

Evaluación de coagulante lácteo porcino en la elaboración de queso fresco artesanal

Evaluation of pig rennet in the manufacture of artisan fresh cheese



<https://eqrcode.co/a/UyEMrZ>

Marisney Martínez-Alvarez ¹, Dianis Remón-Díaz ¹, Ariel Ribot-Enríquez ¹, Yamilka Riverón-Alemán ¹, José Zenón Capdevila-Varela ¹, Aldo Hernández-Monzón ², Glenda Caridad Peña-Portillo ³,  Ailin Martínez-Vasallo ^{1*}

¹Laboratorio de Ensayo para el Control de la Calidad de los Alimentos (CENLAC), Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Apartado 10, CP 32 700, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

²Instituto de Farmacia y Alimentos (IFAL), Universidad de La Habana, La Habana, Cuba.

³Instituto de Investigaciones de la Industria Alimenticia (IIIA), La Habana, Cuba.

RESUMEN: El objetivo de esta investigación fue evaluar un coagulante lácteo porcino en la elaboración de queso fresco artesanal. Se elaboraron cinco lotes de quesos con un coagulante porcino y dos lotes con el cuajo comercial NATUREN® (CHR, HANSEN). Se evaluaron los parámetros microbiológicos y se determinó la composición química y los indicadores de eficiencia tecnológica. La evaluación sensorial se realizó a través de una prueba triangular y el análisis descriptivo cuantitativo. Los quesos experimentales no presentaron diferencias significativas con respecto al queso control, en cuanto a los indicadores microbiológicos, la humedad sin materia grasa, la grasa en el extracto seco, la proteína, el rendimiento quesero y el aprovechamiento de los componentes. Se obtuvo el perfil sensorial de los quesos frescos y los jueces analíticos no detectaron diferencias significativas entre ellos. El coagulante lácteo porcino obtenido en el Laboratorio de Ensayo para el Control de la Calidad de los Alimentos (CENLAC) no modificó las características microbiológicas, químicas y sensoriales de los quesos frescos.

Palabras clave: coagulante lácteo, queso fresco artesanal, composición química, calidad microbiológica, evaluación sensorial.

ABSTRACT: This study was aimed at assessing likely pig rennet in the manufacture of artisan fresh cheese. The trial consisted on manufacturing five portions of fresh cheeses with pig rennet as well as two using NATUREN® (CHR. HANSEN) rennet to determine the microbiological indicators, the chemical composition and the indicators of technological efficiency. Sensorial evaluation was obtained by means of the application of the triangular test and the quantitative descriptive analysis. Experimental cheeses did not differ significantly from the control cheese in terms of microbiological indicators, moisture on a fat-free basis, fat in dry matter, protein composition, cheese yield, and use of components. The sensory profile of the fresh cheeses was obtained and the analytical judges determined no significant differences among the samples taken. The pig rennet obtained in the Testing Laboratory for Food Quality Control (CENLAC) did not modify the microbiological, chemical and sensory characteristics of the fresh cheeses.

Key words: rennet, artisan fresh cheese, chemical composition, microbiology quality, sensorial evaluation.

*Autor para la correspondencia: Ailin Martínez Vasallo. E-mail: ailin@censa.edu.cu

Recibido: 15/02/2020

Aceptado: 21/06/2020

INTRODUCCIÓN

La producción mundial de quesos alcanza 18 millones de toneladas anuales y se estima que en los próximos años se incrementa en el 1,4 % (1). En América Latina, la producción de quesos artesanales forma parte de la cultura alimentaria de la mayoría de las personas. Generalmente se elaboran con leche cruda con deficientes condiciones higiénicas y sin control de las autoridades sanitarias (2). En Cuba, la producción de quesos está presente de forma industrial y artesanal. La producción artesanal en el año 2018 fue de 3589 toneladas y se obtuvo, fundamentalmente, por el sector cooperativo y campesino (3).

En la elaboración de quesos por vía enzimática, se emplea tradicionalmente el cuajo. Su principio activo es la enzima proteolítica quimosina. Esta enzima se extrae del cuarto estómago de los terneros lactantes (4). La alta demanda del cuajo a nivel mundial ha provocado la escasez de esta enzima, debido a que su obtención implica el sacrificio de los terneros (5).

En este sentido, en los últimos 20 años se realizaron investigaciones con el objetivo de sustituir el uso del cuajo en la producción de los quesos (5). Existen enzimas coagulantes comerciales de origen vegetal (papaína, ficina y bromelina), animal (pepsina, tripsina, quimotripsina, quimosina) y microbianas (hongos y bacterias), denominadas coagulantes lácteos (6). Estas enzimas, al igual que el cuajo, son capaces de provocar la desestabilización de la micela de caseína con la formación de un gel lácteo en las condiciones habituales empleadas durante la elaboración del queso (7).

Aunque diversas proteasas coagulan la leche, la mayoría tiene especificidad por otros sustratos, por lo que el rendimiento quesero es bajo, o los quesos presentan sabores indeseables (8). El coagulante porcino presenta elevada actividad proteolítica que produce sabores amargos en los quesos madurados (9); sin embargo, en ocasiones esta característica es deseada, como en el queso Pecorino di Farindola, que se elabora con leche cruda de oveja y con coagulante porcino (10). En este sentido, estas enzimas coagulantes deben ser investigadas para determinar sus características y en qué tipo de quesos se pueden emplear.

En Cuba, no existe en el mercado nacional disponibilidad de cuajos comerciales para los productores de quesos artesanales. Por lo general, emplean el estómago de cerdo como agente coagulante, pero la forma en que se prepara no cumple con las Buenas Prácticas de Manufactura y hace que sea una materia prima que carece de inocuidad. Teniendo en cuenta los elementos anteriores, es necesario producir un coagulante lácteo estandarizado a partir de estómagos de cerdos, para brindar a los productores de queso artesanal un producto de bajo costo y contribuir a la obtención de quesos con mejores rendimientos, calidad microbiológica y características sensoriales. Por tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar un coagulante lácteo porcino en la elaboración de queso fresco artesanal.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Laboratorio de Ensayo para el Control de la Calidad de los Alimentos (CENLAC), perteneciente al Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). Para la elaboración de los quesos frescos artesanales se emplearon 20 L de leche por cada lote elaborado. Se tomó en cuenta que la leche fuera de un rebaño libre de brucelosis, tuberculosis y mastitis (clínica y subclínica). A la leche se le determinó el contenido de grasa, proteína, sólidos totales, y sólidos no grasos por espectrofotometría infrarroja, utilizando el equipo MilkoScan-Minor-6A/S Foss Electric, aprobado por la Federación Internacional de Lechería (11). El contenido de caseína se estimó a partir del contenido de proteínas en la leche, mediante el factor 0,78.

Se elaboraron cinco lotes de quesos con el coagulante lácteo porcino obtenido en el CENLAC (queso experimental) y dos lotes de queso con un cuajo líquido comercial (Naturen®/Dinamarca, fuerza de 1:10 000) (queso control). Para la elaboración del queso, la leche fresca se filtró a través de un lienzo y se calentó hasta que alcanzó 35°C. Se adicionó el coagulante y la coagulación se produjo en 20 min. La cuajada se cortó en cubos de 3,0 cm; se agitó por 5 min para favorecer la salida del suero y se dejó en reposo por 10 min. Posteriormente, se extrajo de 30 a

40 % del suero con la ayuda de una malla y un cubo. El salado se realizó de forma directa en la masa quesera y se adicionó sal en grano a razón de 6,0 g/L de leche. La masa quesera se depositó en moldes de acero inoxidable y se realizó un autoprensado durante 30 min por cada lado. Los quesos al salir del molde se empaquetaron en bolsas de polietileno y se conservaron a $4 \pm 1^\circ\text{C}$.

Para los análisis microbiológicos se pesaron 10 g de queso fresco. Posteriormente, se les adicionó 90 mL de la solución salina peptonada y se homogenizó en el StomacherSeward®. Los ensayos realizados fueron el conteo de microorganismos a 30°C en agar para conteo en placa (BIOCEN®, Cuba) (12), el conteo de coliformes totales en agar violeta rojo bilis (BIOCEN®, Cuba) (13), el conteo de *Escherichia coli* en agar TBX (Biolife Italiana®, Italia) (14), el conteo de Enterobacterias en agar violeta rojo bilis glucosa (Biolife Italiana®, Italia) (15), el conteo de *Staphylococcus* coagulasa positivo en agar Baird Parker (Biolife Italiana®, Italia) (16) y el conteo de hongos y levaduras en agar extracto de levadura dextrosa cloranfenicol (Biolife Italiana®, Italia) (17).

A los quesos elaborados se le determinó la humedad (18), el contenido de grasa (19) y la proteína, por el método Kjeldhal (20). La humedad sin materia grasa, la grasa en el extracto seco, el rendimiento quesero y el aprovechamiento de los componentes se calcularon mediante las expresiones siguientes:

Humedad sin materia grasa:

$$HSMG = \left(\frac{\text{Humedad}}{100 - \text{Grasa}(\%)} \right) * 100$$

HSMG - humedad sin materia grasa en el queso (%)

Grasa en extracto seco:

$$Ges = \left(\frac{\text{Grasa}(\%)}{\text{Sólidos Totales}(\%)} \right) * 100$$

Ges - grasa en extracto seco en el queso (%)

Rendimiento quesero:

$$Rq = \frac{Mq}{Ml} * 100$$

Rq - Rendimiento quesero (%)

Aprovechamiento de componentes:

$$EX(\%) = \frac{Mq * Xq}{Ml * XI} * 100$$

Ex - Aprovechamiento de componentes o eficiencia de recobrado (%)

Xq - composición de sólidos totales, grasa o proteína en el queso (%)

XI - composición de sólidos totales, grasa o caseína en la leche (%)

Mq - masa de queso (kg)

Ml - masa de leche (kg)

Los quesos se evaluaron por seis jueces para comprobar si el coagulante lácteo porcino modificaba las características organolépticas del queso fresco. Las muestras se cortaron en cubos de 2,0 cm de lado y las mediciones se efectuaron entre 10 y 12°C . Se realizó la prueba triangular y el análisis cuantitativo descriptivo. Las muestras de los quesos fueron seleccionadas y degustadas en una sala de cata que reunía las condiciones requeridas (21).

La prueba triangular consistió en presentar a cada panelista tres muestras de queso fresco (queso control y queso experimental), de las cuales dos eran iguales, para identificar la que fuera diferente. El orden de presentación de las muestras se repitió cinco veces en cada panel (Tabla 1). Cada panelista evaluó, de izquierda a derecha, las muestras presentadas.

Tabla 1. Orden de presentación de muestras en prueba triangular. / *Order of presentation of samples in triangular test.*

Número de panelistas	Orden de presentación		
	Primero	Segundo	Tercero
1	A	A	B
2	A	B	A
3	B	A	A
4	B	B	A
5	B	A	B
6	A	B	B

Para el análisis descriptivo cuantitativo, los jueces generaron el máximo número de descriptores referidos a las propiedades sensoriales, con el objetivo de obtener una

impresión global de las muestras a través del método de asociación controlada. La eliminación de los términos se efectuó en discusión abierta con los jueces siguiendo los criterios reflejados en la norma cubana correspondiente (22). Los descriptores finales se evaluaron en una escala estructurada de 10,0 cm de longitud acotada en ambos extremos con intensidad creciente del descriptor de izquierda a derecha, tal como indica el método de análisis descriptivo cuantitativo descrito (23).

El procesamiento estadístico de los resultados se realizó mediante el análisis de varianza simple (SC tipo III) y una dócima de comparación de rangos múltiples de Duncan (24).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido de grasa, proteína, sólidos totales y sólidos no grasos de las leches empleadas para la elaboración del queso fresco cumple con los indicadores mínimos de calidad establecidos en la norma cubana NC 448 (25) (Tabla 2).

Estos resultados de composición evidenciaron que la leche empleada presentó una buena calidad composicional para la elaboración de quesos. La caseína es el componente de la leche que presenta mayor influencia positiva en el rendimiento quesero en la media calculada, lo cual coincide con los valores entre 2,5-2,8 g % descrito por O'Kennedy (26). Guinee y O'Brien (27) demostraron el efecto de la composición química de la leche sobre la aptitud quesera, principalmente la concentración de las proteínas. El contenido de la grasa en la leche es indispensable en la elaboración de los quesos, debido a que se ha demostrado que existen correlaciones positivas con el contenido de proteína y caseínas. Esta correlación positiva ocasiona un incremento en el rendimiento quesero por aumento en la capacidad de retención

de agua y mejora las características organolépticas del queso (28).

Por su parte, la relación grasa/caseína obtenida en este estudio estuvo en correspondencia con el intervalo (1,33 a 1,45) descrito por Villegas (29), en la elaboración del queso fresco artesanal con leche entera en Ecuador. La relación grasa/caseína en la leche influye sobre el contenido de la grasa en el extracto seco que se espera alcanzar en el queso (29). Con el valor obtenido en este estudio se pueden obtener quesos con un contenido de grasa en el extracto seco superiores al 45 %, correspondiente a la relación grasa/caseína de 1,25; según lo especificado por la FAO (30).

Los recuentos de los microorganismos a 30°C, coliformes, *Escherichia coli* (*E. coli*), *Staphylococcus* coagulasa positivo (*Staph*), Enterobacterias (Entero), hongos y levaduras (H y L) evaluados después de elaborados los quesos experimental y control se presentan en la Tabla 3.

Entre el queso experimental y el queso control, los valores de los datos obtenidos para los conteos de los microorganismos indicadores de la calidad higiénico-sanitaria no mostraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) para el recuento de los microorganismos a 30°C, coliformes totales, *Escherichia coli*, *Staphylococcus* coagulasa positivo, Enterobacterias, hongos y levaduras.

El conteo de los microorganismos a 30°C para ambos quesos no fue superior a 5 log ufc/g. Este resultado fue similar al obtenido por Martínez (31) luego de aplicadas las medidas de Buenas Prácticas de Manufactura por los productores de quesos artesanales. Según este autor, cuando los conteos de los microorganismos indicadores son superiores a 5 log ufc/g, las condiciones higiénicas para la obtención de la leche y la elaboración de los quesos son deficientes.

Tabla 2. Composición de la leche utilizada para la elaboración de queso y la relación grasa-caseína (n=6). / *Composition of milk used for cheese making and fat-casein ratio (n=6).*

	Grasa	Proteína	Sólidos totales	Sólidos no grasos	Caseína estimada	Grasa/caseína
	(%)					
Valor medio (DE)	3,73 (0,34)	3,42 (0,24)	12,84 (0,53)	9,12 (0,17)	2,67 (0,19)	1,40
NC 448: 2006	3,20 Min	2,90 Min	11,40 Min	8,20 Min	No se refiere	No se refiere

Leyenda: DE: Desviación estándar

Tabla 3. Resultados de los indicadores microbiológicos obtenidos en los quesos elaborados. / *Results of the microbiological indicators obtained in processed cheeses.*

Indicadores	Queso experimental (DE)	Queso control (DE)
mo a 30°C (log ufc/g)	5,27 ^a (1,15)	5,39 ^a (0,82)
Coliformes (log ufc/g)	3,18 ^a (1,02)	3,84 ^a (1,50)
<i>E. coli</i> (log ufc/g)	1,75 ^a (1,35)	1,73 ^a (1,64)
<i>Staph</i> (log ufc/g)	2,89 ^a (1,22)	2,01 ^a (1,52)
Entero (log ufc/g)	3,73 ^a (1,02)	3,02 ^a (1,28)
H y L (log ufc/g)	2,45 ^a (1,96)	2,00 ^a (1,83)

Letras iguales indican que no existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Leyenda: DE: Desviación estándar

Los recuentos de coliformes totales en los quesos elaborados con leche cruda y destinados para el consumo humano no deben ser superiores a 3 log ufc/g (32). Los conteos obtenidos para este indicador se correspondieron a lo descrito anteriormente y fueron inferiores a los informados por Quintana (33). Este autor obtuvo elevados conteos de coliformes en las seis provincias estudiadas.

Quintana (33) obtuvo conteos de Enterobacterias y *Escherichia coli* de 5 y 4 log ufc/g, respectivamente, en las muestras de los quesos frescos artesanales evaluadas. Los recuentos de coliformes totales, enterobacterias y *Escherichia coli* muestran problemas sanitarios, porque son indicadores de la contaminación fecal (34). Los resultados de este estudio son inferiores a los planteados por Quintana (33); esto pudiera deberse al salado de la cuajada. La sal contribuyó a reducir la carga bacteriana, ya que constituye un preservante para los alimentos. El salado también evitó la sobrevivencia de un mayor conteo de coliformes, específicamente *Escherichia coli*, que es una bacteria intolerante a concentraciones altas de sal (35).

La presencia de *Staphylococcus* coagulasa positivo en los quesos se debe al empleo de una leche con prevalencia del microorganismo, a la contaminación cruzada y a las incorrectas Prácticas de Manufactura (36). Los recuentos obtenidos en esta investigación fueron superiores a los informados por Martínez *et al.* (37) al evaluar los quesos artesanales después de aplicar las medidas de Buenas Prácticas de Manufactura.

Los hongos filamentosos y las levaduras viables son indicadores de contaminación ambiental (37). Los conteos obtenidos en este

estudio fueron inferiores a los informados por Martínez (31) al evaluar los quesos frescos artesanales de seis provincias de Cuba. Esto pudiera deberse a que no existió un alto nivel de contaminación donde fueron elaborados los quesos de este estudio.

Signorini *et al.* (38) refirieron que la elaboración artesanal constituye un riesgo para la salud de los consumidores. Esto se debe a que este modo de elaboración incluye la manipulación manual directa de la materia prima; hecho que favorece la diseminación y la proliferación de los microorganismos contaminantes y de las bacterias patógenas.

Sin embargo, Cuba no cuenta con los requisitos microbiológicos para los quesos frescos artesanales. La norma cubana de criterios microbiológicos para los productos alimenticios (39) no incluye a este alimento como uno de los productos a controlar, pues solo hace referencia a los quesos producidos con la leche tratada térmicamente. Estos quesos artesanales deberían reconocerse en las normativas cubanas como un producto alimenticio y no solo como una materia prima de la industria alimentaria.

Los valores medios de la composición química del queso experimental y el queso control se pueden observar en la [Tabla 4](#).

Los valores de los indicadores químicos de los quesos (humedad, grasa, proteína) no mostraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre las medias por efecto del tipo de coagulante utilizado. Los valores de humedad obtenidos en esta investigación estuvieron en correspondencia con lo que plantea la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO) para quesos frescos (50 a 60 %) (40). Estos resultados fueron

Tabla 4. Composición química del queso experimental y el queso control. / *Chemical composition of the experimental cheese and the control cheese.*

Quesos	Indicadores químicos		
	Humedad (%) (DE)	Grasa (%) (DE)	Proteína (%) (DE)
Experimental	56,82 ^a (1,27)	25,06 ^a (2,58)	17,50 ^a (1,41)
Control	57,50 ^a (0,90)	26,30 ^a (0,35)	17,70 ^a (0,25)

Letras iguales indican que no existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Leyenda: DE: Desviación estándar

similares a los informados por Rivera (41), que demostró que el contenido de humedad de los quesos frescos elaborados con diferentes cuajos no presentó diferencias significativas. Esta coincidencia pudiera explicarse por la influencia del proceso tecnológico (el desuerado, el prensado y el moldeo del queso) (41). En este sentido, se puede inferir que las enzimas coagulantes que se emplean para obtener el queso no influyen sobre la humedad del producto final.

Los valores del contenido de grasa en el queso experimental y en el queso control (Tabla 3) fueron similares a los resultados informados por Martínez (31), quien realizó una evaluación de los quesos frescos producidos por el sector campesino en seis provincias de Cuba. La composición química de la leche que se emplea para la elaboración de los quesos influye sobre la composición química del producto final (41). En esta investigación no se realizó el descreme de la leche, debido a que se obtuvieron los quesos de manera artesanal, lo cual explica los valores del contenido de la grasa obtenidos. Estos resultados fueron superiores a los informados por Maigua (42), quien obtuvo valores de 23,90 y 24,35 % de grasa, respectivamente, al elaborar quesos frescos con enzimas coagulantes provenientes de los estómagos de conejo joven y adulto.

Los valores medios del contenido de proteína obtenidos para ambos quesos elaborados coinciden con los resultados informados por Rivera (43), quien empleó cuajo deshidratado y macerado de bovino, ovino y cuy en la elaboración de los quesos frescos. Estos resultados similares pudieran deberse a que los cuajos con alta actividad proteolítica provocan una transformación más rápida e intensa de las proteínas presentes en la leche. El empleo de cuajos provenientes de los estómagos de animales presenta un contenido de proteasas

capaces de producir una cuajada más suave y cremosa (44).

Sin embargo, en un estudio sobre los quesos frescos con empleo de las enzimas coagulantes del estómago de conejo, Maigua (43) obtuvo valores inferiores a 17,50 y 17,70 % del contenido de proteína. Esta diferencia pudiera deberse a que el contenido de proteína del queso depende de la efectividad del cuajo. Este, a su vez, está influenciado por la temperatura, la concentración de calcio y la acidez que se produce durante la coagulación (41).

La humedad sin materia grasa (HSMG) y la grasa en el extracto seco (Ges) constituyen los indicadores de la composición para la clasificación de los quesos. Los valores medios obtenidos para estos indicadores se representan en la Tabla 5.

Tabla 5. Indicadores de composición para la clasificación de los quesos. / *Composition indicators for the classification of cheeses.*

Quesos	Indicadores de composición	
	HSMG (%) (DE)	Ges (%) (DE)
Experimental	75,88 ^a (2,64)	58,04 ^a (5,75)
Control	78,01 ^a (0,84)	61,82 ^a (0,47)

Letras iguales indican que no existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Leyenda: DE: Desviación estándar

Los valores de los indicadores de composición no mostraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre las medias por efecto del tipo de coagulante utilizado (Tabla 4). Tanto el queso experimental como el queso control se clasificaron como blandos, según el Codex Alimentario (45). Los valores promedios de la humedad sin materia grasa para el queso experimental y el queso control fueron superiores a los informados por

Villegas *et al.* (46), en un estudio realizado en Ecuador. En dicha investigación el autor refirió obtener valores de 70,22 % durante la optimización del proceso tecnológico de la elaboración del queso fresco artesanal (29). Ballesta (47) evaluó el comportamiento del cuajo microbiano y el cuajo bovino, donde obtuvo valores de la humedad sin materia grasa en un rango comprendido entre 64,63 % a 71,53 %. Los valores de humedad sin materia grasa de este estudio son superiores a los informados por Ballesta (47). Estas diferencias podrían explicarse debido a que los orígenes de las leches empleadas para la elaboración del queso en estos estudios fueron diferentes, y por tanto la composición química varió.

Cuando se emplea leche entera en la elaboración de quesos se espera un contenido de grasa en el extracto seco superior al 45 % (44). Los resultados obtenidos se correspondieron con lo esperado según el tipo de leche (leche entera) y la relación grasa/caseína que presentó la materia prima que se empleó en la elaboración de los quesos. Los valores medios de la grasa en el extracto seco obtenidos fueron superiores a los obtenidos por Ballesta (47), quien evaluó la calidad del queso elaborado con el cuajo microbiano y el cuajo animal y no obtuvo diferencias entre ellos.

Los indicadores de eficiencia tecnológica para los quesos experimentales y para el control se muestran en la [Tabla 6](#).

Los valores de los indicadores medios de la eficiencia tecnológica no mostraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre las medias, por efecto del tipo de coagulante utilizado. El rendimiento quesero en ambos productos elaborados estuvo en correspondencia a lo

descrito para quesos frescos (48); asimismo, los valores de rendimiento obtenidos fueron similares a los del queso blanco campesino colombiano obtenido por Vásquez *et al.* (48), que tuvo un rendimiento medio entre 11,6 a 13 %.

Sin embargo, los rendimientos queseros obtenidos en este estudio fueron inferiores a los publicados por Maigua (43), quien, al emplear cuajo de estómagos de conejo adulto y joven en la elaboración de quesos frescos, no obtuvo diferencias con respecto al cuajo comercial. Esto pudiera estar relacionado con que el rendimiento quesero es la suma del contenido de la materia grasa, las proteínas y otros componentes; además del agua transferida desde la leche al queso durante el proceso de producción, y todo esto varía entre cada queso elaborado (49).

Con respecto a los valores de aprovechamientos de los componentes obtenidos en esta investigación, fueron similares a los descritos por Villegas (29), luego de la optimización del proceso tecnológico de elaboración del queso fresco. En este estudio se alcanzó un alto porcentaje de aprovechamiento de la proteína, que implica que queda atrapada mayor cantidad de la grasa en el coágulo quesero. Esto justificó el resultado de un alto porcentaje de aprovechamiento de la grasa, debido a que la caseína conforma el gel reticular del coágulo quesero donde queda ocluida la grasa (29).

Las buenas prácticas fueron compartidas luego de la explicación lógica de porqué era necesario cada uno de los requisitos que se exigían. Se comprobó la aspiración de mejorar y elaborar los quesos en mejores condiciones higiénicas. Se hicieron los primeros intentos para la estandarización de las operaciones, aunque el trabajo es insuficiente porque debe lograrse que

Tabla 6. Indicadores medios de la eficiencia tecnológica para el queso experimental y el queso control. / *Average indicators of technological efficiency for experimental cheese and the control cheese.*

Indicadores	Queso Experimental (DE)	Queso Control (DE)
Rendimiento(%)	13,00 ^a (0,87)	12,50 ^a (0,00)
Aprovechamiento de proteína (%)	70,05 ^a (0,17)	69,63 ^a (0,15)
Aprovechamiento de sólidos totales (%)	45,05 ^a (0,14)	44,22 ^a (0,20)
Aprovechamiento de grasa (%)	93,34 ^a (0,12)	92,81 ^a (0,19)

Letras iguales indican que no existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Leyenda: DE: Desviación estándar

sea sostenible en el tiempo. En este sentido, un aspecto a alcanzar es conseguir que estos productores sean capaces de elaborar su propia sustancia coagulante y no depender de los insumos de la industria que muchas veces no está accesible.

Por otra parte, según la prueba triangular realizada por el panel de evaluación sensorial, no se detectaron diferencias entre los quesos experimental y control. Se obtuvieron los descriptores finales generados por los jueces analíticos para el queso fresco, luego de la eliminación de algunos de los descriptores por ser similares, según se establece en la norma cubana (22). Estos resultados se presentan en la Tabla 7.

Luego de obtener los descriptores para los quesos frescos, los jueces realizaron la evaluación correspondiente a cada queso elaborado. El perfil cuantitativo descriptivo del queso experimental y del queso control se muestran en la Figura 1.

Para ambos quesos (experimental y control), la característica aspecto, mostró un color amarillo y una humedad moderada, con alta intensidad en el brillo. El olor se caracterizó a un producto lácteo fresco de intensidad alta. En el sabor resaltó la intensidad a la cuajada de un queso fresco, de salinidad baja y sin presencia de la acidez y el amargor. En la característica textura, la firmeza al corte fue alta, poco adhesivo y cohesivo (Fig. 1).

La puntuación obtenida en la característica acidez y salinidad coincide con la obtenida por Villegas (29). Los atributos del sabor lácteo, la dureza y la firmeza al corte, también resultaron similares. Este autor realizó un análisis del perfil sensorial del queso fresco ecuatoriano luego de haber optimizado los parámetros tecnológicos (29).

En general, los quesos elaborados en este estudio pueden catalogarse de balanceado en cuanto a sus características sensoriales, las cuales se correspondieron con las de un queso fresco,

Tabla 7. Descriptores generados por los jueces analíticos para quesos frescos. / *Descriptors generated by analytical judges for fresh cheeses.*

Atributo	Aspecto	Olor	Sabor	Textura
Descriptores	Color amarillo claro, Húmedo, Brillo	Nota láctea	Salinidad, Sabor lácteo fresco, Dulzor, Acidez, Amargor	Cohesivo, Adhesivo, Firme, Blando

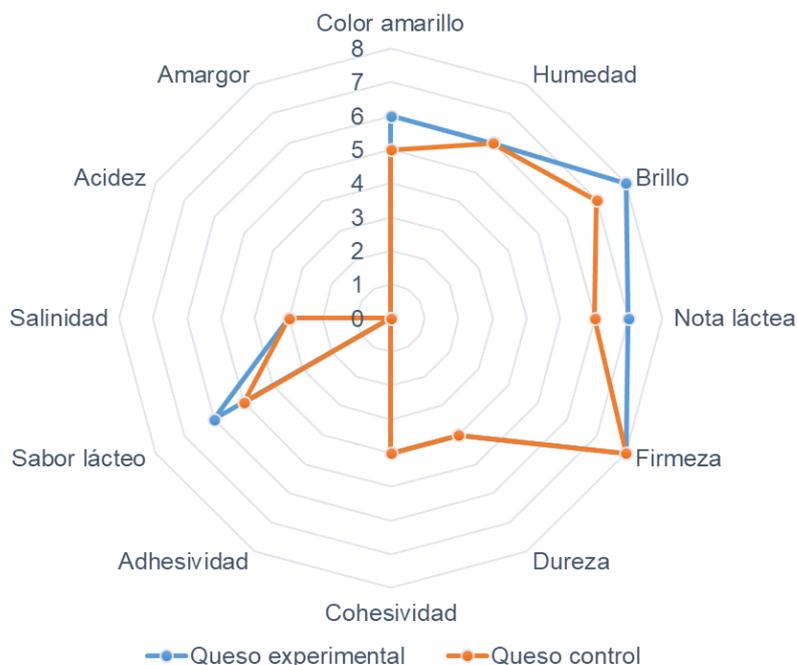


Figura 1. Perfil descriptivo cuantitativo para el queso experimental y el queso control. / *Quantitative descriptive profile for experimental cheese and the control cheese.*

según lo descrito por Villegas (29). Los atributos sensoriales del queso fresco experimental presentaron semejanzas con el queso elaborado con el cuajo comercial. Se puede inferir que el coagulante porcino no modificó las características sensoriales del queso fresco. Para lograr la sustitución de importaciones y la reducción de la dependencia de los mercados externos, se deriva la necesidad de diversificar los coagulantes lácteos y su comercialización en Cuba para este sector productivo.

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta que los resultados de los indicadores microbiológicos, la composición química, los indicadores de eficiencia tecnológica y la evaluación sensorial del queso experimental y del queso control no presentaron diferencias, se puede plantear que el coagulante porcino puede ser utilizado en la elaboración del queso fresco artesanal con resultados similares al queso producido con el cuajo comercial.

REFERENCIAS

1. OCDE-FAO. Perspectivas Agrícolas 2014-2023. ISBN 978-92-5-308398-5. 2017. OCDE-FAO: 218-228.
2. Domínguez-López A, Villanueva-Carvajal A, Arriaga-Jordán CM, Espinoza-Ortega A. Alimentos artesanales y tradicionales: el queso Oaxaca como un caso de estudio del Centro de México. Estudios sociales (Hermosillo, Son.). 2011;19(38):165-193.
3. GEIA. Ministerio de la Industria Alimentaria (MINAL). Instrucción 03 del Grupo Empresarial de la Industria Alimentaria. 2019.
4. Ruiz M. El cuajo una sustancia mágica. Disponible en <http://raizyparamodeguzman.es/cuajo-sustancia-magica-queso/>. 2014.
5. Osorio A, Gómez N, Sánchez C. Evaluación de diferentes fuentes de carbono y de nitrógeno para la producción de renina a partir del moho *Mucor miehei*. Rev Fac Ing Univ Antioquia; 2008;45:77-26.
6. Orden de 14 de enero de 1988 por la que se aprueba la norma general de identidad y pureza para el cuajo y otras enzimas coagulantes de leche destinados al mercado interior. Boletín Oficial de España (BOE). 2014.
7. Chaparro SP, Lara AE, Sandoval A, Sosa SJ, Martínez JJ, Gil González JH. Functional Characterization of Mango Seeds Kernel (*Mangifera indica* L.). Cienc. en Desarro. 2015; 6(1):67-75.
8. Kozelková M, Jůzl M, Lužová T, Šustová K, Bubeníčková A. Changes of quality of rennets during storing. Acta Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendelianae Brunensis. 2014;60(6):189-196.
9. Fooker JM, Taboada G. Influencia de la quimosina producida por fermentación de segunda generación sobre el rendimiento, la textura y el sabor de los quesos. 2016:pp. 20-25. Disponible en: <http://publitec.com.ar/contenido/objetos/Influenciadelaquimosina.pdf>
10. Tofalo R, Schirone M, Fasoli G, Perpetuini G, Patrignani F, Manetta AC, et al. Influence of pig rennet on proteolysis, organic acids content and microbiota of Pecorino di Farindola, a traditional Italian ewe's raw milk cheese. Food Chemistry. 2015;175:121-127.
11. FIL/IDF-141C. [International Standardization Organization]. Whole milk. Determination of milk fat, protein and lactose content. Guide for the operation of mid-infra-red instruments. 2000.
12. ISO 4833. Microbiología de los alimentos de consumo humano y animal- Guía general para la enumeración de microorganismos. Técnica de conteo de colonias a 30 °C, 2011.
13. ISO 4832. Microbiology of food and animal feeding Stuffs-Horizontal method for the enumeration of coliforms. Colony-count technique. 2006.
14. ISO 16649-2. Microbiology of food and animal feeding Stuffs-Horizontal method for the enumeration of a-glucuronidase-positive *Escherichia coli*-Part 2: Colony-count technique at 44 °C using 5-bromo-4-chloro-3-indolyl a-D-glucuronide. 2001.
15. ISO 21528-2. Microbiology of the food chain - Horizontal method for the detection and enumeration of Enterobacteriaceae -- Part 2: Colony-count technique. 2017.
16. ISO 6888-1. Microbiology of food and animal feeding Stuffs-Horizontal method for

- the enumeration of coagulase-positive staphylococci (*Staphylococcus aureus* and other species). Part 1: Technique using Agar Baird Parker medium. 2003.
17. ISO 21527-2. Microbiology of food and animal feeding Stuffs-Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds-Part 2: Colony count technique in products with water activity less than or equal to 0,95.9p. 2008.
 18. NC 78-17. Leche y sus derivados. Quesos. Determinación de la humedad.1984.
 19. ISO 488 (IDF 105:2008). Milk. Determination of fat content. Gerber butyrometers, 2008.
 20. ISO 8968-1 (IDF 20-1:2014) Milk and milk products. Determination of nitrogen content. Part 1: Kjeldahl principle and crude protein calculatio.2014.
 21. NC-ISO-8589. Directiva general para el diseño de los locales de evaluación. La Habana: Oficina Nacional de Normalización.2010.
 22. NC-ISO-11035. Análisis sensorial. Identificación y selección de descriptores para establecer un perfil sensorial por aproximación multidimensional. La Habana: Oficina Nacional de Normalización. 2015.
 23. Duarte, C. Métodos objetivos para el control de la calidad sensorial. *Revista Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 2013;2(23):12-17.
 24. Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW. InfoStat versión 2010. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. 2010.
 25. NC 448. Leche cruda. Especificaciones de calidad. 2006.
 26. O'Kennedy B. Handbook of Food Protein. Caseins. *Science Direct*. 2011:13-29. <https://doi.org/10.1533/9780857093639.13>
 27. Guinee T, O'Brien B. The Quality of Milk for Cheese Manufacture. *Technology of Cheesemakin*. 2010;67(1).
 28. Comin A, Cassandro M, Chessa S. Effects of Composite beta-and kappa-Casein Genotypes on Milk Coagulation, Quality, and Yield Traits in Italian Holstein Cows. *J. Dairy Science*.2008;91(10):4022-4027.
 29. Villegas NR. Diseño de un sistema tecnológico integrado y estandarizado para producir queso fresco artesanal con máximo aprovechamiento de componentes de la leche [Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias de los Alimentos], Universidad de La Habana.2017.
 30. FAO/OMS. Codex Alimentarius: Leche y productos lácteos. Roma, Italia: Organización Mundial de la Salud y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2011.
 31. Martínez A. Calidad higiénico-sanitaria de quesos frescos artesanales producidos en seis provincias de Cuba. San José de las Lajas. [Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias veterinarias] Universidad Agraria de La Habana. 2015.
 32. Vidal M, Mosquera G, Rondeau R, Crujeira Y. Habilitación de tambos y queserías artesanales. Uruguay. Proyecto Desarrollo Empresarial de los Queseros Artesanales y Mejora de su Potencial para la Exportación OEA / SEDI / AICD: 82, 2009.
 33. Quintana D. Estrategia para el control de los peligros bacterianos presentes en quesos frescos artesanales en seis provincias de Cuba. [Tesis presentada en opción al título de Máster en Higiene Veterinaria de los Alimentos]. Mayabeque, Cuba, 2016.
 34. Rosengren Å, Fabricius A, Guss B, Sylvén S, Lindqvist R. Occurrence of foodborne pathogens and characterization of *Staphylococcus aureus* in cheese produced on farm-dairies. *International J Food Microbiol*. 2010;144(2):63-269.
 35. Feo S. Las siete C de la quesería. *Editorial Pueblo y Educación*. 35.pp. 2000.
 36. Hummerjohann J, Naskova J, Baumgartner A, Graber H. Enterotoxin producing *Staphylococcus aureus* genotype B as a major contaminant in Swiss raw milk cheese. *J Dairy Sci*. 2014;97(3):305-1312.
 37. Psoni L, Tzanetakis N, Litopoulou E. Microbiological characteristics of Batzos, a traditional Greek cheese from raw goat's milk. *Food Microbiol*. 2003;20(5):575-582.

38. Signorini M, Sequeira G, Bonazza J, Dalla R, Martí L, Frizzo L, Rosmini M. Utilización de microorganismos marcadores para la evaluación de las condiciones higiénico-sanitarias en la producción primaria de leche. *Rev Cient (Maracaibo)*. 2008;18:15-19.
39. NC 585. Norma Cubana. Contaminantes microbiológicos en Alimentos-Requisitos sanitarios. 2017.
40. Martínez A, Villoch C, Montes de Oca N, Armenteros A, Riveron Y, Ribot A. Aplicación de buenas prácticas de manufactura en la producción de quesos frescos artesanales. *Convención Internacional de Calidad*. La Habana. 2016.
41. FAO. United Nations Food and Agricultural Organization. 2000. FAO agricultural data bases are obtainable on the world wide web: <http://www.fao.org>.
42. Maigua AM. Evaluación de enzimas coagulantes del estómago de conejo en la elaboración de queso fresco. (Trabajo de titulación previo a la obtención del título de: Ingeniera Zootecnista). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2017.
43. Rivera V. Evaluación de distintos cuajos naturales y procesados (Bovinos, Ovinos y Cuy) para la realización de queso fresco. [Tesis de Grado]. Riobamba, Ecuador, 2012.
44. Salguero J. Influence of vegetal and animal rennet on proteolysis during ripening in ewes, milk cheese. *Food Chemistry*. 2009:177-183.
45. CODEX-STAN-283-4 Norma General para el Queso. Comisión del Codex Alimentarius. Norma General para el Queso. 2013.
46. Villegas NR, Hernández A, Díaz-Abreu JA. Nuevo sistema tecnológico para producción artesanal de queso fresco con máximo aprovechamiento de componentes de la leche. *Tecnología Química*. 2018;38(3):530-541.
47. Ballesta I. Evaluación de la calidad del queso costeño elaborado con diferentes tipos de cuajo (animal y microbiano) y la adición o no de cultivos lácticos (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* y *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*). Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín; 2014.
48. Vásquez J, Novoa C, Carulla J. Efecto del recuento de células somáticas sobre la aptitud quesera de la leche y la calidad fisicoquímica y sensorial del queso campesino. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*. 2014;61(2):171-185.
49. Monsalve J, Gonzales D. Elaboración de un queso. *Revista Científica*. 2005. pp. 543-550.

Contribución de los autores: Marisney Martinez-Alvarez: escribió la publicación, realizó el análisis estadístico y participó en la ejecución de los experimentos. Dianis Remón-Díaz: participó en los análisis microbiológicos. Ariel Ribot-Enríque: realizó los ensayos químicos. Yamilka Riverón-Alemán: contribuyó en los análisis microbiológicos. José Zenón Capdevila-Varela: contribuyó con la obtención del coagulante lácteo porcino. Aldo Hernández-Monzón: realizó el diseño del experimento y revisión del artículo. Glenda Caridad Peña-Portillo: realizó la evaluación sensorial de los quesos. Ailin Martínez-Vasallo: contribuyó con el diseño de los experimentos y realizó la revisión del documento.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)