

## **EVALUACIÓN DE PARÁMETROS OPERACIONALES EN LA ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO DE CABRA**

*Julio C. Tamayo\**, Lourdes M. Crespo, Luisa Matos, Beatriz Muñiz, Melba Cordoví y Mabel Fuentes  
*Universidad Ignacio Agramonte Loynaz, Circunvalación Norte, Ave. Ignacio Agramonte y Camino Viejo de Nuevitas. Camagüey, CP 70300, Cuba.*

*E-mail: julio.tamayo@reduc.edu.cu*

### **RESUMEN**

En la investigación se evaluaron los parámetros operacionales para la elaboración de queso fresco de cabra con la calidad requerida según la norma NTE-2622 del 2012. La leche utilizada procedía de cabras de la raza Nubia, con 15 a 30 d de lactancia. Se realizó un diseño de experimentos de superficie de respuesta tomando como variables independientes el tiempo de maduración de la leche (2, 3 y 4 h) y el tiempo de prensado (1, 2 y 3 h). Como variables de respuesta se tomaron el rendimiento, contenidos de acidez y grasa en extracto seco. Los parámetros óptimos se obtuvieron para un tiempo de prensado de 1,1 h, en un tratamiento combinado con una maduración de la leche de 4 h. La aceptación del queso por los jueces afectivos fue de 75 % para la opción me gusta y 10 % para la opción me gusta mucho.

**Palabras clave:** queso de cabra; parámetros operacionales, optimización.

### **ABSTRACT**

#### **Evaluation of operational parameters in the elaboration of fresh cheese of goat**

The evaluation of operational parameters for the making of fresh cheese of goat with the quality required according to the norm NTE-2622 from 2012 was carried out. The milk used proceeded to goats of the Nubia race, with 15 to 30 d of nursing. A design of experiments of response surface taking like the independent variables the time of maturation of the milk (2, 3 and 4 h) and draining times (1, 2 and 3 h) was used. Yield, acidity and fat content in dry matter content were the response variables. The optimal parameters were obtained for a time of draining of 1.1 h, in a treatment combined with a maturation of the milk of 4h. The acceptance of the cheese by the affective judges was 75% for the option "I like" and 10% for the option "I like a lot".

**Keywords:** goat cheese; operational parameters, optimization.

### **INTRODUCCIÓN**

En los últimos años, la leche de cabra ha sido objeto de diversos estudios a nivel internacional, los que han demostrado las ventajas que posee con respecto a la leche de otras especies. Dada su factibilidad como animal lechero, se considera que el manejo adecuado y constante de lecherías basadas en la cabra, representa una de las mejores estrategias para aliviar las hambrunas y combatir la desnutrición en países en vías de desarrollo (1). Existen tres razones fundamentales que potencian la demanda de leche de cabra y sus derivados: el consumo doméstico en aumento debido al crecimiento de la población humana; el interés en los subproductos, especialmente quesos y yogurt, en

---

**\*Julio C. Tamayo:** Graduado de Licenciatura en Ciencias Alimentarias (Universidad Ignacio Agramonte Loynaz de Camagüey, 2014). Actualmente imparte las asignaturas de Principios de Ingeniería de los Alimentos y Conservación de los Alimentos en la Facultad de Ciencias Aplicadas de dicha universidad. Su línea de trabajo actual está encaminada al estudio de la leche de cabras y sus productos derivados, como parte del proyecto "Aplicación de tecnologías que contribuyan al incremento productivo de la leche caprina y al desarrollo de producciones secundarias en la cadena agroindustrial". Se encuentra cursando actualmente el programa del doctorado curricular de Ciencias de los Alimentos del IFAL.

muchos países desarrollados y el aspecto biomédico, principalmente en lo relativo a las alergias a la leche de vaca y otros problemas de salud gastrointestinales (2).

La leche de cabra, como alimento, posee una mayor proporción de los llamados ácidos grasos de cadenas cortas (ácidos cáprico, caprílico y caproico) que la leche de vaca, lo que la hace mucho más digestible y útil en el tratamiento de gran cantidad de pacientes con mala absorción nutricional, problemas coronarios, niños con epilepsia, cistitis fibrosa y cálculo biliar (3).

El queso fresco de leche de cabra posee un sabor más ácido que el resto de los quesos, fruto de su mayor contenido de ácidos grasos. El mismo presenta las propiedades generales de la leche, algunas de las cuales han sido acentuadas por su proceso de elaboración. Al contener menos agua es más rico en materia grasa y con alto aporte energético; posee 30 % de proteínas, además, su contenido en minerales es elevado, especialmente en calcio y en fósforo. Resulta ideal para el crecimiento óseo y la prevención de osteoporosis, así como el cuidado de las uñas y el cabello. También presenta mucho sodio, lo que puede ser perjudicial para personas con hipertensión o retención de líquidos. Su contenido en potasio, dentro de los quesos, es de los más bajos por lo que resulta adecuado para los riñones, en caso de insuficiencia renal (4).

La acidez de la leche actúa favorablemente en el proceso de elaboración del queso activando la eficiencia del cuajo y liberando los iones de calcio de los compuestos coloidales solubles. Por esto, cuanto más alta es la acidez, más rápidamente se verifica la coagulación y más consistente será la cuajada, resultando en un queso menos plástico (5). El rango de acidez está limitado para pH entre 5,4 y 6,2. Un pH alto origina una peptización de la caseína y baja viscosidad, mientras que un pH bajo induce la obtención de una consistencia dura con una estructura más sólida, interrumpe la acción de las bacterias antes del tiempo necesario para el proceso y provoca un desuerado mayor, resultando en un alimento agrio, con sabor amargo. El  $\text{pH} > 6,0$  es peligroso para la conservación del producto durante el almacenamiento (5).

Desde el punto de vista económico, es fundamental obtener un buen rendimiento en la fabricación del queso. Para ello es imprescindible controlar el proceso y disponer

de los principales datos para su cálculo, tales como: la cantidad de leche procesada y su contenido en materia grasa y caseína; la masa del queso a la salida de la prensa y en el momento de la expedición; el contenido en materia grasa del lactosuero, la humedad y materia grasa del queso (6).

La investigación tuvo como objetivo evaluar parámetros operacionales en la elaboración de queso fresco de cabra con buena calidad. La misma aporta resultados parciales del proyecto "Aplicación de tecnologías que contribuyan al incremento productivo de la leche caprina y al desarrollo de producciones secundarias en la cadena agroindustrial", del Programa de Alimento Humano.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La leche utilizada correspondió en todas las ocasiones a leche fresca de cabras de la raza Nubia, de 15 a 30 d de lactancia. Esta materia prima fue inicialmente muestreada a fin de conocer su aptitud para el proceso y su posible repercusión sobre el producto final. A la misma se le determinó el contenido de grasa (7), acidez (8) y densidad (9). Para la elaboración de los quesos, se utilizó el procedimiento tecnológico tradicional para quesos frescos de leche de vaca (6), adaptado para leche de cabra, a escala de laboratorio. Con el empleo del programa Design Expert 8.0.6, se seleccionó un diseño de experimentos de superficie de respuesta. Como variables independientes se tomaron el tiempo de maduración de la leche (2, 3 y 4 h) y el tiempo de prensado (1, 2 y 3 h). Se seleccionaron como variables de respuesta el contenido de grasa en extracto seco (GES), humedad y rendimiento. El queso con mejores indicadores fue evaluado sensorialmente según (10), para lo cual se aplicó una prueba afectiva a 80 consumidores potenciales, con cuatro valores en la escala hedónica.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La acidez de la leche se encontró dentro del rango establecido para la elaboración de queso, constatando que durante la maduración ajustada no se produjeron variaciones anormales en el grado de acidez, lo que se asocia a características de la leche acopiada (11).

Con respecto a la densidad, en todos los casos se cumplió con lo establecido en (11). Sin embargo, según (1), debe encontrarse en el rango de 1,030 a 1,034 g/L. Esta baja densidad estuvo motivada por coincidir el

período de lluvias con el tiempo del estudio, lo que repercute directamente en la alimentación de las cabras y consecuentemente en la composición de su leche.

Con relación al contenido de grasa, los análisis realizados a las diferentes muestras durante el desarrollo de esta investigación arrojaron una media de 3,77 % cumpliendo con lo establecido (11), corroborando lo expuesto anteriormente (2), que especifican que la grasa en la leche de cabra debe encontrarse entre 3,00 y 6,63 %.

La Fig. 1 muestra el efecto combinado sobre el rendimiento de los parámetros en estudio. Con respecto al tiempo de prensado existe una fuerte correlación inversa ( $r = -0,997$ , para nivel de significación  $p < 0,01$ ), lo que indica mayor pérdida de humedad, con un efecto

directo sobre la masa del queso final; mientras que la variación del tiempo de maduración de la leche no tuvo influencia significativa en este resultado.

Con respecto a la acidez del queso, fue la variación del tiempo de maduración de la leche la que tuvo influencia significativa, ya que ambas variables están fuertemente relacionadas ( $r = 0,839$ ,  $p < 0,01$ ). Como se muestra en la Fig. 2, el efecto combinado de ambos tratamientos, favorece el aumento del contenido de ácido láctico en el alimento.

El contenido de grasa en extracto seco disminuyó significativamente a medida que aumentó el tiempo de prensado, variables que presentan una correlación inversa ( $r = -0,693$  para una  $p < 0,05$ ), comportamiento

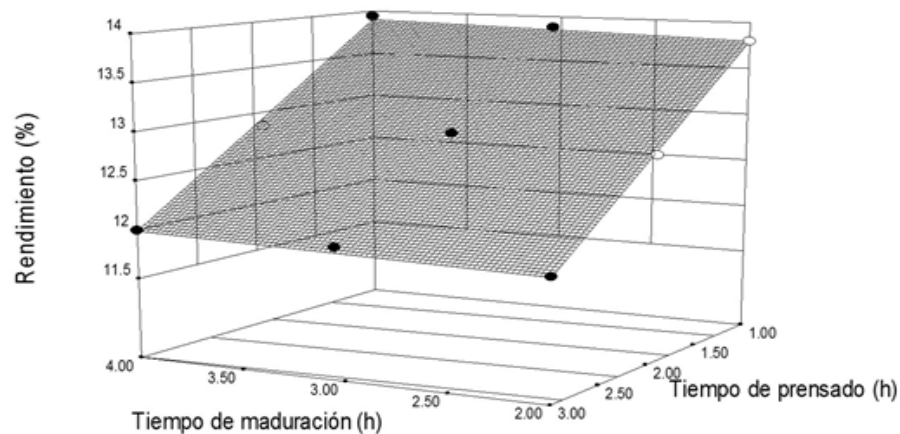


Fig. 1. Efecto del tiempo de maduración de la leche y de prensado sobre el rendimiento.

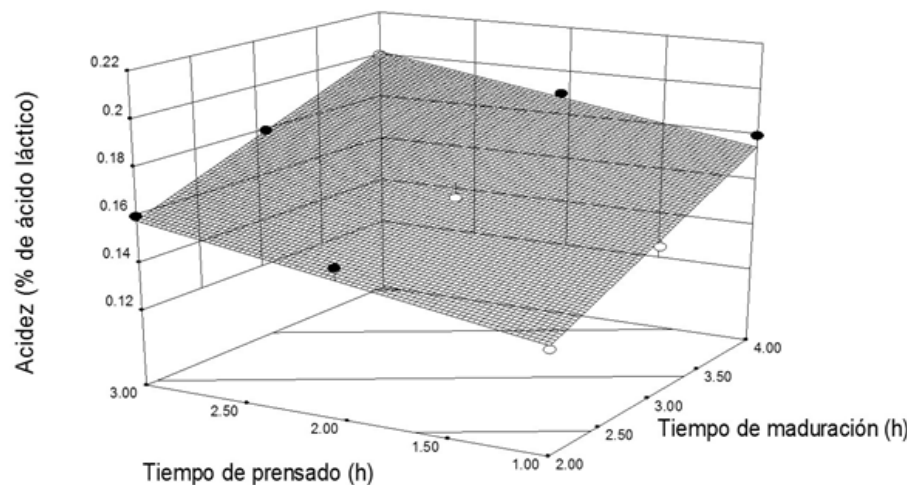


Fig. 2. Efecto del tiempo de maduración de la leche y de prensado sobre el contenido de acidez.

que se mantuvo similar cuando se comprobó el efecto combinado con el tiempo de maduración, como se muestra en la Fig. 3.

Con el propósito de obtener un alto rendimiento (12) y contenido de grasa en extracto seco mayor de 43 % (13), así como mantener un rango de acidez entre 0,13 a 0,18 % (14), los parámetros óptimos fueron 4 h para el tiempo de maduración y 1,1 h para el tiempo de prensado, con los que se deberán obtener con 95 % de confianza, un rendimiento de 13,7 %, un contenido de grasa en extracto seco de 46,48 % y acidez de 0,18 %.

La aceptación por parte de los jueces afectivos del queso obtenido con el ajuste de los parámetros óptimos fue de 75 % para la opción me gusta. Los resultados que se muestran en la Fig. 4 reflejan que solo 5 % correspondió a la respuesta no me gusta y 10 % para me gusta mucho, lo que constituye una aproximación al posible comportamiento del producto en el proceso de comercialización.

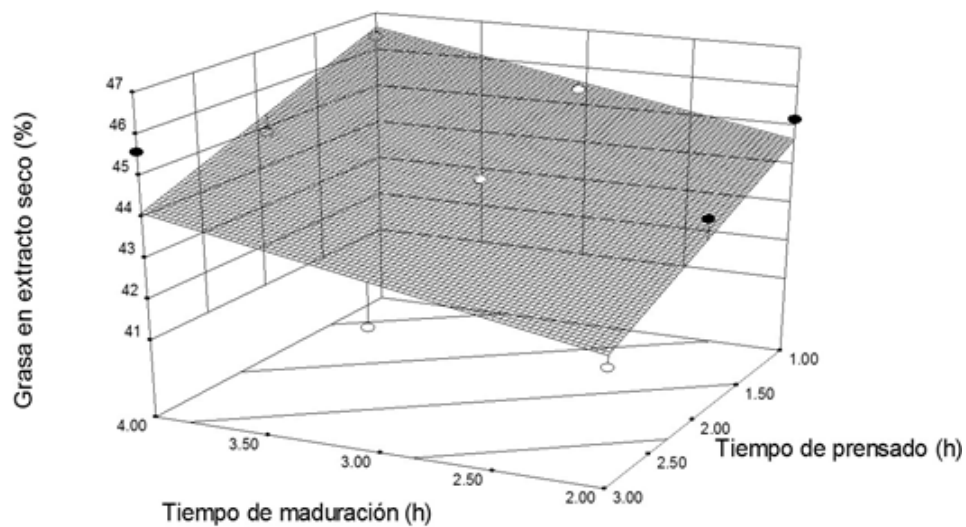


Fig. 3. Efecto del tiempo de maduración de la leche y de prensado sobre contenido de GES.

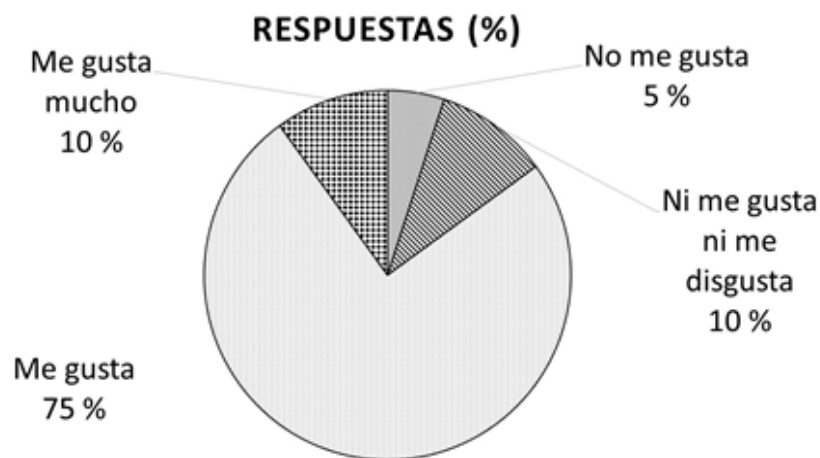


Fig. 4. Resultados de la evaluación sensorial.

## CONCLUSIONES

Las características físicas y químicas de la leche de cabra empleada en los experimentos como materia prima para la elaboración del queso fresco, presentó correspondencia con las especificaciones establecidas para el producto.

Los parámetros operacionales óptimos para la elaboración de queso fresco de cabra con buena calidad fueron la combinación de 1,1 h de tiempo de prensado con un tiempo de maduración de la leche de 4 h para obtener alto rendimiento y un contenido de grasa en extracto seco y acidez correspondientes a lo establecido.

## REFERENCIAS

1. Chacón-Villalobos, A. *Agronomía Mesoamericana* 16 (2):239-252, 2005.
2. Flores, M.A.; Leal, R.P.; Sotelo, M.B. y Jurado, M.R. *Tecnociencia Chihuahua* 3(2):107-113, 2009.
3. Rodríguez-Osorio, M.; Sanz-Ceballos, L.; Gil-Extremera, F. y Sanz-Sampelayo, M. *Valoración de la alergenidad de la leche de vaca frente a la de cabra*. 4to Congreso de Ingeniería y Tecnología de Alimentos, Córdoba, España, 2006.
4. Chacón-Villalobos, A. y Pineda-Castro, M.L. *Agronomía Mesoamericana* 20(2):297-309, 2009.
5. Suárez-Solís, V. *Manual de tecnología de queso*. La Habana, Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, 2010. p. 114.
6. Suárez-Solís, V.; Cardoso, F. y Duquesne, F. *Fundamentos de la tecnología de quesos*. La Habana, Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, 2001. p. 64.
7. NC - ISO-2446. *Determinación del contenido de materia grasa*. Cuba, 2003.
8. NC-71. *Determinación de la acidez en leche*. Cuba, 2000.
9. NC-119. *Determinación de densidad*. Cuba, 2006.
10. Rodríguez, I. *Introducción al análisis sensorial de alimentos*. La Habana, Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, 2002.
11. NRAG-230. *Ganadería. Leche de cabra. Especificaciones*. Cuba, 2011.
12. Díaz, H.J.P. *Manual de elaboración de los productos lácteos en la empresa Chelmar S.A. de C.V. en Saltillo, Coahuila*. Morelia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 2008.
13. NTE-2622. *Queso fresco de cabra. Requisitos*. Ecuador, 2012.
14. Kalantzopoulos, G. Cheeses from ewes' and goats' milk. En *Cheese: Chemistry, physics and microbiology*. Berlin, Springer, 1999, pp. 507-553.