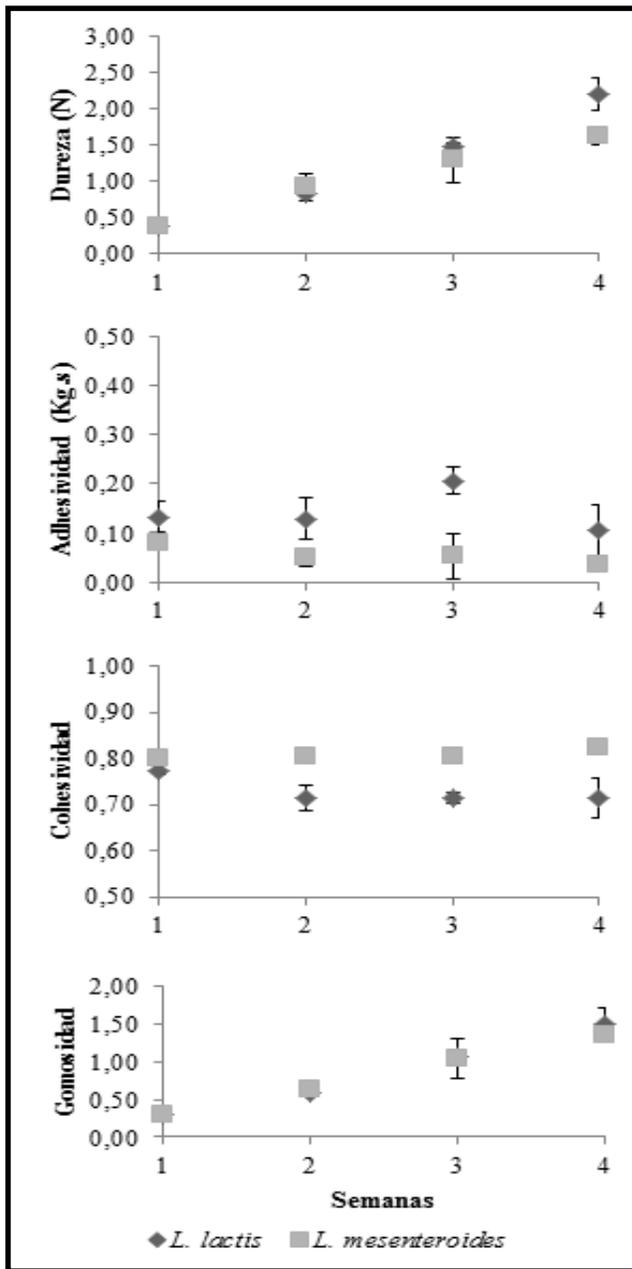


Figura 1. Evolución de parámetros de textura durante la maduración de quesos de cabra

la dureza de cada queso con la variación de sólidos totales obtenida teniendo valores de $R^2=0,95$ (queso control) y $R^2=0,92$ (queso experimental), datos que corroboran el hecho de que la pérdida de humedad debida al efecto de la cámara de maduración, es coadyuvante en el desarrollo de la dureza de los quesos obtenidos.

La adhesividad registró diferencias significativas entre quesos por efecto de la cepa ($p<0,05$), no habiendo efecto del proceso de maduración en su desarrollo. Se pudo registrar a pesar de que los dos

quesos presentan una baja adhesividad, el queso control fue más adhesivo que el elaborado con la cepa *L. mesenteroides* desde su obtención; sin embargo, los valores en magnitud obtenidos entre cada semana no registran notables diferencias. Los niveles muy bajos de este parámetro, concuerdan con estudios previos, los cuales indicaron que los quesos de cabra tienen escasa adhesividad [19, 20]. Al correlacionar los valores de adhesividad vs. sólidos totales se pudo obtener valores de $R^2=0,00$ para el queso control y una correlación negativa para el queso experimental de $R^2=0,92$; valores indicativos de que la adhesividad podría depender del microorganismo empleado en los quesos, ya que no hay un patrón de comportamiento que sugiera cambios por efecto de la maduración: en el queso control no hay variaciones con los sólidos totales; mientras que en el queso experimental pareciera existir una disminución paulatina, respecto al tiempo de maduración [1].

Al analizar la cohesividad de los productos se obtuvo que la cepa tiene efecto sobre el desarrollo de esta cualidad en los quesos ($p<0,05$), más que el proceso de maduración como tal. En este sentido, se puede observar que la cohesividad se mantiene a lo largo del tiempo de maduración, siendo el queso experimental ligeramente más cohesivo que el elaborado con la cepa comercial. Esto puede estar relacionado con el hecho de que el queso control posee un pH menor (Cuadro 1) al queso obtenido con la cepa de *L. mesenteroides* y se ha reportado [1, 21] que la cohesividad del queso disminuye con la reducción del pH ya que la elevada acidez (menor pH) debilita los enlaces de la proteína, debido a que las cargas negativas en las moléculas de caseína aumentan con la disminución del pH y aumento de la acidez. Chantal y Noble [22] reportan que además de la cohesividad, la elasticidad y gomosidad pueden verse afectadas, disminuyendo a medida que se eleva la acidez de los quesos. Los valores de cohesividad de ninguno de los dos quesos, se correlacionaron con respecto a la evolución del contenido de sólidos totales.

Finalmente, al analizar la gomosidad se obtuvo que las diferencias registradas dependen del efecto del proceso de maduración y no del tipo de cepa añadida en la elaboración de los productos ($p<0,05$). A pesar del empleo de cepas diferentes, la gomosidad de los quesos tiene valores similares en magnitud, y se incrementan a lo largo del proceso de maduración.

Este aumento en la gomosidad está íntimamente relacionado con el aumento en la dureza, debido a que esta propiedad se obtiene multiplicando los valores de dureza, cohesividad y elasticidad. Al evaluar la evolución de los sólidos totales del proceso se obtuvieron correlaciones positivas para ambos quesos, siendo los valores de $R^2=0,96$ (control) y $R^2=0,86$ (experimental), en cada caso.

Estudio de Aceptabilidad Sensorial

Al evaluar los productos en la prueba de consumo, se observó buena aceptabilidad en términos generales para ambos quesos, con algunas diferencias al particularizar el resultado en términos de sabor y consistencia general del producto (Figura 2). Un resultado similar obtuvieron Requena *et al.* [23], quienes propusieron el empleo de un cultivo iniciador basado en dos cepas distintas de *Leuconostoc* para la elaboración de queso de cabra semiduro a partir de leche pasteurizada. De los resultados, se puede precisar que la aceptación general supera el 50% para los dos lotes de queso; sin embargo, al analizar los renglones de “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho”, el queso elaborado con la cepa de estudio obtuvo una aceptabilidad de 73%, mientras que el queso elaborado con la cepa comercial obtuvo un 47%. Esta tendencia se mantiene al evaluar la percepción de sabor general y consistencia, siendo el queso obtenido por adición de *L. mesenteroides* el mejor valorado por los consumidores, lo que indica que se puede emplear este tipo de microorganismo, aislado a partir de la flora natural de quesos de cabra elaborados artesanalmente, como cultivo iniciador y obtener un queso con muy buena aceptación.

CONCLUSIONES

La utilización de una cepa de *L. mesenteroides* como cultivo iniciador autóctono para la maduración de quesos de cabra, permitió, en general, obtener un producto con buena aceptabilidad sensorial en comparación con un queso elaborado con una cepa comercial, lo cual indica la factibilidad de elaborar quesos madurados empleando este microorganismo. La dureza y la gomosidad de los quesos se vieron afectadas por el tiempo de maduración (disminución de la humedad), más no así por el tipo de cultivo iniciador empleado, factor que sí afectó a la adhesividad y la cohesividad. La actividad proteolítica

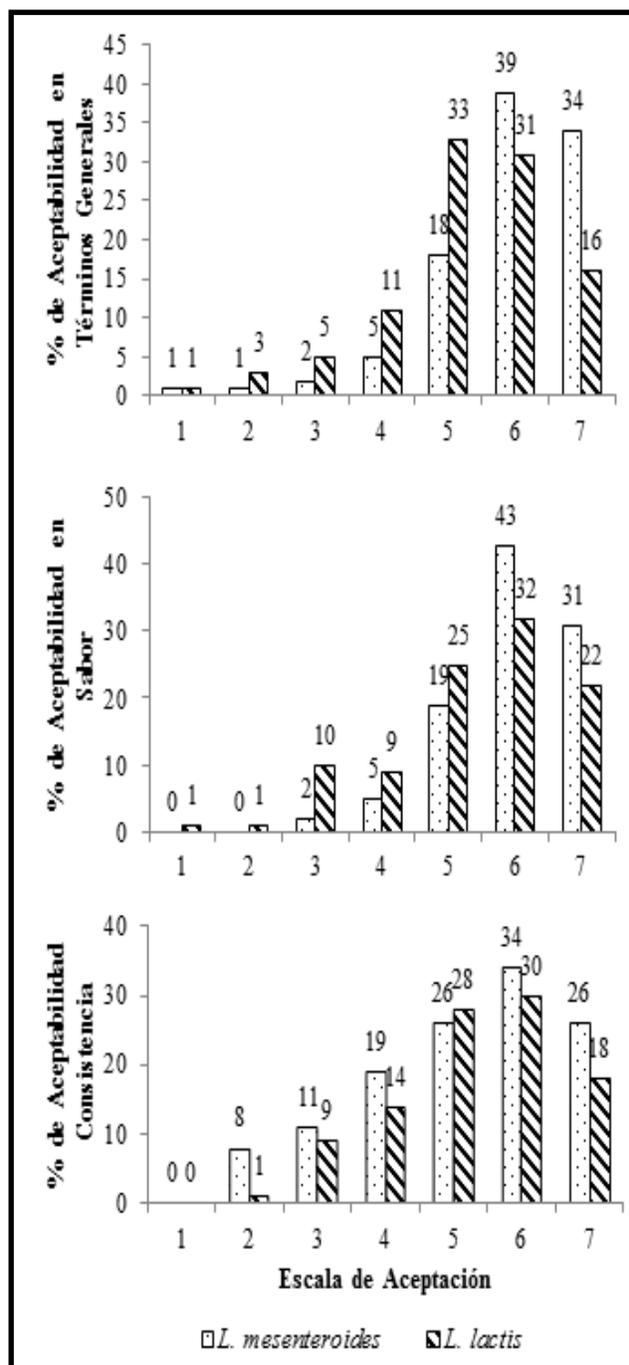


Figura 2. Aceptabilidad en términos generales, sabor y consistencia de los quesos de cabra madurados. La escala de evaluación se lee: 1= “me disgusta mucho”, 2= “me disgusta moderadamente”, 3= “me disgusta ligeramente”, 4= “me es indiferente”, 5= “me gusta ligeramente”, 6= “me gusta moderadamente” y 7= “me gusta mucho”

de las cepas, durante la maduración, fue baja; sin embargo, se requieren más datos para evidenciar su evolución.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela (CDCH-UCV) por el financiamiento del proyecto PSU-11-8610-2013/1, así como al Laboratorio de Microbiología de la UCLA, por haber brindado el apoyo facilitando las cepas para la investigación.

REFERENCIAS

1. Gunasekaram S, Mehmet Ak M. Cheese Texture. En: CRC Press, editor. Cheese Rheology and Texture. 1sted. Boca Ratón; Florida; 2003; p. 308-320.
2. Muñoz Muñoz D, Rosero Muñoz JL, Cabrera Cifuentes G. Rangos de Control de Humedad Relativa y Temperatura en Cavas de Maduración de Quesos. Facultad de Ciencias Agropecuarias, 2010; (8):68-73.
3. Fox P, MacSweeney PL. Cheese: An overview. En: Fox P, MacSweeney PL, Cogan T, Guinee TP, editores. Chemistry, Physics and Microbiology, Vol 1: General Aspects. 3ra ed. Madison, USA; 2004. p. 9-45.
4. Sánchez-Macías D, Morales de la Nuez A, Moreno Indias I, Hernández Castellano LE, *et al.* Lipolysis and proteolysis profiles of fresh artisanal goat cheese made with raw milk with 3 different fat contents. J Dairy Sci., 2011; 94(12): 5786-5793.
5. Clark S, Agarwal S. Cheddar and Related Hard Cheeses. En: Hui YH, editor. Handbook of Food Products Manufacturing. 1st ed. New Jersey: USA. 2007; p. 567- 590.
6. Guizani N, Al-Attabi Z, Kasapis S, Gaafar OM. Ripening profile of semi-hard standard goat cheese made from pasteurized milk. Int J Food Prop. 2006; 9:523-532.
7. Duran L, Sánchez C, Palmero J, Chaparro L, García T, Sánchez E. Caracterización fisicoquímica y microbiológica de quesos de cabra en Carora, edo. Lara, Venezuela. Zoot Trop. 2010; 28(4): 467-476.
8. Hemme D, Foucaud-Scheunemann. Leuconostoc, characteristics, use in dairy technology and prospects in functional foods. Int Dairy J. 2004; 14: 467-494.
9. Academia del Área de Plantas Piloto de Alimentos (AAPPA). Introducción a la Tecnología de Alimentos. 2da ed. Limusa, Mexico. 2004; p. 14 -19.
10. AOAC. Official Method of Analysis, Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Arlington, Virginia, USA. 1990.
11. Covenin. Comisión Venezolana de Normas Industriales. 1979. Alimentos. Determinación de pH (acidez iónica). 2^{da}. Revisión. Norma 1315-79. Fondonorma. Caracas, Venezuela. 7 p.
12. Covenin. Comisión Venezolana de Normas Industriales. 1997. Leche y sus Derivados. Determinación de Proteínas. 2^{da}. Revisión. Norma 370-97. Fondonorma. Caracas, Venezuela. 6 p.
13. Tunick M. Rheology of dairy foods that gel, stretch and fracture. J Dairy Sci. 2002; 83:1892-1898.
14. Fox P, Guine T, Cogan T, McSweeney P. Acceleration of Cheese Ripening. En: Fox P, editor. Fundamentals of Cheese Science. Gaithersburg, Maryland. 2000. p. 349-360.
15. Olarte C, Sanz S, Gonzalez E, Torre P. The effect of a commercial starter culture addition on the ripening of an artisanal goat's cheese (Cameros Cheese). J App Microb. 2000; 88: 421-429.
16. Buriti F, Da Rocha J, Saad S. Incorporation of *Lactobacillus acidophilus* in Minas fresh cheese and its implications for textural and sensorial properties during storage. Int Dairy J. 2005; 15(12): 1279-1288.
17. Franco I, Prieto B, Bernardo A, González J, Carballo J. Biochemical changes throughout the ripening of a traditional Spanish goat cheese variety (Babia-Laciana). International Dairy J. 2003; 13: 221-30.
18. Reinheimer J, Zalazar C, 2006. En: Avances en Microbiología Bioquímica y Tecnología de Quesos. 1^{ra} ed. Ediciones UNL, Universidad Nacional del Litoral, Argentina; 2006 p. 220-225.
19. Fresno M, Álvarez S. Chemical, textural and sensorial changes during the ripening of majorero goat cheese. Int J Dairy Technol. 2012; 65(2): 393-400.
20. De Cássia Ramos do Egipto Queiroga R, Melo Santos B, Pereira Gomes AM, Monteiro MJ, Teixeira SM, *et al.* Nutritional, textural and sensory properties of Coalho cheese made of goats', cows' milk and their mixture. LWT-Food Sci Technol. 2013; 50: 538-544.
21. Lawrence R, Creamer L, Gilles J. Symposium: Cheese ripening technology. Texture development during cheese ripening. J Dairy Sci. 1987; 70(8): 1748-1760.
22. Chantal RS, Noble AC. The influence of fat, acid, and salt on the perception of selected taste and texture attributes of cheese analogs: A Scalar Study. J Text Studies. 1991; 22:367-380.
23. Requena T. De la fuente, M. Fernández, P. Juárez, M. Evaluation of a specific starter for the production of semi-hard goat's milk cheese. Lait. 1992; 72:437-448.