

Obtención de cuajo líquido artesanal para la sustitución de importaciones en el Combinado lácteo de Palma

Obtaining artisanal liquid rennet for import substitution in the combined dairy of Palma

José Ramón Guerrero-Haber^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-4896-6317>

Giselle Giralt-Ortega¹ <https://orcid.org/0000-0003-1131-2280>

Sorelis Aguilera-Arzuaga² <https://orcid.org/0000-0002-3287-7988>

Kirenia García-Márquez³ <https://orcid.org/0000-0002-2931-4471>

¹Departamento de Ingeniería Química. Facultad de Ingeniería Química y Agronomía, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba

²Instituto Politécnico Agroindustrial “Andrés Valdés Fuentes”, Santiago de Cuba, Cuba

³Combinado Lácteo Palma Soriano, Santiago de Cuba, Cuba

*Autor para la correspondencia. Correo electrónico: guerrero@uo.edu.cu

RESUMEN

El cuajo líquido artesanal puede obtenerse a partir del cuajar de res, sal y suero de queso. Se caracterizó la leche de vaca que se utilizó en el método de fortaleza del cuajo, en cuanto a contenido de extracto seco, humedad, pH, densidad y grasa; obteniéndose valores medios de 12,5 %; 87,5 %; 6,6;

1,029 g/ mL y 3,6 g/mL; respectivamente. La dosis más adecuada del cuajo artesanal para la elaboración del queso blanco es de 0,8 mL por cada litro de leche. El costo para su elaboración es de 2,05 CUP por litro, lo que permite sustituir importaciones y confeccionar diferentes tipos de quesos a partir de un producto nacional.

Palabras clave: queso; cuajo; leche de vaca.

ABSTRACT

Artisanal liquid rennet can be obtained from beef curdling, salt and cheese whey. The cow's milk used in the rennet strength method was characterized in terms of dry extract content, humidity, pH, density and fat; obtaining mean values of 12,5%; 87,5%; 6.6; 1,029 g/mL and 3,6 g/mL; respectively. The most appropriate dose of rennet for making white cheese is 0,8 mL per liter of milk. The cost for its preparation is 2,05 CUP per liter, which allows substituting imports and making different types of cheeses from a national product.

Keywords: cheese, rennet, cow's milk.

Recibido: 15/01/2023

Aceptado: 18/04/2023

Introducción

En las industrias lácteas se producen diferentes tipos de queso: crema, crema untable, cresol, fundido y blanco. Para la producción de los mismos es necesario el uso de coagulantes. Estas son sustancias que contienen

peptidasas (enzimas) y pueden ser de origen animal, vegetal, microbiano o genético (sintético o químico). Se utilizan para cuajar la leche.

La palabra “cuajo” se deriva del verbo latino *agere* (hacer) y de *cuagulum* (coágulo, grumo consolidado de un líquido); es decir coagular, de donde se deriva el vocablo cuajar.

El cuajo es de origen animal, y se extrae de la mucosa del abomaso, generalmente de las crías lactantes de algunos mamíferos rumiantes o del rumen de los adultos. El de origen vegetal se extrae principalmente de la flor del cardo (*Cynaracardunculus*) o del látex de la higuera.

El cuajo contiene principalmente la pepsina llamada quimosina, también conocida como renina que causa la proteólisis de la caseína provocando la coagulación (cuajado) de la leche.

Actualmente, en Cuba hay un aumento de la demanda de queso por la población, inexistencia del cuajo en la empresa láctea e incremento en el costo del mismo a nivel mundial. En contraste con esta situación, es posible la producción de un cuajo artesanal utilizando rumen de res, el cual constituye un residual del cárnico de Palma Soriano.

Este trabajo tiene como objetivo: obtener el cuajo de manera artesanal para la producción de queso.

Se entiende por queso el producto blando, semiduro, duro y extra duro, madurado o no madurado, y que puede estar recubierto, en el que la proporción entre las proteínas de suero y la caseína no sea superior al de la leche. Es un alimento de amplio consumo a nivel mundial, cuyas características nutritivas, funcionales, texturales y sensoriales difieren entre cada tipo. Se estiman más de 2000 variedades de queso ⁽¹⁾, entre madurados, semi-madurados y frescos.⁽²⁾ Es uno de los productos lácteos más nutritivos para el humano. Las materias primas para su producción son: la leche, el cuajo y la sal.^(3,4)

La leche es un líquido que segregan las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos. Desde el punto de vista comercial e industrial es la materia

prima con la que se elaboran numerosos productos como la mantequilla, el queso, el yogur, entre otros. Es un líquido de color blanco mate y ligeramente viscoso, cuya composición y características físico-químicas varían sensiblemente según las especies animales, e incluso según las diferentes razas. Contiene una proporción importante de agua (cerca del 87 %). El resto constituye el extracto seco que representa 130 gramos por litro y en el que hay de 3,5 % a 4,5% m/m de materia grasa. Las sustancias orgánicas (glúcidos, lípidos, proteínas) están presentes en cantidades más o menos iguales y constituyen la principal fuente de energía. Estos nutrientes se reparten en elementos constructores, las proteínas, y en compuestos energéticos, los glúcidos y los lípidos. Las sustancias proteicas son las más importantes en el aspecto químico. Se clasifican en dos grupos: proteínas (la caseína se presenta en 80 % del total proteínica, mientras que las proteínas del suero lo hacen en un 20 %), y las enzimas.

La leche de vaca es una de las que más se utiliza en las industrias cubanas; está compuesta principalmente por agua, iones (sal, minerales y calcio), carbohidratos (lactosa), materia grasa y proteína, tiene una densidad media de 1,029 0 g/mL. Su composición media ocupa un lugar preponderante desde el punto de vista comercial y de consumo humano, ya que de esto depende la calidad de los productos y sus precios. Los valores de extracto seco (% m/m) deben estar por encima de 8,2 %. El pH es ligeramente ácido (comprendido entre 6,5 y 6,9) o medido a través de otra propiedad química importante es la acidez, o cantidad de ácido láctico, que suele ser de 0,14-0,16 % ácido láctico (Método Dornic); puede ser diferente entre muestras de leche fresca de vacas individuales reflejando variaciones en la composición.⁽³⁾

La coagulación consiste en la agrupación de las micelas de caseína, proteínas mayoritarias de la leche, formando un gel o malla que retiene en su interior el agua, los glóbulos grasos y las sales minerales. Para conseguir la coagulación se lleva la leche a una temperatura variable según el tipo de queso que se vaya a fabricar. Existen numerosas enzimas que pueden utilizarse para coagular la leche. La actividad bioquímica (lipólisis y proteólisis) que desarrollan en el queso es diferente por lo que según el tipo de cuajo utilizado se obtendrá un

tipo u otro de queso. Se distinguen varios tipos de coagulantes: de origen animal, de origen vegetal y microbianos.^(5,6)

Los coagulantes de origen animal se extraen del cuajar o cuarto estómago de rumiantes lactantes. Su actividad coagulante se debe a la acción de la quimosina y pepsina. En ciertas ocasiones su precio es elevado, y existen consideraciones éticas o religiosas sobre el modo de obtenerlo y dificultades en su abastecimiento, debido a la limitada disposición de estómagos, por lo que ha suscitado el empleo de cuajos comerciales.^(6,7)

Los coagulantes de origen vegetal se obtienen a partir de hojas, flores, jugos o frutos de diversas especies vegetales tras una maceración en agua. Su actividad coagulante se debe a la acción de las cardosinas y ciprosinas que se obtienen, principalmente, de la flor de cardo (*Cynaracardunculus*) y de las de la higuera (*Ficus carica*). En otras regiones españolas, como las Islas Canarias, es más tradicional el empleo de la flor de alcachofa (*C.scolymus*) El empleo de este tipo de cuajo se limita al queso artesanal, ya que la falta de estandarización de las flores de *C. cardunculus* limita su uso a nivel industrial.⁽⁵⁾

Los coagulantes microbianos son, en su mayoría, de origen fúngico. Se obtienen, principalmente, de las cepas de *Rhizomocurmiehei* (tradicionalmente denominado Mucor). Se utilizan en certificaciones ecológicas y son aptos para vegetarianos. Tienen ciertos inconvenientes, como el escaso rendimiento quesero al producir pérdidas de grasa y proteína en el desuerado, no siendo recomendables cuando se quieren obtener quesos de calidad. Otro inconveniente es su poca especificidad, hidrolizando diversas fracciones caseínicas con la liberación de péptidos amargos y apareciendo diferencias en la firmeza de la cuajada.⁽⁸⁾

La sal juega un papel fundamental en la regulación de muchos aspectos de queso y productos lácteos para untar. Los niveles de sal (%p/p de NaCl) en queso van desde aproximadamente 0,6 % hasta aproximadamente 7 %. Para cada variedad de queso existe un rango óptimo del contenido de sal, por ejemplo, en quesos frescos entre 0,6 % y 7,0 %, y en quesos madurados entre 0,9 % y 6,0 %. Los valores por debajo del rango óptimo de sal causan defectos

debidos al crecimiento de bacterias no deseables y/o patógenas o a la actividad enzimática no regulada, también se observa disminución en la firmeza y la salinidad, y pueden presentarse fermentaciones anormales; mientras que, por encima del rango, el principal defecto son los sabores desagradables.^(2,4)

Materiales y métodos

I. Metodología para la producción de cuajo artesanal.

1. Extraer el cuajar o rumen del ganado vacuno sacrificado, con previa inspección veterinaria.
2. Sanear el rumen con agua a temperatura ambiente.
3. Adicionar sal común (NaCl) al rumen a una proporción de 1 kg de sal por cada 3,25 kg de rumen.
4. Secar al sol durante 15 días.
5. Moler y conservar.

II. Caracterización físico-química de la leche de vaca.⁽⁹⁾

La materia prima principal para la elaboración del queso en la industria es la leche de vaca, la cual debe de llegar con determinadas especificaciones técnicas, determinándose el contenido de extracto seco, la humedad, la materia grasa, la densidad y la acidez a la misma.

El extracto seco es el residuo, expresado en porcentaje en peso, obtenido después de la desecación de la leche a 102 °C, mientras que la humedad es la pérdida de peso, expresada en porcentaje en peso, obtenida por el mismo proceso.⁽¹⁰⁾

Para su determinación, se pesa una cápsula de porcelana en una balanza analítica. Se añaden 3 mL de muestra utilizando una bureta y se pesa de nuevo. La cápsula se coloca en un baño de agua a 100 °C durante 30 min,

posteriormente se introduce en una estufa de desecación a 102 ± 2 °C durante 2 h y, finalmente, en el desecador. Una vez fría se pesa, y se repite el procedimiento hasta obtener un peso constante. La determinación se lleva a cabo por triplicado.

El cálculo del extracto seco se lleva a cabo utilizando la ecuación 1.

$$\text{Contenido en extracto seco (\%)} = (P'/P) \cdot 100 \dots\dots\dots(1)$$

donde:

P' = peso de la muestra después de la desecación, g.

P = peso de la muestra antes de la desecación, g.

La materia grasa es el porcentaje en masa de la grasa total liberada por centrifugación y posterior medida volumétrica de ésta (método de Gerber). Para su determinación, se colocan 10 mL de ácido sulfúrico al 90-91% en un butirómetro de Gerber y se agregan 11 mL de leche mediante una pipeta aforada, lentamente para que no se mezclen. A continuación, se agrega 1 mL de alcohol isoamílico; medido con una pipeta aforada, y se cierra el butirómetro. Se agita enérgicamente hasta la total disolución de la fase proteica de la leche. Se sumerge en un baño de agua a 65 °C durante 5 min para que la reacción sea lo más completa posible. Finalmente, se centrifuga durante 5 min y el resultado es leído directamente en la escala del butirómetro.⁽¹¹⁾

La densidad está directamente relacionada con la cantidad de grasa, sólidos no grasos y agua que contiene la leche. Para su determinación, se utiliza un lactodensímetro y un termómetro para medir la temperatura, realizando la correspondiente corrección de la lectura. Se adicionan 250 mL de leche en una probeta y se introduce el lactodensímetro. El resultado se lee: 1,0XY g/mL a 20°C siendo XY los valores del lactodensímetro, y se corrige en función de la temperatura.⁽¹²⁾

La acidez de la leche es el contenido aparente en ácidos, expresado en gramos de ácido láctico por 100 mL de leche. Para su determinación se toman 10 mL de leche y se valoran con una disolución de NaOH 0,1 M previamente estandarizada utilizando fenolftaleína como indicador (disolución al 1% en etanol). Cada valoración se lleva a cabo por triplicado.⁽¹³⁾

El pH de las muestras se determina con un pH-metro previamente ajustado con disoluciones tampón de pH 4 y 7.

II. Análisis de la fortaleza del cuajo a nivel de laboratorio.

1. Se rotulan tres vasos de precipitado (ensayo 1, ensayo 2 y ensayo 3).
2. Se le añade a cada vaso de precipitado un litro de leche.
3. Se le adicionan 0,4 mL; 0,6 mL y 0,8 mL a cada vaso, respectivamente, de cuajo líquido artesanal, previamente elaborado.
4. Se homogenizan las muestras, y se dejan reposar durante 15 minutos.
5. Transcurrido el tiempo, se realiza el corte de la cuajada para observar la coloración del suero.
6. Se esperan otros 5 minutos y se realiza la movida a la cuajada.
7. Se pasa por un tamiz o malla, separándose el suero hasta endurecer la cuajada previamente salada con 22,3 g de sal por cada litro de leche.
8. Se coloca en moldes de laboratorio, se prensa y se deja secar durante 24 horas para comprobar la consistencia del queso.

El suero con las características de calidad deseadas debe tener verde-amarillo claro transparente y el color del queso debe ser blanco y de textura firme.

IV. Cálculo del costo aproximado para la producción del cuajo artesanal.

Para realizar el cálculo del costo para del cuajo artesanal se tendrá en cuenta:

1. Costo del rumen (en este caso es 0 CUP, por ser un residual de la industria cárnica anexa).
2. Costo de la sal.
3. Costo de la molienda,

4. Costo del suero de queso (en este caso es 0 CUP, por ser un residual de la producción de queso).

La transportación no se tiene en cuenta, pues la industria cárnica se encuentra ubicada en un lateral del combinado lácteo de Palma Soriano. La mano de obra, son los mismos trabajadores que producen el queso.

Resultados y discusión

I. Producción de cuajo artesanal.

Se procede a salar 13 kg de rumen con 4 kg de sal. Se seca al sol durante 15 días. Seco se obtuvieron de 11,3 kg. Se molió y se conservó en envases de 1kg cerrados herméticamente (secos y estériles) a condiciones ambientales.

II. Caracterización físico – química de la leche de vaca.

Se tomaron seis muestras de leche de vaca, en días diferentes, para hacer la prueba de fortaleza del cuajo. A las mismas se les determinó, por triplicado, las propiedades fisicoquímicas siguientes: extracto seco (%), humedad (%), grasa (g/mL), acidez (pH) y la densidad (g/mL). Los valores obtenidos se reportan en la tabla 1, y en la tabla 2 se muestran los valores medios para cada muestra analizada, así como los valores medios para las diferentes determinaciones.

Todos los parámetros estudiados para las diferentes muestras de leche de vaca se corresponden con los valores normados. Eso evidencia que la leche recibida en el combinado lácteo de Palma, se encuentra con condiciones adecuadas para ser utilizada en el proceso de elaboración de queso.

Se establece un mínimo de contenido en extracto seco del 8,2% para la leche entera de vaca. Los resultados obtenidos oscilan entre 12,3 y 12,7 %, siendo la media de 12,5 %, valores por encima del 8,2 %, correspondiéndose con lo reportado en la literatura.

El valor medio de contenido de humedad para las muestras de leche estudiadas es de 87,5 %, resultado que se corresponde con lo reportado en la literatura.

Los valores de pH obtenidos oscilan entre 6,57 a 6,74 para las diferentes muestras de leche y se corresponden con los valores reportados en la literatura, indicando que no existió variaciones significativas en su composición.

Las Normas Cubanas establecen un máximo de acidez de 0,2 g ácido láctico/100 mL para la leche entera de vaca. En relación a la leche entera, todos los resultados obtenidos se encuentran por debajo de este valor, con un mínimo de 0,157 1 g ácido láctico/100 mL y máximo de 0,185 6 g ácido láctico/100 mL.

La densidad de la leche es variable y para la leche entera de vaca, el valor medio es de 1,029 g/mL

El valor medio de contenido de grasa para las muestras de leche estudiadas es de 3,6 %, resultado que se corresponde con lo reportado en la literatura.

Tabla 1- Parámetros fisicoquímicos obtenidos a través del análisis de la leche entera de vaca

Leche entera de vaca								
Día	Muestra	Extracto seco (%)	Humedad	Grasa	Acidez ^(a)	Acidez ^(b)	Acidez (pH)	Densidad
			(%)	(g/ mL)				(g/mL)
I	1	12,5	87,5	3,6	1,85	0,1614	6,74	1,029
	2	12,5	87,5	3,6	1,85			
	3	12,6	87,4	3,5	1,85			
II	1	12,3	87,7	3,4	2,00	0,1719	6,65	1,028
	2	12,4	87,6	3,5	1,95			
	3	12,4	87,6	3,4	1,95			
III	1	12,5	87,5	3,6	1,95	0,1728	6,61	1,029
	2	12,5	87,5	3,6	2,00			
	3	12,5	87,5	3,7	2,00			
IV	1	12,7	87,3	3,7	1,80	0,1571	6,64	1,029
	2	12,6	87,4	3,8	1,80			
	3	12,7	87,3	3,7	1,80			
V	1	12,5	87,5	3,6	2,00	0,1717	6,65	1,029
	2	12,5	87,5	3,7	1,90			
	3	12,5	87,4	3,6	2,00			
VI	1	12,5	87,5	3,6	2,20	0,1856	6,57	1,028
	2	12,5	87,5	3,6	2,18			
	3	12,2	87,8	3,7	2,10			

^{a)} mL NaOH consumidos. ^{b)} g ácido láctico/100 mL

Tabla 2- Valores medios de los parámetros fisicoquímicos obtenidos tras los análisis de las muestras de leche entera de vaca

Día	Extracto seco (%)	Humedad (%)	pH	Acidez (g ácido láctico/100 mL)	Densidad (g/mL)	Grasa (g/ mL)
I	12,5	87,5	6,74	0,1614	1,029	3,57
II	12,3	87,7	6,65	0,1719	1,028	3,43
III	12,5	87,5	6,61	0,1728	1,029	3,63
IV	12,7	87,3	6,64	0,1571	1,029	3,73
V	12,5	87,5	6,65	0,1717	1,029	3,63
VI	12,4	87,6	6,57	0,1856	1,028	3,63
Media	12,5	87,5	6,6	0,2	1,029	3,6

III. Análisis de la fortaleza del cuajo a nivel de laboratorio

Se aplicó en el laboratorio el método de *fortaleza de cuajo* a las seis muestras de leche estudiadas, determinándose la calidad del queso blanco a partir de las características organolépticas del queso y el suero obtenidos. Además, en función de las mismas, se determinó la dosis más adecuada de cuajo líquido artesanal (CLA).

El aspecto fue la característica organoléptica que se tuvo en cuenta en este método a los 15 y 20 min y a las 24 h (tabla 3).

Tabla 3- Observaciones al realizar la prueba de fortaleza del cuajo

Dosis de CLA, mL	Observaciones		
	15 min <i>(corte de cuajada)</i>	20 min <i>(movida de la cuajada)</i>	24 h <i>(prensado, salado y secado del queso)</i>
0,4	Se observó un líquido aun lechoso	No se observa la formación casi de coágulos.	El queso obtenido es de consistencia pastosa y el suero es de color verde oscuro.
0,6	Se observan coágulos muy pequeños y el líquido es lechoso.	Los coágulos son pequeños y el cuajo se torna verde.	El queso obtenido posee mucha humedad y el cuajo es verde claro
0,8	Se observa la separación de la capa k-caseína y la capa de suero. El suero es de color verdoso	Los coágulos tienen la consistencia requerida (masa blanquecina blanda no pastosa) de un tamaño adecuado y el suero es de color verde-amarillo. Al pasar la lira, se corta con facilidad, y no quedan restos adheridos a las cuerdas.	El queso tiene textura firme y es de color blanco. El suero es de color verde-amarillo claro transparente.

El queso blanco debe tener textura firme y color blanco. El suero obtenido debe ser un líquido opalescente, amarillo verdoso debido a su elevado contenido de vitamina B2, que presenta en dilución vitaminas, sales minerales y otra serie de sustancias más o menos conocidas.

Según las observaciones realizadas a través de las pruebas de fortaleza del cuajo se identificó que la dosis más adecuada de cuajo líquido para obtener el queso blanco con la calidad requerida es de 0,8 mL por cada litro de leche.

Viabilidad económica, impacto social y medioambiental.

La producción de cuajo es viable económicamente. En la figura 1 se muestra un esquema donde se refleja el costo necesario para elaborar 1 litro de cuajo líquido artesanal, sin tener en cuenta los costos por concepto de transportación y mano de obra.

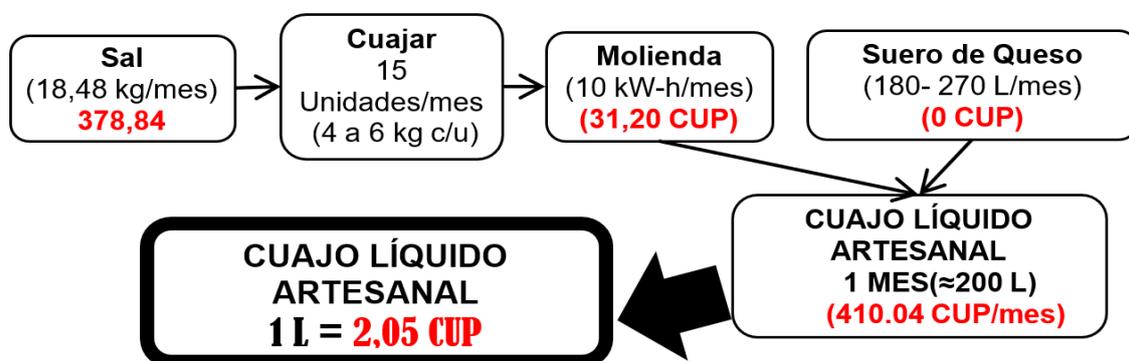


Fig. 1-Costo necesario para elaborar 1 litro de cuajo líquido artesanal

Para producir el cuajo artesanal solo se invertiría en la compra de sal para su elaboración y en el costo de la electricidad de la etapa de molienda del cuajo, ya que la otra materia prima para obtener la pepsina microbiana (rumen de res) se obtuvo sin costo alguno al considerarse un residual de la empresa cárnica del municipio.

Se obtuvo un producto nacional con la calidad requerida a un costo de 2,05 CUP/L para suplir las producciones nacionales, sustituyendo las importaciones del cuajo, pues un frasco de cuajo de 1 L le costaba al país 29,50 USD. Este producto facilitaría la producción de queso al campesino y a la industria, para ofertar a la población un queso blanco con la calidad requerida.

El producto obtenido (cuajo) no daña al medio ambiente. Se elabora de manera natural a partir de dos residuales: el rumen de res (que anteriormente era cremado o desechado) y el suero del queso.

Conclusiones

1. Se obtuvo un cuajo líquido artesanal a partir del cuajar de res, sal y suero de queso.
2. Se caracterizó la leche de vaca en cuanto a contenido de extracto seco, humedad, pH, densidad y grasa; obteniéndose valores medios de 12,5 %; 87,5%; 6,6; 1,029 g/ mL y 3,6 g/mL; respectivamente. Todos los resultados se corresponden con los de la literatura para este tipo de leche.
3. La dosis más adecuada de cuajo artesanal para la elaboración del queso blanco, con la calidad requerida, aplicando el método de fortaleza del cuajo, es de 0,8 mL por cada litro de leche.
4. Con la elaboración de cuajo líquido artesanal se sustituyen las importaciones del mismo, obteniéndose a un precio de 2,05 CUP por litro.

Referencias bibliográficas

1. GUNASEKARAN, Sundaram; AK, M. Mehmet. *Cheese rheology and texture*. CRC press, 2002. ISBN 13:978-1-4200-3194-2
2. RAMÍREZ-LÓPEZ, C.; VÉLEZ-RUIZ, J, F. Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad. *Temas selectos de ingeniería de alimentos*, 2012, **6**(2), p. 131-148. ISSN 0124-8170
3. ALAIS, Charles. *Ciencia de la leche: principios de técnica lechera*. Reverte, 1985. ISBN 84-291-1815-2.
4. MORISON, Ken R. Cheese manufacture as a separation and reaction process. *Journal of food engineering*, 1997, **32**(2), p. 179-198. ISSN 0260-8774.
5. LIU, Xiaofeng, *et al.* Advances in research on calf rennet substitutes and their effects on cheese quality. *Food Research International*, 2021, **149**, p. 110704. ISSN 0963-9969
6. BRITTEN, Michel; GIROUX, Hélène J. Rennet coagulation of heated milk: A review. *International Dairy Journal*, 2022, **124**, p. 105179. ISSN 0958-6946.
7. WARNCKE, Malou; KEIENBURG, Sonja; KULOZIK, Ulrich. Cold-Renneted Milk Powders for Cheese Production: Impact of Casein/Whey Protein Ratio and Heat on the Gelling Behavior of Reconstituted Rennet Gels and on the Survival Rate of Integrated Lactic Acid Bacteria. *Foods*, 2021, **10**(7), p. 1606. DOI 10.3390/foods10071606.
8. ABADA, Emad A. Application of microbial enzymes in the dairy industry. En *Enzymes in food biotechnology*. Academic Press, 2019. p. 61-72. ISBN 9780128132807.
9. Norma NC 448. Especificaciones de calidad. Leche cruda. 2006. 9 p.
10. NC 78-17 Norma Cubana. Leche y sus derivados. Determinación de humedad, 1984.

11. NC-ISO2446. (2003). Leche. Determinación del contenido de materia grasa. Método de rutina. La Habana, Cuba: Comité Estatal de Normalización.
12. NC 119. (2006). Leche. Determinación de densidad. La Habana, Cuba: Comité Estatal de Normalización.
13. NC 71. (2000). Leche. Determinación de acidez. La Habana, Cuba: Comité Estatal de Normalización.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no hay conflictos de intereses

Contribución de los autores

José Ramón Guerrero-Haber: orientación del trabajo, redacción, revisión y corrección del artículo.

Giselle Giralt-Ortega: orientación del trabajo, redacción, revisión y corrección del artículo.

Sorelis Aguilera-Arzuaga: procesamiento de datos.

Kirenía García-Márquez: concepción de la investigación, orientación del trabajo y trabajo experimental.