

Efecto de lactasa y cloruro de calcio en las propiedades físicas, químicas y sensoriales del queso crema deslactosado Zamorano

**Mónica Alejandra Quezada Orozco
Wladimir Andrés Bernys Karolys**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2015

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Efecto de lactasa y cloruro de calcio en las propiedades físicas, químicas y sensoriales del queso crema deslactosado Zamorano

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingenieros en Agroindustria Alimentaria en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Mónica Alejandra Quezada Orozco
Wladimir Andrés Bernys Karolys

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2015

Efecto de lactasa y cloruro de calcio en las propiedades físicas, químicas y sensoriales del queso crema deslactosado Zamorano

Presentado por:

Mónica Alejandra Quezada Orozco
Wladimir Andrés Bernys Karolys

Aprobado:

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Asesor Principal

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Director
Departamento de Agroindustria
Alimentaria

Juan Ruano, D.Sc.
Asesor

Raúl H. Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Efecto de lactasa y cloruro de calcio en las propiedades físicas, químicas y sensoriales del queso crema deslactosado Zamorano

Mónica Alejandra Quezada Orozco
Wladimir Andrés Bernys Karolys

Resumen: La intolerancia a la lactosa (principal azúcar de la leche) limita a las personas a consumir productos lácteos. Se evaluaron los efectos de la adición de lactasa y cloruro de calcio (CaCl_2) en la formulación de queso crema deslactosado. Se usó un diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo factorial, con tres niveles de lactasa (1.5, 2.0 o 2.5 mL/L de leche) y dos niveles de CaCl_2 (20 o 25 mL/100 L de leche) y se compararon con un control (sin lactasa con 20 mL de CaCl_2), en medidas repetidas en el tiempo a 0, 10 y 20 días, y tres repeticiones. Se realizó un perfil de azúcares a leche deslactosada usando HPLC para comprobar la hidrólisis de la lactosa. Se evaluó color, textura, grasa, pH, ATECAL, purga, rendimiento y coliformes totales en el queso. Se analizó sensorialmente la aceptación y se buscó diferencia entre los dos tratamientos mejor evaluados con una prueba de triángulo. La grasa y la acidez aumentaron a los 10 y 20 días en la mayoría de tratamientos. La aceptación general, textura y pH disminuyeron a través del tiempo. Existió más purga en los tratamientos con 25 mL de CaCl_2 a los 20 días. Los panelistas no detectaron diferencias entre los dos mejores tratamientos (control y queso deslactosado). El rendimiento del queso deslactosado con mayor aceptación fue de 11.55% y su costo variable fue de L. 43.46 (USD 1.97) en una presentación de 440 g.

Palabras clave: Enzima, hidrólisis enzimática, lactosa, intolerancia a la lactosa, promedios acumulados.

Abstract: Lactose intolerance (milk main sugar) restrict dairy products consumption. The effect of addition of lactase and calcium chloride (CaCl_2) in the lactose-free “queso crema” cheese formula was evaluated. A Randomized Complete Block Design was used, with three lactase levels (1.5, 2.0 o 2.5 mL/L of milk) and two CaCl_2 levels (20 o 25 mL/100 L of milk) and compared to a control treatment (without lactase with 20 mL de CaCl_2), in three repeated measures on time to 0, 10 and 20 days, analyzed in triplicate. A sugar profile was performed to lactase treated milks using HPLC to verify lactose hydrolysis. Color, texture, fat, pH, acidity, syneresis, yield and coliforms count were evaluated on cheese. Acceptance was sensory analyzed and a triangle-test between the two better graded treatments was performed. Fat and acidity raise at day 10 and 20 in most of the treatments. General acceptance, texture and pH decreased through time. Non-trained panelist could not detect differences between triangle tested treatments (control and lactose-free cheese). The lactose-free cheese with better acceptance yielded 11.55% over milk and had a variable cost of L. 43.46 (USD 1.97) in a 440 grams presentation.

Key words: Cumulated averages, enzyme, enzymatic hydrolysis, lactose, lactose intolerance.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iii
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	9
4. CONCLUSIONES	22
5. RECOMENDACIONES	23
6. LITERATURA CITADA.....	24
7. ANEXOS	28

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Arreglo de los tratamientos.	3
2. Formulación de queso crema deslactosado.	4
3. Análisis de azúcares por HPLC en leche deslactosada.	9
4. Análisis de la evaluación sensorial de color, aroma, textura, sabor y dulzura en el queso crema deslactosado.....	10
5. Análisis de la evaluación sensorial de acidez en el queso crema deslactosado.....	11
6. Análisis de la evaluación sensorial de aceptación en el queso crema deslactosado.	12
7. Prueba de Chi Cuadrado.....	13
8. Cambios en la fuerza de corte (N) del queso crema deslactosado durante los 20 días de estudio.....	13
9. Cambios de dureza (N) del queso crema deslactosado durante los 20 días de estudio.....	14
10. Cambios en la purga (mililitros de suero purgado/100 g de muestra) del queso crema deslactosado a los 10 y 20 días de estudio.....	15
11. Cambios en la grasa del queso crema deslactosado durante los 20 días de estudio.....	16
12. Cambios en el pH del queso crema deslactosado durante los 20 días de estudio ..	16
13. Cambios en el ATECAL del queso crema deslactosado durante los 20 días de estudio.....	17
14. Cambios en el índice de blancura del queso crema deslactosado durante los 20 días de estudio.....	18
15. Análisis de valor L* en el queso crema deslactosado.	18
16. Cambios en la escala a* de color durante los veinte días de estudio.	19
17. Cambios en la escala b* de color durante los veinte días de estudio.	20
18. Rendimiento del queso crema deslactosado expresado en porcentaje.	21
19. Costo de elaboración queso en presentación de 440 g.	21
Figuras	Página
1. Diagrama de flujo de proceso para la elaboración del queso crema deslactosado.	5
2. Promedios acumulados de Aceptación durante los veinte días.....	12

Anexos	Página
1. Ficha técnica de Ha Latase 2100.	28
2. Hoja de evaluación sensorial utilizada en análisis de aceptación.....	32
3. Hoja de evaluación sensorial utilizada en prueba de triángulo	34
4. Tabla de Meilgaard <i>et al.</i> , (2000) utilizada en prueba de triángulo.	34
5. Resumen de la significancia estadística en el análisis sensorial y sus interacciones.	35
6. Anexo 6. Resumen de la significancia estadística en la dureza, corte, Ph, ATECAL y purga del queso crema deslactosado.....	35
7. Resumen de la significancia estadística del índice de blancura, y valores L*, a* y b*	35
8. Promedios acumulados de Aceptación durante los veinte días por repetición.	36
9. Correlaciones del análisis sensorial de aceptación general.	36
10. Correlaciones de los análisis fisicoquímicos.	37

1. INTRODUCCIÓN

La leche de vaca es un alimento de primera necesidad (Agudelo y Bedoya, 2005). Desde un punto de vista nutricional se considera el alimento casi perfecto debido a la cantidad y proporción en que se encuentran los nutrientes que posee naturalmente (Revilla, 2009). Además, a diferencia de otros productos de origen animal, la leche contiene cantidades significativas de carbohidratos en forma de lactosa (Varela *et al.*, 1999).

La lactosa es el azúcar natural de la leche, que para ser digerida en el organismo humano requiere de la enzima lactasa. Esta es producida normalmente en la mucosa intestinal y desdobra la lactosa en glucosa y galactosa (Moreira y López, 2006). La absorción de lactosa ocurre en el intestino delgado a través de la hidrólisis realizada por la lactasa-floricina hidrolasa (LPH, por sus siglas en inglés). A pesar de esto, la lactosa presente en la leche de vaca resulta difícil de digerir para un segmento importante de la población mundial (Quevedo *et al.*, 2011).

La intolerancia a la lactosa es una patología que solo en Latinoamérica afecta alrededor del 25% de la población (Revilla, 2009). Esto se atribuye al desequilibrio entre la cantidad de lactosa ingerida y la capacidad de la lactasa para hidrolizar este carbohidrato (Heyman, 2006). La lactointolerancia no es grave, pues existen alimentos deslactosados que permiten a personas que padecen esta patología consumir productos lácteos sin ocasionarles problemas gastrointestinales (Panesar *et al.*, 2006).

La Planta de Lácteos de Zamorano procesa 5000 L de leche, de los cuales 2000 L son destinados a la producción de quesos, incluyendo el queso crema, el más vendido de esta línea. El queso crema Zamorano es un queso tipo fresco obtenido mediante la coagulación enzimática y el desuerado (Revilla, 2009). Esta es la práctica más común en la elaboración de quesos, permitiendo la floculación de las micelas de caseína que se enlazan para formar un gel compacto aprisionando el líquido de dispersión que constituirá el suero (Veisseyre, 1972).

Entre los principales factores que intervienen en la coagulación se encuentra el contenido de calcio. Este permite la formación de la red tridimensional de las proteínas después de la acción del cuajo, mejora el proceso de desuerado y facilita la retención de la grasa (Santos, 1987). El contenido de calcio en la leche disminuye en la pasteurización por la acción del calor, esto se compensa agregando cloruro de calcio (CaCl_2) en una concentración del 0.02% antes de la elaboración del queso (Walstra *et al.*, 1999).

Agregar cloruro de calcio también puede remediar variaciones por el almacenamiento en frío y los efectos del calor en la coagulación y firmeza del cuajo, probablemente reduciendo

las fuerzas repulsivas entre las micelas de caseína y mejorando las interacciones hidrofóbicas. La cantidad de cloruro de calcio normalmente no tiene efecto en el sabor (Law, 1999). Sin embargo, en exceso puede dar origen a un coágulo con mayor dureza, lo cual dificulta su corte. Se ha demostrado que la cantidad de cloruro de calcio usada en la fabricación del queso, disminuye ligeramente el pH y acorta el tiempo de cuajado (Walstra *et al.*, 1999).

La β -galactosidasa es la enzima que cataliza la ruptura hidrolítica de lactosa en glucosa y galactosa (Rodrigues y Lopes, 2011), puede ser producida por fermentación de cepas de las levaduras *Kluyveromyces fragilis*, *Kluyveromyces lactis* y *Candida pseudotropicalis*, los hongos *Aspergillus niger* y *Aspergillus oryzae*, y las especies de bacilos estrechamente relacionadas con *Bacillus stearothermophilus* (Mahoney, 1977). En la industria láctea, es comúnmente utilizada para aliviar los síntomas de intolerancia a la lactosa (Swagerty *et al.*, 2002), incrementar la dulzura, mejorar la solubilidad de la leche y reducir la cristalización de la lactosa (Raol *et al.*, 2015).

Los objetivos de este estudio fueron:

- Desarrollar la formulación y el flujo de procesos para elaborar queso crema deslactosado
- Evaluar el efecto de la adición de lactasa y cloruro de calcio en las propiedades físicas, químicas y sensoriales de queso crema Zamorano.
- Evaluar sensorialmente la aceptación del queso crema deslactosado.
- Determinar si existen diferencias sensoriales entre queso crema Zamorano y el mejor tratamiento de queso crema deslactosado.
- Realizar un análisis de costos variables de los dos tratamientos más aceptados en el análisis sensorial de aceptación.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación. Los quesos, análisis sensoriales de aceptación, microbiológicos y químicos se realizaron en la Planta de Lácteos de Zamorano y los análisis físicos se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ). Ambos pertenecientes al Departamento de Agroindustria Alimentaria de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, localizada en el km 30 al este de Tegucigalpa, Departamento de Francisco Morazán, Honduras.

Diseño experimental. Se usó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con arreglo factorial de 3×2 , con tres niveles de lactasa (1.5, 2 o 2.5 mL/L de leche) y dos niveles de CaCl_2 (20 o 25 mL/100 L de leche). Se estableció un control (sin lactasa y 20 mL de CaCl_2), que se utilizó para establecer diferencias entre los tratamientos y el efecto niveles de lactasa y de CaCl_2 . Se realizaron siete tratamientos con tres repeticiones y tres medidas repetidas en el tiempo (0, 10 o 20 días) para un total de 21 Unidades Experimentales (Cuadro 1).

Cuadro 1. Arreglo de los tratamientos.

Lactasa (mL/L de leche)	Cloruro de calcio (mL/100 L de leche)	
	20	25
0.0	NL20C [§]	
1.5	1.5L ¹ 20C ²	1.5L25C
2.0	2.0L20C	2.0L25C
2.5	2.5L20C	2.5L25C

¹Lactasa. ²Cloruro de Calcio. [§] Sin lactasa, tratamiento Control.

Deslactosado de la leche. Para desdoblar la lactosa de la leche se usó la enzima comercial Ha-Lactase 2100, con 2850 LAU/mL (Unidades de Lactosa Activa, por sus siglas en inglés). Esta enzima se produce por fermentación controlada en un sustrato vegetal utilizando una cepa de la levadura *Kluyveromyces lactis*, pero sin encontrarse la levadura en el producto final (Chr. Hansen, 2014).

La aplicación de enzima a la leche se basó en lo recomendado por la ficha técnica de Chr. Hansen, proveedor de la enzima. Se inoculó leche fría (5 °C), estandarizada al 2.5% de grasa y pasteurizada a 63 °C por 30 min, con la enzima dejándola actuar durante 20 h a 5 °C. La enzima fue añadida a la leche después de la pasteurización, debido a que esta se desnaturaliza a temperaturas arriba de los 50 °C.

Desarrollo de formulación. Para la elaboración de la formulación del queso crema deslactosado, se tomó como base la formulación de la Planta de Lácteos de Zamorano, agregando los niveles de lactasa y CaCl₂ a evaluar. Los niveles de lactasa se tomaron de lo recomendado por la ficha técnica. Por otro lado, los niveles de CaCl₂ evaluados se basaron en los utilizados por Cuellar (2012), 0.20 o 0.25% para la elaboración de queso crema.

En la elaboración de los quesos se utilizó cultivo láctico R-704 (*Lactococcus lactis* spp *lactis* y *Lactococcus lactis* spp *cremoris*) de Chr. Hansen, cuajo líquido de doble potencia “Chymax” de Chr. Hansen, CaCl₂ marca Calsol y sal refinada. La formulación se realizó en base a 100 L de leche y al queso crema deslactosado preferido por los panelistas

Elaboración del queso. Los tratamientos se elaboraron tomando como referencia la formulación del Cuadro 2. Se utilizaron 10 L de leche por cada tratamiento para un total de 70 L de leche por tanda. Se estandarizó la leche al 2.5% de grasa y se pasteurizó en dos tandas en una marmita con capacidad de 60 L durante 30 min a 63 °C. Luego, se colocó la leche en yogos y se almacenó en un cuarto frío hasta reducir su temperatura a 5 °C. Una vez alcanzada esta temperatura, se inoculó con lactasa y se dejó actuar la enzima durante 20 h.

Cuadro 2. Formulación de queso crema deslactosado.

Ingredientes	Cantidad
Leche estandarizada al 2.5% de grasa	100 L
Ha Lactase 2100	250 mL
Cultivo láctico R-704	0.050 mg
Cloruro de Calcio concentrado al 40%	25 mL
Cuajo de doble potencia	10 mL
Sal refinada	2 kg

Fuente: Revilla (2009), adaptado por los autores.

Transcurridas las 20 h, se mezcló la leche en el yogo para dispersar los glóbulos grasos que se encontraban en la superficie debido al reposo. Se calentó a 32 °C y se agregó el cultivo láctico, CaCl₂ y cuajo dejándolos actuar por un período de 30-40 min. Después se cortó la cuajada y se dejó en reposo durante 5 min. A continuación se calentó lentamente hasta los 43 °C durante 10-15 min. Alcanzada esta temperatura, se coció la cuajada durante diez minutos y luego se removió 3 L de suero. Se agregó la sal, se mezcló y se dejó en reposo durante 20 minutos.

Posteriormente se colocó la cuajada en moldes cilíndricos agujereados de PVC de 10 cm de diámetro por 30 cm de largo. Después de 15 min se invirtieron y se almacenaron a 4 °C durante 24 h para que se desueren. Finalmente se pesaron, cortaron y empacaron al vacío en bolsas de 7 × 9 pulg, marca CRYOVAC®. En la Figura 1 se observa el flujo de proceso de elaboración de los quesos.

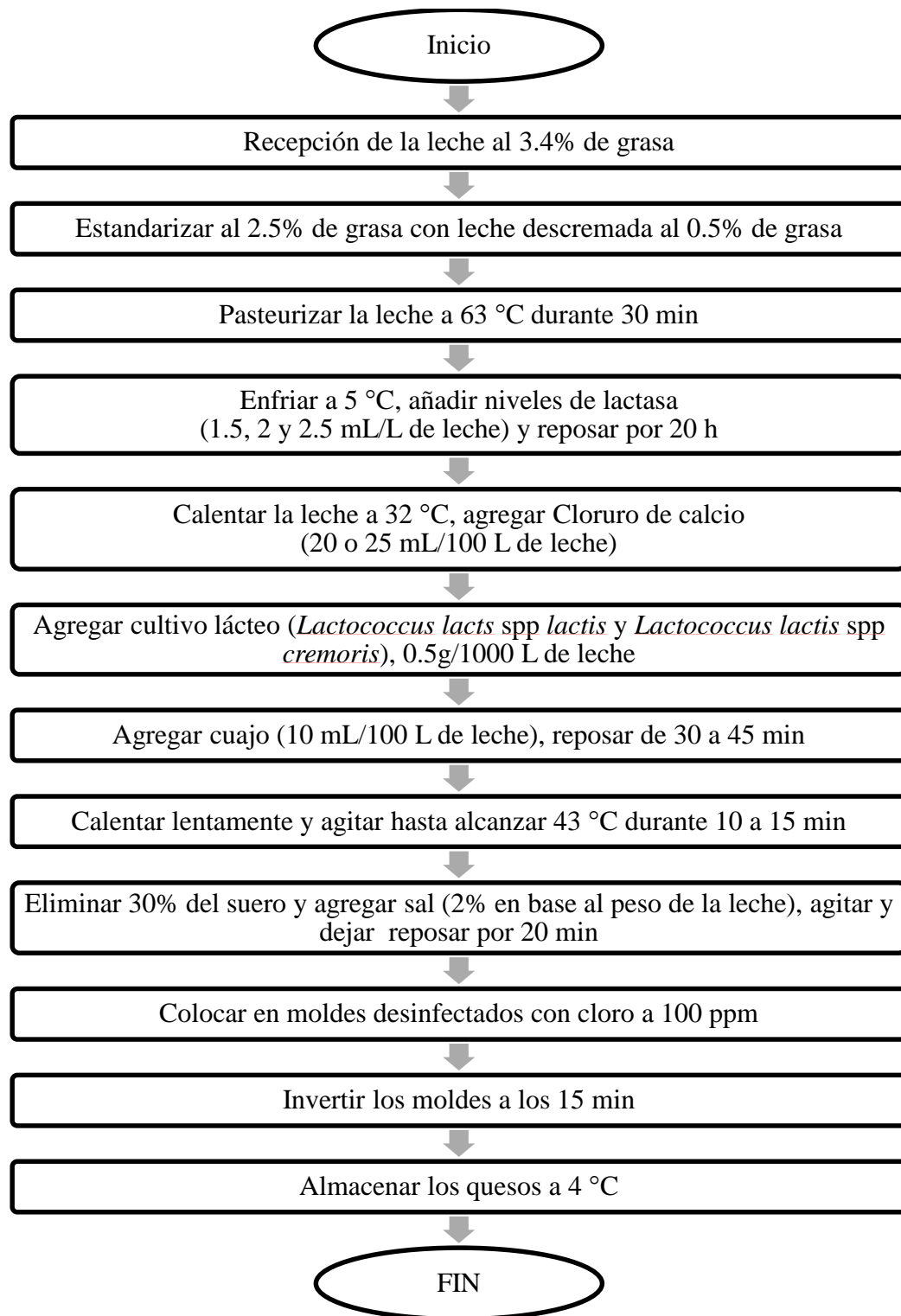


Figure 1. Diagrama de flujo de proceso para la elaboración del queso crema deslactosado. Fuente: Revilla (2009), editado por los autores.

Perfil de azúcares. Se analizó el perfil de azúcares a leche inoculada con los niveles de lactasa a evaluar mediante Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC, por sus siglas en inglés) según el método oficial de la AOAC 982.14. Se usó el Cromatógrafo Líquido de Alta Resolución Agilent Technologies con una bomba cuaternaria modelo: G1311A.1100 Series, un inyector automático modelo: G1329A. 1100 Series y un detector de índice de refracción modelo: G1362A. 100 Series.

Para la separación de los azúcares se usó un guarda columna Hi Plex 7.7 × 50 mm, una columna Hi Plex Ca 300 × 7.7 mm 8 μm a 85 °C. En la fase móvil se usó agua desionizada. La velocidad del flujo fue de 0.6 mL/min, con un tiempo de corrida de 20 min y un volumen de inyección de 20 μL. Se usó el software Agilent Chemstation Software 2003 para sistemas de cromatografía y Microsoft Excel® 2007 para analizar los datos.

Análisis de color. Se evaluó las muestras en los días 0, 10 y 20 utilizando el Colorflex Hunter Lab® Modelo 45/0 donde se evaluaron los valores L*, a* y b* de la escala de triple estímulo. El valor L* cuantifica la luminosidad en una escala de 0-100, donde 0 corresponde a negro absoluto (oscuro) y 100 corresponde a blanco absoluto (claro). El valor a* cuantifica el espectro de coloración del verde al rojo, en una escala de - 80 a 80, donde -80 corresponde a verde, 80 corresponde a rojo y 0 es el neutro. El valor b* cuantifica el espectro de coloración azul a amarillo, en una escala de - 80 a 80, donde - 80 corresponde a azul, 80 corresponde a amarillo y 0 es el neutro (Wrolstad y Smith, 2010).

Mediante los valores L* a* b* y la Ecuación 1 se calculó el índice de blancura (IB) whiteness index (WI) para fines de análisis estadístico. El IB se calculó como lo describieron Bolin y Huxsoll (1991), donde una superficie blanca ideal es igual a 100 (Montoya López *et al.*, 2012).

$$IB= 100 - [(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}]^{1/2} \quad [1]$$

Análisis de textura. Para determinar la textura de cada uno de los quesos se aplicó el método para medir textura en queso crema Zamorano sugerido por Ordoñez (2012). De cada tratamiento se contaron tres cubos de 3 × 2 × 2 cm y tres cubos de 2 × 2 × 3 cm. Se obtuvieron un total de 63 muestras de 3 × 2 × 2 cm para compresión y 63 muestras de 2 × 2 × 3 cm para fuerza corte. Las muestras de cada tratamiento se colocaron en bolsas ziploc, de 16.5 × 14.9 cm, rotuladas y se aclimataron a 29 °C durante una hora.

Transcurrido este tiempo se midió por triplicado la compresión y la fuerza de corte de cada tratamiento. Se utilizó el texturómetro Brookfield CT3 4500 para medir compresión, con meta de compresión de 40% carga de activación de 0.044 N, velocidad de 3 mm/s, sonda TA25/1000, mesa estándar de corte TB-BT-KIT y ajuste de barra a 50 mm. Para los análisis de corte se usó un valor meta de compresión a 30 mm, carga de activación a 0.044 N, velocidad de 2 mm/s, sonda TA-SBA, mesa estándar de corte TB-BT-KIT y ajuste de barra a 30 mm.

Análisis de purga. El contenido de suero de la bolsa al vacío se retiró por completo con una pipeta de 10 mL, midiéndose la purga a los 10 y 20 días del estudio de cada tratamiento, durante las tres repeticiones. La purga se expresó en mililitros de suero purgado/100 g de

muestra, obtenida mediante la relación de los mililitros de suero en las bolsas de vacío por cada 100 g de muestra.

Análisis de grasa. Se determinó volumétricamente el contenido de grasa del queso en los días cero, 10 y 20 mediante el método Babcock, expresando su resultado en porcentaje (Revilla, 2009).

Análisis de acidez. El pH se midió por triplicado en los días cero, 10 y 20 de cada unidad experimental utilizando el potenciómetro The Oyster™ Serie.

ATECAL. La acidez titulable expresada como ácido láctico (ATECAL), se midió en los días 0, 10 y 20 de cada tratamiento mediante el método oficial de la AOAC 920.124. Para esto, se tomaron 9 g de muestra de cada queso y se maceraron en un mortero. Luego se colocaron en un vaso de precipitado y se homogenizaron con 9 mL de agua destilada. A la mezcla homogenizada se agregaron seis gotas de solución indicadora de fenolftaleína, se agitó y se tituló con una solución de hidróxido de sodio (NaOH) a una concentración de 0.1 N, en continua agitación se encontró el punto donde la mezcla cambió de color a un rosado pálido. El resultado se multiplicó por dos y se expresó como porcentaje de ATECAL.

Análisis microbiológicos. Se realizó un conteo de coliformes totales por duplicado en los días 0 y 20 de cada tratamiento. Se utilizó medio de cultivo Violet Red Bile Agar (VRBA) de Biomark™ Laboratories (0.04 g/mL agua destilada) y agua peptonada de Biomark™ Laboratories (0.02 g/mL agua destilada). Se hizo una disolución en agua peptonada, agregando 5 g de la muestra y 25 mL de agua peptonada en una bolsa estéril, manualmente se aplastó el queso hasta tener partículas más pequeñas y se homogenizó durante 1 min con un Stomacher Sewar (Tekmar Lab Blender).

Se realizó la siembra aplicando la técnica de vaciado en placa, se colocó 1 mL de dilución y medio VRBA hasta la tercera parte del plato Petri. Los platos Petri se incubaron invertidos a 32 ± 2 °C durante 24 h.

Prueba exploratoria de aceptación. Se realizaron análisis sensoriales de aceptación a los días 0, 10 y 20 de cada repetición con un panel no entrenado de 12 personas que evaluaron olor, aroma, textura, sabor, dulzura, acidez y aceptación general utilizando una escala hedónica de aceptación de nueve puntos, donde uno representó la característica menos deseada y nueve la más aceptada.

Prueba del triángulo. Se realizó una prueba discriminatoria con 48 panelistas no entrenados para determinar si existía diferencia entre el tratamiento control y el queso deslactosado con mayor promedio acumulado. Las respuestas se analizaron mediante la prueba Chi cuadrado X^2 (Ecuación 2) con un valor alfa de 0.05.

Se usó la tabla de Meilgaard *et al.*, (2000) en la prueba de Chi cuadrado para determinar si se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos.

$$x^2 Obs = \frac{\sum(Obs-esp)^2}{esp} \quad [2]$$

Análisis estadístico. Los datos fueron analizados con Statistical Analysis Software SAS® versión 9.3. Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) con un procedimiento de un modelo general lineal (GLM) y una separación de medias ajustadas (LSMEANS), determinando la significancia del modelo con un valor alfa de 0.05. También se realizaron análisis de correlación entre los análisis sensoriales, físicos y químicos

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de azúcares. El análisis de azúcares fue realizado por HPLC en leche deslactosada. El porcentaje de hidrólisis se determinó por la reducción de lactosa siendo la muestra con 2.5mL de lactasa/L leche la que presentó mayor hidrólisis de lactosa (Cuadro 3).

Cuadro 3. Análisis de azúcares por HPLC en leche deslactosada.

Niveles de lactasa (ml/L leche)	Porcentaje (%)			Azúcares totales	DE ¹	CV ² (%)	Hidrólisis de lactosa (%)
	Glucosa	Galactosa	Lactosa				
1.5	2.104	2.421	0.043	4.568	0.089	1.96	99.06
2.0	2.162	2.517	0.034	4.714	0.005	0.10	99.27
2.5	2.141	2.498	0.026	4.664	0.001	0.03	99.45

¹Desviación estándar. ²Coefficiente de variación.

Debido a que no se tuvo un tratamiento control por el costo del análisis, se determinó el porcentaje de hidrólisis mediante la relación entre la glucosa y la galactosa sobre los azúcares totales de cada muestra. Los resultados de hidrólisis de lactosa fueron similares a los encontrados por Horner *et al.*, (2011), en los que inoculó leche con lactasa, derivada de *Kluyveromyce* spp, a 2 °C durante 24 horas en una concentración de 0.2% (peso/volumen) teniendo como resultado un 97.32% de hidrólisis de lactosa; y superiores a los de Miezeliene *et al.*, (2000), donde los niveles de hidrólisis alcanzaron valores de 75% a 5 °C por 24 horas, usando lactasa de 3000 LAU/mL en una concentración de 1.2 mL/ 100 mL de leche.

Prueba exploratoria de aceptación. De acuerdo a los resultados del análisis sensorial de aceptación en los atributos color, aroma, textura, dulzura y sabor detallados en el Cuadro 4, no hubo un efecto significativo ($P>0.05$) del tiempo en la respuesta de los evaluadores. Hubo pocas diferencias significativas entre tratamientos. Los niveles de CaCl₂ tuvieron un efecto significativo ($P<0.05$) en color, siendo menos aceptados a niveles de 20 mL/100 L de Leche. Todos los tratamientos fueron iguales estadísticamente, excepto el tratamiento 2.0L20C, que obtuvo la calificación más baja. Estudios con panelistas entrenados no encontraron diferencias significativas ($P<0.05$) en color, pero sí en textura, siendo más blando a los ocho días en queso fresco (Sandra *et al.*, 2004).

Se encontró alta correlación entre los atributos Color-Aroma ($P=0.828$) la cual es difícil explicar, a menudo los atributos físicos tienen una fuerte influencia sobre los demás, debido

a la percepción por los panelistas, aunque estos no estén físicamente relacionados (Bogue *et al.*, 1999). Aroma-Textura (P=0.848) y Textura-Sabor (P=0.827) donde la interacción sobre estos atributos es poco conocida, sin embargo, se argumenta que la disposición de componentes estructurales en el queso podrían enlazarse a compuestos volátiles y no volátiles, resultando en ser arrastrados a la superficie donde son percibidos y degustados (Delahunty y Drake, 2004).

En la correlación Sabor-Dulzura (P=0.903) se puede atribuir al incremento de la dulzura de un 20% a un 70% del dulzor de la sucrosa debido al proceso de deslactosado en la leche (Novalin *et al.*, 2005). De la misma manera Mattanna (2011), evaluando queso crema con 0,2; 0,5 y 0,8% de lactasa, no encontró diferencias significativas por Tukey (P<0.05) para los parámetros de apariencia, sabor, textura y aroma. En el mencionado estudio se atribuye la falta de diferencias en sabor, entre el control (sin lactosa) y los tratamientos con distintos niveles de lactasa, a la adición de sales emulsificantes y sal común, que ocultan la dulzura de la leche deslactosada.

En nuestro estudio no existió tendencia de los panelistas a una mayor o menor aceptación por los tratamientos con mayor o menor concentración de lactasa o CaCl₂. Estas concentraciones no afectaron la aceptación o características deseables en los tratamientos, lo cual es bueno ya que al desarrollar un nuevo y compararlo contra el producto modelo se espera que tengan la misma aceptación.

Cuadro 4. Análisis de la evaluación sensorial de aceptación de color, aroma, textura, sabor y dulzura en el queso crema deslactosado (NS).

Tratamiento	Color	Aroma	Textura	Dulzura	Sabor
	Media ± DE ¹	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE
1.5L ² 20C ³	7.00 ± 1.52 ab ⁵	6.44 ± 1.71 a	6.56 ± 1.77 ab	6.27 ± 1.84 a	6.49 ± 1.86 ab
1.5L25C	6.99 ± 1.43 ab	6.35 ± 1.69 ab	6.39 ± 1.71 ab	6.12 ± 1.64 ab	6.17 ± 1.69 b
2.0L20C	6.78 ± 1.67 b	5.98 ± 1.97 b	6.19 ± 1.78 b	5.74 ± 1.94 b	5.65 ± 2.14 c
2.0L25C	7.22 ± 1.27 a	6.50 ± 1.65 a	6.31 ± 1.68 ab	6.26 ± 1.66 a	6.38 ± 1.59 ab
2.5L20C	6.97 ± 1.44 ab	6.55 ± 1.47 a	6.35 ± 1.57 ab	6.08 ± 1.63 ab	6.35 ± 1.58 ab
2.5L25C	7.22 ± 1.26 a	6.73 ± 1.46 a	6.76 ± 1.45 a	6.35 ± 1.60 a	6.64 ± 1.54 a
NL ⁴ 20C	7.17 ± 1.50 a	6.66 ± 1.68 a	6.69 ± 1.77 a	6.49 ± 1.72 a	6.77 ± 1.75 a
CV(%) ⁶	18.30	24.17	24.94	26.49	26.00

¹Desviación estándar. ²Lactasa. ³Cloruro de calcio. ⁴Sin lactasa. ⁵Medias con diferentes letras minúsculas en la misma columna indican diferencias significativas (P < 0.05). ⁶Coefficiente de variación. NS: No diferencias significativas a través del tiempo (α=0.05).

En el atributo acidez a los días cero y 10 del estudio, el tratamiento 2.0L20C, tuvo diferencia significativa (P>0.05) sobre el tratamiento control, con la menor calificación, pero no con los demás tratamientos. Al día 20, ningún tratamiento difirió estadísticamente del control, siendo el 1.5L20C, el de mayor calificación.

Se puede observar en el Cuadro 5 que la respuesta de los panelistas disminuyó a través del tiempo, siendo estadísticamente ($P < 0.05$) menor al día 20 en los tratamientos 1.5L25C, 2.0L25C y NL20C. Esto se debe a la fermentación de los azúcares por las bacterias ácido lácticas agregadas en la formulación, responsables de la producción de ácido láctico (Banks, 2007b). Esto concuerda con Bermúdez y Barbosa (2010), quienes reportaron un aumento en el conteo microbiológico de mesófilos y psicrófilos observando un lento crecimiento bacteriano hasta el día 10 y un aumento importante de conteos microbianos hacia el día 20 en queso fresco realizado con leche pasteurizada a 63 °C durante 30 min.

Cuadro 5. Análisis de la evaluación sensorial de acidez en el queso crema deslactosado.

Tratamiento	Día 0	Día 10	Día 20
	Media \pm DE ¹	Media \pm DE	Media \pm DE
1.5L ² 20C ³	6.56 \pm 1.05 ab ⁵ A ⁶	6.36 \pm 0.61 a A	6.56 \pm 0.35 a A
1.5L25C	6.78 \pm 0.82 ab A	6.19 \pm 0.67 ab AB	5.72 \pm 0.68 b B
2.0L20C	6.22 \pm 0.83 b A	5.58 \pm 1.32 b A	6.17 \pm 1.08 ab A
2.0L25C	6.56 \pm 0.43 ab AB	6.92 \pm 1.17 a A	5.86 \pm 1.51 ab B
2.5L20C	6.36 \pm 0.77 ab A	6.53 \pm 0.70 a A	6.06 \pm 0.21 ab A
2.5L25C	6.67 \pm 0.58 ab A	6.61 \pm 0.67 a A	6.36 \pm 0.85 ab A
NL ⁴ 20C	7.06 \pm 0.47 a A	6.83 \pm 0.50 a A	5.86 \pm 1.51 ab B
CV(%) ⁷	24.09	27.82	30.76

¹Desviación estándar. ²Lactasa. ³Cloruro de calcio. ⁴Sin lactasa. ⁵Medias con diferentes letras minúsculas en la misma columna (a, b, c) indican diferencias significativas ($P < 0.05$). ⁶Medias con diferentes letras mayúsculas en misma fila (A, B, C) indican diferencias significativas ($P < 0.05$). ⁷Coefficiente de variación.

En la aceptación general existió un efecto significativo ($P < 0.05$) del tiempo en los tratamientos 1.5L25C, 2.0L25C y NL20C, disminuyendo su aceptación a los 20 días del estudio. Esto se puede explicar por la correlación sensorial Aceptación-Acidez ($P = 0.959$), la acidez está relacionada con la vida útil del producto debido a su influencia en la estabilidad microbiológica, además de afectar las características reológicas y sensoriales del producto final (Van Dender, 2006). Así mismo, Path (1991), reporta que la calidad del queso fresco es afectada después de dos a tres semanas (Cuadro 6).

En el día cero existieron diferencias significativas ($P > 0.05$) de los tratamientos 2.0L20C, 2.5L20C con el tratamiento control NL20C, pero no con los demás tratamientos. Al día 10 el tratamiento 2.0L20C tuvo diferencia significativa con los demás y estadísticamente fue el menos aceptado. A los 20 días de estudio, los tratamientos 1.5L20C y 2.5L25C fueron los más aceptados por los panelistas. Esto se puede explicar debido a que la pérdida de textura y cambios en el color reportados en los cuadros 9 y 14, cambios que afectan la aceptación de los mismos (Van Hekken y Farkye, 2003).

Cuadro 6. Análisis de la evaluación sensorial de aceptación en el queso crema deslactosado.

Tratamiento	Día 0	Día 10	Día 20
	Media ± DE ¹	Media ± DE	Media ± DE
1.5L ² 20 C ³	6.67 ± 1.69 ab ⁵ A ⁶	6.58 ± 1.53 ab A	6.75 ± 1.62 a A
1.5L25C	6.94 ± 1.29 ab A	6.36 ± 1.55 b AB	5.89 ± 1.86 b B
2.0L20C	6.25 ± 1.74 b A	5.56 ± 2.20 c A	6.08 ± 1.78 ab A
2.0L25C	6.81 ± 1.16 ab A	6.83 ± 1.42 ab A	5.86 ± 1.98 b B
2.5L20C	6.39 ± 1.29 b A	6.44 ± 1.59 b A	6.39 ± 1.24 ab A
2.5L25C	6.81 ± 1.45 ab A	6.83 ± 1.46 ab A	6.67 ± 1.43 a A
NL ⁴ 20 C	7.22 ± 1.19 a A	7.25 ± 1.36 ab A	6.19 ± 2.06 ab B
CV(%) ⁷	21.36	25.46	27.91

¹Desviación estándar. ²Lactasa. ³Cloruro de calcio. ⁴Sin lactasa. ⁵Medias con diferentes letras minúsculas en la misma columna (a, b, c) indican diferencias significativas (P < 0.05). ⁶Medias con diferentes letras mayúsculas en misma fila (A, B, C) indican diferencias significativas (P < 0.05). ⁷Coefficiente de variación.

Análisis sensorial de aceptación acumulado. En la evaluación sensorial de aceptación de los atributos color, aroma, textura, sabor, dulzura, acidez y aceptación general durante los 20 días del estudio, se observó que los tratamientos NL20C y 2.5L25C obtuvieron valores de 47.22 y 47.00, siendo los promedios acumulados más altos en la evaluación sensorial (Figura 2).

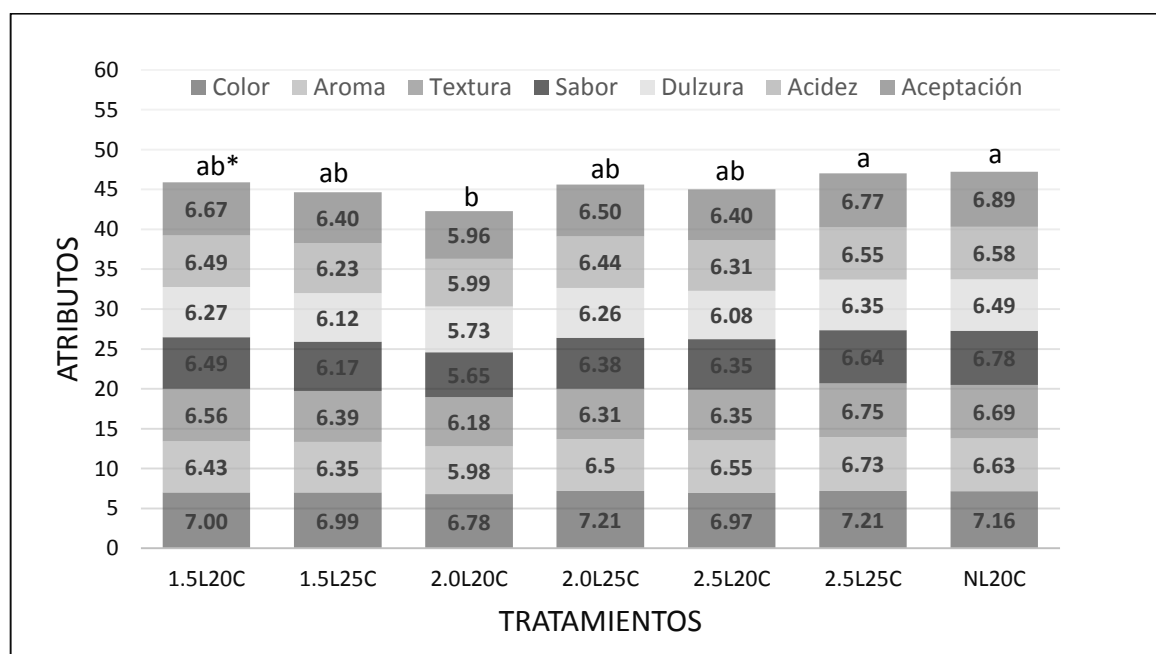


Figura 2. Promedios acumulados de Aceptación durante los veinte días del estudio.

*Medias con diferentes letras minúsculas (a,b) indican diferencias significativas (P < 0.05)

Prueba del triángulo. El Cuadro 7 indica que los panelistas no detectaron diferencias significativas ($X^2 = 3.74$; g.l.=1; $P=0.22067$) sensoriales entre el queso crema control (NL20C) y el mejor tratamiento de queso crema deslactosado (2.5L25).

Cuadro 7. Prueba de Chi Cuadrado

Distribución	Respuestas		Valor P
	Correctas	Incorrectas	
Observado	20	28	0.2207
Esperado	16	32	

Análisis de textura. No se encontró efecto significativo ($P>0.05$) del tiempo, los niveles de lactasa y CaCl_2 utilizados en cada tratamiento, ni de la interacción entre estos. Los resultados son comparables con Guo *et al.*, (2011), que no encontró diferencias evaluando fuerza de corte en cero y cuatro semanas de almacenamiento en queso fresco (Cuadro 8).

Cuadro 8. Análisis de fuerza de corte (N) del queso crema deslactosado (NS).

Tratamiento	Valor L Media \pm DE ¹
1.5L ² 20C ³	9.12 \pm 0.87
1.5L25C	7.93 \pm 1.10
2.0L20C	9.14 \pm 2.03
2.0L25C	8.54 \pm 1.61
2.5L20C	8.97 \pm 1.24
2.5L25C	8.77 \pm 1.97
NL ⁴ 20C	8.99 \pm 2.12
CV(%) ⁵	16.47

¹Desviación estándar. ²Lactasa. ³Cloruro de calcio. ⁴Sin lactasa. ⁵Coefficiente de variación. NS: No diferencias significativas entre tratamientos ni a través del tiempo ($\alpha=0.05$).

El Cuadro 9 reporta los ciclos de dureza, donde no se encontró efecto significativo ($P<0.05$) de los niveles de lactasa, CaCl_2 , ni de la interacción de estos en la dureza de los tratamientos. Sin embargo, sí se encontraron diferencias significativas en la dureza a través del tiempo siendo estadísticamente menor ($P<0.05$) al día 20 en los tratamientos 1.5L20C, 1.5L25C, 2.0L25C y NL20C, atribuido a la pérdida de firmeza del queso fresco durante el almacenamiento (Sandra *et al.*, 2004). Estas diferencias se pueden explicar debido al incremento de la proteólisis durante el almacenamiento de los quesos, que provoca el quiebre de su matriz proteica (Fox *et al.*, 2000) relacionado con un decrecimiento en los parámetros de textura, entre ellos, la firmeza y elasticidad (Tunick *et al.*, 1997).

Al día cero se observó que la dureza en los tratamientos 2.0L20C, 2.5L20C y 2.5L25C fueron significativamente menores ($P>0.05$) con respecto al tratamiento NL20C (control). En los días 10 y 20 días de estudio no se encontraron diferencias significativa ($P>0.05$) entre tratamientos. A pesar de lo reportado por Vinhal (2001), que indica cambios en las

propiedades reológicas de productos lácteos, los valores de textura en los tratamientos con leche hidrolizada no presentaron modificaciones en la textura con respecto al control en el mismo día.

Según Fox *et al.* (2000), son varios los factores que pueden influenciar la textura de los quesos procesados, entre los cuales se reporta, composición, pH, concentración de sal, tiempo, temperatura y velocidad de agitación. Debido a las pocas variaciones de pH, diferencias en composición, mismas concentraciones de sal y manufactura, existieron pocas diferencias entre tratamientos. Los resultados fueron similares a los reportados por Mattanna (2011), quién no encontró diferencias significativas entre tratamientos con lactasa y el tratamiento control, pero si valores significativamente menores a lo largo del tiempo.

Cuadro 9. Cambios de dureza (N) del queso crema deslactosado durante los 20 días del estudio.

Tratamiento	Día 0 Media \pm DE ¹	Día 10 Media \pm DE	Día 20 Media \pm DE
1.5L ² 20 C ³	27.38 \pm 0.82 ab ⁵ A ⁶	24.64 \pm 3.14 a AB	21.69 \pm 3.29 a B
1.5L25C	26.15 \pm 2.53 ab A	26.61 \pm 0.73 a AB	18.36 \pm 2.42 a B
2.0L20C	23.71 \pm 0.79 b A	23.54 \pm 2.55 a A	18.44 \pm 2.15 a A
2.0L25C	27.92 \pm 0.79 ab A	23.88 \pm 3.95 a AB	19.20 \pm 3.11 a B
2.5L20C	25.07 \pm 4.20 b A	26.59 \pm 7.06 a A	21.29 \pm 7.54 a A
2.5L25C	24.71 \pm 1.89 b A	23.83 \pm 3.54 a A	20.32 \pm 4.82 a A
NL ⁴ 20C	30.52 \pm 1.20 a A	27.73 \pm 2.12 a B	20.16 \pm 1.50 a C
CV(%) ⁷	10.64	14.2	18.01

¹Desviación estándar. ²Lactasa. ³Cloruro de calcio. ⁴Sin lactasa. ⁵Medias con diferentes letras minúsculas en la misma columna (a, b, c) indican diferencias significativas ($P < 0.05$). ⁶Medias con diferentes letras mayúsculas en misma fila (A, B, C) indican diferencias significativas ($P < 0.05$). ⁷Coefficiente de variación.

Purga. En el Cuadro 10 se reportan los resultados de purga a los 10 y 20 días de estudio de cada tratamiento. Al día 20 la purga fue significativamente mayor en los tratamientos con mayor CaCl₂. Mientras que la lactasa, el tiempo y la interacción de estos tres factores no tuvieron significancia ($P > 0.05$). Lo cual se puede explicar debido a que mayor nivel de CaCl₂ incrementa la agregación de caseína expulsando el suero de la matriz (Marshall, 1982). Durante el día 10 no hubo diferencia significativa entre tratamientos, contrario al día 20 donde los tratamientos 1.5L25C, 2.0L25C tuvieron mayor purga con respecto a los tratamientos 1.5L20C y 2.0L20C.

La purga o sinéresis es afectada por la acidez del queso así como por las circunstancias mismas del proceso de elaboración y por la presencia de calcio libre que provoca la unión de la caseína en la red proteica de la cuajada (Chacón y Pineda, 2009).

Cuadro 10. Cambios en la purga (mililitros de suero purgado/100 g de muestra) del queso crema deslactosado a los 10 y 20 días del estudio.

Tratamiento	Día 10 Media ± DE¹	Día 20 Media ± DE
1.5L ² 20C ³	2.02 ± 1.37 a ⁵	1.45 ± 1.22 b
1.5L25C	2.00 ± 0.50 a	3.78 ± 1.56 a
2.0L20C	2.14 ± 0.81 a	1.41 ± 1.02 b
2.0L25C	2.41 ± 2.36 a	3.92 ± 2.17 a
2.5L20C	1.54 ± 1.02 a	2.01 ± 0.62 ab
2.5L25C	2.16 ± 1.26 a	3.10 ± 0.89 ab
NL ⁴ 20 C	1.67 ± 0.99 a	2.94 ± 1.26 ab
CV(%) ⁶	56.11	56.15

¹Desviación estándar. ²Lactasa. ³Cloruro de calcio. ⁴Sin lactasa. ⁵Medias con diferentes letras minúsculas en misma columna (a,b,c) indican diferencias significativas (P < 0.05). ⁶Coefficiente de variación.

Análisis de grasa. Los niveles de lactasa, CaCl₂ y la interacción de estos con el tiempo no tuvieron un efecto significativo (P>0.05) en el porcentaje de grasa de los tratamientos. Se encontraron diferencias estadísticas (P<0.05) a través del tiempo, notándose un aumento de grasa en los días 10 y 20. En el día cero se encontraron diferencias estadística, siendo el tratamiento 1.5L25C y 2.5L25C, el de menor y mayor contenido graso respectivamente (Cuadro 11).

En los días 10 y 20 no existió diferencia estadística en el porcentaje de grasa entre los tratamientos. Esto se pudo observar debido a la diferencias en el desuerado producto entre el tiempo de elaboración del queso y el análisis de grasa, puesto que los tratamientos fueron realizados uno a uno en intervalos de 3 horas y la prueba de grasa se realizó entre 24 y 48 horas después de su respectiva fabricación. Lo que se explicaría por una incremental tasa de sinéresis que alcanza su máximo en las primeras horas y decrece estabilizándose con el tiempo (Law y Tamime, 2010). Los valores de grasa se mantuvieron estables entre los días 10 y 20 del estudio sin presentar diferencias significativas a excepción del tratamiento 1.5L25C, lo cual concuerda con lo reportado por Tunick *et al.* (2012) y Guo *et al.* (2011), que evaluaron el contenido de grasa en queso fresco durante ocho semanas.

Cuadro 11. Cambios en la grasa del queso crema deslactosado durante los 20 días del estudio.

Tratamiento	Día 0	Día 10	Día 20
	Media ± DE ¹	Media ± DE	Media ± DE
1.5L ² 20C ³	16.83 ± 0.76 bc ⁵ B ⁶	18.50 ± 1.00 a AB	20.50 ± 2.29 a A
1.5L25C	16.33 ± 0.76 c B	18.33 ± 0.76 a B	20.50 ± 0.50 a A
2.0L20C	17.50 ± 3.04 abc B	19.16 ± 0.76 a AB	19.33 ± 1.04 a A
2.0L25C	18.50 ± 0.50 ab B	19.00 ± 1.32 a AB	21.00 ± 1.32 a A
2.5L20C	17.33 ± 1.89 abc B	19.33 ± 0.58 a AB	21.16 ± 0.28 a A
2.5L25C	19.33 ± 0.58 a A	19.83 ± 0.76 a A	19.50 ± 1.32 a A
NL ⁴ 20C	17.83 ± 1.04 abc B	19.50 ± 0.50 a AB	20.83 ± 0.76 a A
CV(%) ⁷	8.92	4.58	8.08

¹Desviación estándar. ²Lactasa. ³Cloruro de calcio. ⁴Sin lactasa. ⁵Medias con diferentes letras minúsculas en la misma columna (a, b, c) indican diferencias significativas (P < 0.05). ⁶Medias con diferentes letras mayúsculas en misma fila (A, B, C) indican diferencias significativas (P < 0.05). ⁷Coefficiente de variación.

Análisis de acidez. No se encontró un efecto significativo (P>0.05) de los niveles de lactasa, CaCl₂, ni de la interacción de estos con el tiempo en la acidez de los tratamientos. Mientras que sí se encontraron diferencias estadísticas (P<0.05) de los tratamientos en el tiempo notándose una disminución del pH a medida que aumenta el tiempo (Cuadro 12).

Los resultados fueron superiores a Tunick y Van Hekken (2010), que reportan valores entre 4.8 y 6.2 para queso fresco, los mismos fueron analizados 30 días antes de su fecha de vencimiento.

Cuadro 12. Cambios en el pH del queso crema deslactosado durante los 20 días del estudio (NS).

Tratamiento	Día 0	Día 10	Día 20
	Media ± DE ¹	Media ± DE	Media ± DE
1.5L ² 20C ³	6.42 ± 0.22 A ⁵	6.27 ± 0.29 AB	6.07 ± 0.29 B
1.5L25C	6.52 ± 0.19 A	6.12 ± 0.36 B	5.97 ± 0.44 B
2.0L20C	6.57 ± 0.22 A	6.19 ± 0.21 B	6.02 ± 0.29 B
2.0L25C	6.51 ± 0.05 A	6.09 ± 0.21 B	5.92 ± 0.11 B
2.5L20C	6.55 ± 0.16 A	6.17 ± 0.27 B	5.98 ± 0.16 B
2.5L25C	6.34 ± 0.30 A	6.18 ± 0.33 A	5.91 ± 0.23A
NL ⁴ 20C	6.60 ± 0.12 A	6.14 ± 0.42 B	5.87 ± 0.53 B
CV(%) ⁶	2.82	4.18	4.7

¹Desviación estándar. ²Lactasa. ³Cloruro de calcio. ⁴Sin lactasa. ⁵Medias con diferentes letras mayúsculas en la misma fila (A,B,C) indican diferencias significativas (P < 0.05). ⁶Coefficiente de variación. NS: No diferencias significativas entre tratamientos (α=0.05).

Análisis de ATECAL. No se encontró un efecto significativo (P>0.05) de los niveles de lactasa, CaCl₂, ni de la interacción de estos en el ATECAL de los tratamientos. El tiempo

sí tuvo un efecto significativo, siendo mayor la acidez con el paso del tiempo. Lo que concuerda con estudios de Back *et al.* (2013), que obtuvieron valores de acidez similares entre quesos deslactosados y el control 1 (sin lactasa), pero superiores al control 2 (sin lactasa, sin cultivo lácticos) atribuyéndose a la actividad microbiana de los cultivos láctico de la formulación y diferentes a lo largo del tiempo en queso “minas frescal” evaluado a cero, siete, 14 y 21 días (Cuadro 13).

Cuadro 13. Cambios en el ATECAL del queso crema deslactosado durante los 20 días del estudio (NS).

Tratamiento	Día 0 Media ± DE¹	Día 10 Media ± DE	Día 20 Media ± DE
1.5L ² 20C ³	1.16 ± 0.21 B	1.67 ± 0.28 B	2.01 ± 0.29 A
1.5L25C	1.13 ± 0.13 C	1.56 ± 0.35 B	2.02 ± 0.41 A
2.0L20C	1.16 ± 0.11 B	1.51 ± 0.07 A	1.90 ± 0.12 A
2.0L25C	1.11 ± 0.17 B	1.69 ± 0.21 B	1.99 ± 0.23 A
2.5L20C	1.17 ± 0.24 B	1.52 ± 0.16 AB	1.95 ± 0.15 A
2.5L25C	1.12 ± 0.15 C	1.67 ± 0.11 B	2.08 ± 0.08 A
NL ⁴ 20C	1.05 ± 0.07 C	1.62 ± 0.31 B	2.17 ± 0.59 A
CV(%) ⁶	12.68	13.04	14.86

¹Desviación estándar. ²Lactasa. ³Cloruro de calcio. ⁴Sin lactasa. ⁵Medias con diferentes letras mayúsculas en la misma fila (A,B,C) indican diferencias significativas ($P < 0.05$). ⁶Coefficiente de variación. NS: No diferencias significativas entre tratamientos ($\alpha=0.05$).

Índice de blancura. Color, sabor y textura son los tres atributos principales de calidad que determinan la aceptación de alimentos, y el color tiene una influencia mucho mayor en el juicio de la mayoría de los consumidores (Wrolstad y Smith, 2010). En el índice de blancura se encontró diferencias significativas ($P > 0.05$) a través del tiempo en los tratamientos con 2.5ml/L de lactasa, 1.5L25C y 2.0L20C, en los que el índice de blancura disminuyó al día 20. A pesar de las diferencias encontradas a través del tiempo, los resultados del índice de blancura fueron similares al reportado por Ramírez Navas (2010), con un valor de 78.16.

En los días cero y 10 no existió diferencia estadística entre tratamientos. Sin embargo, al día 20 el tratamiento 2.0L20C obtuvo el menor índice de blancura, el cual fue el menos aceptado por los panelistas en el análisis sensorial de color (Cuadro 14). El índice de blancura disminuyó con el tiempo, lo que indica que el blanco que presentaban los quesos es un blanco más amarillento. Esto puede verse influenciado por el aumento de grasa de los tratamientos durante los días 10 y 20, y la maduración del queso ocasionado por el cultivo láctico agregado en la formulación. Siendo el tipo de leche utilizada, el tiempo de maduración y la grasa del producto final factores que determina el color amarillo del queso (Arciniega, 2010).

Cuadro 14. Cambios en el índice de blancura del queso crema deslactosado durante los 20 días del estudio

Tratamiento	Día 0	Día 10	Día 20
	Media \pm DE ¹	Media \pm DE	Media \pm DE
1.5L ² 20C ³	78.18 \pm 2.32 a ⁵ A ⁶	76.93 \pm 2.48 a A	76.95 \pm 1.64 ab A
1.5L25C	79.53 \pm 1.86 a A	77.67 \pm 2.55 a AB	77.24 \pm 0.29 ab B
2.0L20C	78.90 \pm 0.61 a A	77.57 \pm 1.98 a AB	76.39 \pm 0.46 b B
2.0L25C	78.80 \pm 1.95 a A	77.55 \pm 2.46 a A	78.75 \pm 2.49 a A
2.5L20C	78.67 \pm 2.74 a A	77.30 \pm 2.70 a AB	77.52 \pm 0.69 ab B
2.5L25C	80.26 \pm 1.51 a A	78.15 \pm 1.63 a AB	78.04 \pm 0.25 ab B
NL ⁴ 20C	78.46 \pm 1.66 a A	78.09 \pm 1.27 a A	77.17 \pm 1.47 ab A
CV(%) ⁷	2.19	2.44	1.69

¹Desviación estándar. ²Lactasa. ³Cloruro de calcio. ⁴Sin lactasa. ⁵Medias con diferentes letras minúsculas en la misma columna (a, b, c) indican diferencias significativas (P < 0.05). ⁶Medias con diferentes letras mayúsculas en misma fila (A, B, C) indican diferencias significativas (P < 0.05). ⁷Coefficiente de variación.

El Cuadro 15 describe que no se encontraron cambios en luminosidad (L*) y no hubo un efecto significativo (P>0.05) de los niveles de lactasa, CaCl₂, ni cambios en el tiempo. Los datos fueron similares a Tunick *et al.* (2012), que reporta 92.48 \pm 0.93 para queso fresco con una semana de almacenamiento y constantes durante ocho semanas de estudio. Los resultados del estudio se explican debido a que L* representa valores de color blanco que no presentan alteraciones en 20 días de almacenamiento en queso fresco (Bermúdez y Barbosa, 2010).

Cuadro 15. Análisis de valor L* en el queso crema deslactosado (NS).

Tratamiento	Valor L ^Ω
	Media \pm DE ¹
1.5L ² 20C ³	90.54 \pm 2.25
1.5L25C	90.26 \pm 2.49
2.0L20C	90.21 \pm 2.16
2.0L25C	90.87 \pm 2.74
2.5L20C	90.55 \pm 2.77
2.5L25C	90.57 \pm 2.65
NL ⁴ 20C	90.55 \pm 2.37
CV(%) ⁵	1.95

¹Desviación estándar. ²Lactasa. ³Cloruro de calcio. ⁴Sin lactasa. ⁵Coefficiente de variación. NS: No diferencias significativas entre tratamientos ni a través del tiempo ($\alpha=0.05$). ^ΩEscala de luminosidad de 0 a 100.

Los valores de la escala a* y b* en la escala Hunter del color, son mostrados en el Cuadro 16 y 17 respectivamente. La escala a* cuantifica el espectro de coloración verde (-a) a rojo (+a),

mientras que la escala b* cuantifica el espectro de coloración azul (-b) a amarillo (+b). No se encontró efecto significativo ($P > 0.05$) de los niveles de lactasa, CaCl_2 . El color de los tratamientos se ubicó en la zona roja (a+) y amarilla (b+).

Los tratamientos con 1.5 mL/L de lactasa y 2.0L25C mostraron valores significativamente superiores ($P < 0.05$) en el día 20 para a* y solo los tratamientos 2.0L25C y el control (sin lactasa) no aumentaron sus valores de b* en el tiempo. Lo cual contrasta con valores constantes en a* y b* durante ocho semanas de almacenamiento reportado por Tunick *et al.* (2012) y Guo *et al.* (2011), en queso fresco sin utilizar cultivo láctico en su formulación. Esto se puede explicar debido al crecimiento bacteriano de: mesófilos, psicrófilos y el cultivo láctico agregado, sobre la superficie del queso (Bermúdez y Barbosa, 2010).

Cuadro 16. Cambios en la escala a* de color durante los veinte días del estudio.

Tratamiento	Día 0	Día 10	Día 20
	Media \pm DE ¹	Media \pm DE	Media \pm DE
1.5L ² 20C ³	1.21 \pm 0.28 a ⁵ B ⁶	1.56 \pm 0.56 a B	2.25 \pm 0.15 a A
1.5L25C	1.07 \pm 0.89 a B	1.51 \pm 0.51 a B	2.20 \pm 0.25 a A
2.0L20C	1.47 \pm 0.51 a A	1.65 \pm 0.39 a A	1.93 \pm 0.52 ab A
2.0L25C	1.31 \pm 0.42 a B	1.62 \pm 0.14 a AB	2.07 \pm 0.59 ab A
2.5L20C	1.43 \pm 0.58 a A	1.57 \pm 0.36 a A	1.76 \pm 0.18 ab A
2.5L25C	1.40 \pm 0.18 a A	1.57 \pm 0.02 a A	1.74 \pm 0.27 ab A
NL ⁴ 20C	1.40 \pm 0.37 a A	1.53 \pm 0.33 a A	1.55 \pm 0.55 b A
CV(%) ⁷	0.27	0.20	0.23

¹Desviación estándar. ²Lactasa. ³Cloruro de calcio. ⁴Sin lactasa. ⁵Medias con diferentes letras minúsculas en la misma columna (a, b, c) indican diferencias significativas ($P < 0.05$). ⁶Medias con diferentes letras mayúsculas en misma fila (A, B, C) indican diferencias significativas ($P < 0.05$). ⁷Coeficiente de variación.

Cuadro 17. Cambios en la escala b* de color durante los veinte días del estudio.

Tratamiento	Día 0 Media ± DE ¹	Día 10 Media ± DE	Día 20 Media ± DE
1.5L ² 20C ³	19.21 ± 1.80 a ⁵ B ⁶	20.65 ± 1.68 AB a	21.35 ± 1.35 A a
1.5L25C	17.84 ± 1.35 ab B	19.30 ± 1.33 AB a	20.93 ± 0.54 A ab
2.0L20C	18.64 ± 0.42 ab B	19.46 ± 0.21 B a	21.48 ± 0.51 A a
2.0L25C	18.52 ± 0.54 ab A	19.91 ± 1.05 A a	19.40 ± 2.24 A b
2.5L20C	18.79 ± 1.53 ab B	20.19 ± 1.41 AB a	20.65 ± 1.11 A ab
2.5L25C	17.16 ± 0.70 B b	19.08 ± 0.19 A a	20.02 ± 0.60 A ab
NL ⁴ 20C	19.15 ± 0.44 A a	19.34 ± 0.57 A a	20.89 ± 1.73 A ab
CV(%) ⁷	6.04	5.31	6.28

¹Desviación estándar. ²Lactasa. ³Cloruro de calcio. ⁴Sin lactasa. ⁵Medias con diferentes letras minúsculas en la misma columna (a, b, c) indican diferencias significativas (P < 0.05). ⁶Medias con diferentes letras mayúsculas en misma fila (A, B, C) indican diferencias significativas (P < 0.05). ⁷Coefficiente de variación.

Análisis microbiológico. El conteo de coliformes totales de todos los tratamientos estuvo por debajo del valor legalmente permitido según lo establecido por el Servicio Nacional de Seguridad Agropecuaria (SENASA), (2014), a través del Reglamento para la inspección y certificación sanitaria de la leche y los productos lácteos en su capítulo IV artículo 9, como un límite para quesos frescos 10 UFC/g para el caso de coliformes totales. Lo que indica el cumplimiento de buenas prácticas de manufactura durante el procesamiento y manipulación de los tratamientos después del proceso término realizado

Análisis de rendimiento. El rendimiento en los quesos varía según la composición de la leche utilizada, el método de elaboración y de los cuidados realizados en cada paso del proceso para evitarla pérdida de cuajada en el suero (Revilla, 2009). En el Cuadro 20 se puede observar que el rendimiento de todos los tratamientos estadísticamente (P>0.05) fue igual, no hubo un efecto significativo (P>0.05) del tiempo, los niveles de lactasa, CaCl₂, ni de la interacción de éstos en el rendimiento (Cuadro 18).

Los resultados de rendimiento se relacionan con los esperados en el queso crema Zamorano según Revilla (2009), el cual establece un rendimiento de 11 a 11.5%. Siendo diferentes con los reportados por Molina (2014), que usó leche estandarizada al 2% de grasa teniendo como resultado un 10.08% de rendimiento. La estandarización de la leche es un factor que no debe ser subestimado, ya que la grasa por su propio peso contribuye al rendimiento del queso (Banks, 2007a).

Cuadro 18. Rendimiento del queso crema deslactosado expresado en porcentaje (NS).

Tratamiento	Rendimiento (%)
	Media \pm DE ¹
1.5L ² 20C ³	12.20 \pm 0.47
1.5L25C	11.80 \pm 0.67
2.0L20C	12.10 \pm 0.66
2.0L25C	12.07 \pm 0.58
2.5L20C	12.04 \pm 0.45
2.5L25C	11.55 \pm 1.34
NL ⁴ 20C	11.41 \pm 1.22
CV(%) ⁵	6.75

¹Desviación estándar. ²Lactasa. ³Cloruro de calcio. ⁴Sin lactasa. ⁵Coefficiente de variación. NS: No diferencias significativas entre tratamientos ni a través del tiempo ($\alpha=0.05$).

Análisis de costos. El análisis económico de los mejores tratamientos se realizó en base a los costos variables y a los rendimientos obtenidos en este estudio. Se estimó la cantidad de materia prima y el costo para queso crema Zamorano y queso crema deslactosado Zamorano en presentaciones de 440 g (Cuadro 19).

Cuadro 19. Costo de elaboración queso en presentación de 440 g.

Materia prima	Unidad	NL20C ¹		2.5L20C ²	
		Cantidad	Costo unitario	Cantidad	Costo unitario
Leche estandarizada 2.5%	L	3.851	36.77	3.810	36.38
Lactasa	L		-	0.001	4.21
Sal Refinada	kg	0.076	0.57	0.076	0.57
Cuajo Líquido Chr. Hansen	mL	0.381	0.25	0.381	0.25
Cloruro de Calcio	mL	0.762	0.01	0.952	0.01
Cultivo láctico Chr. Hansen R-704	g	0.002	0.04	0.002	0.04
Costo Total (L.)			39.64		43.46

¹Queso crema Zamorano. ²Queso crema deslactosado Zamorano.

Tasa de cambio \$1 = L.22.0497

4. CONCLUSIONES

- Se elaboró la formulación y se estableció el flujo de proceso para queso crema deslactosado.
- Los niveles de lactasa y cloruro de calcio no indicaron un patrón en las propiedades físicas, químicas y sensoriales del queso crema deslactosado.
- El queso crema Zamorano y el tratamiento deslactosado (25 mL de lactasa/L leche con 25 mL CaCl_2 /100 L leche) fueron mejor calificados por el panel sensorial.
- Los panelistas no encontraron diferencias sensoriales entre el queso crema Zamorano y el queso crema deslactosado con mayor aceptación.
- El costo entre producir queso crema Zamorano y queso crema deslactosado (25 mL de lactasa/L leche con 25 mL CaCl_2 /100 L leche) en presentaciones de 440 g tiene un incremento de L.3.82. (\$0.17) debido al proceso de deslactosado.

5. RECOMENDACIONES

- Procesar cada tratamiento de queso crema deslactosado utilizando más de 10 L de leche para mejorar la textura de los quesos en el procesamiento (atributo que fue el más criticado por los panelistas).
- Evaluar el uso de estabilizadores en las propiedades físico-químicas y sensoriales del queso crema deslactosado con el fin de aumentar su rendimiento.

6. LITERATURA CITADA

Agudelo, D.A. y O. Bedoya. 2005. Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Revista lasallista de investigación* 2(1):38-42.

Arboleda Milanesi, J.C. 2009. Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de leche deslactosada con sabor a chocolate marca Zamorano en el mercado de Tegucigalpa, Honduras. Tesis Ing. Administración de Agronegocios. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. p 7.

Arciniega Castillo, A.C. 2010. Evaluación de ácido cítrico y láctico en la elaboración de queso Zamorella. Tesis Ing. Agroindustria Alimentaria. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. p 16.

Banks, J.M. 2007a. How is cheese yield defined? In: P.L.H McSweeney (ed) *Cheese problems solved*. CRC Press, USA. p 102-104.

Banks, J.M. 2007b. What strategies should be adopted and what are the effects of each treatment to obtain a less Cheddar cheese? In: P.L.H McSweeney (ed) *Cheese problems solved*. CRC Press, USA. p 204-205.

Bermúdez, A.D. y G.V.C. Barbosa. 2010. Processing of Soft Hispanic Cheese (“Queso Fresco”) Using Thermo-Sonicated Milk: A Study of Physicochemical Characteristics and Storage Life. *Journal of Food Science* 75(9):548-558.

Bogue, J.C., C.M. Delahunty, M. Henry y J.M. Murray. 1999. Market-oriented Methodologies to optimize consumer acceptability of Cheddar-type cheese. *British Food Journal* 101(4):301-316.

Boilin, H.R y C.C. Huxsoll. 1991. Control of Minimally Processed Carrot (*Daucus carota*) Surface Discoloration Caused by Abrasion Peeling. *Journal of Food Science* 56(2): 416-422.

Chacón Villalobos, A y M.A Pineda Castro. 2009. Características químicas, físicas y sensoriales de un queso de cabra adaptado del tipo “Crottin de Chavignol”. *Agronomía Mesoamericana* 20(2):297-309.

Chr. Hansen. 2014. Ha-Lactase™, Product information. 7 p.

Cuellar Dole, A.M. 2012. Evaluación de dos tratamientos térmicos y dos concentraciones de cloruro de calcio en las propiedades físico-químicas y sensoriales de la cuajada. Tesis Ing. Agroindustria Alimentaria. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 25 p.

Delahunty, C.M y M.A, Drake. 2004. Sensory Character of Cheese and its Evaluation. In: Patrick F. Fox, Paul L.H, McSweeney, Timothy Cogan y Timothy P. Guinee (ed) Cheese Chemistry, Physics and Microbiology: Third Edition. Elsevier. p 455-487.

Fox, P. F., T.P. Guinee, T.M. Cogan y P.L.H. Mcsweeney. 2000. Fundamentals of cheese science. USA, Aspen Publications, 587p.

Guo, L., D.L. Van Hekken, P.M. Tomasula, J. Shieh. and M.H. Tunick. 2011. Effect of salt on the chemical, functional, and rheological properties of Queso Fresco during storage. International Dairy Journal 21:352-357.

Heyman, M. 2006. Lactose Intolerance in Infants, Children, and adolescents. Official Journal of the American Academy of Pediatrics 118(3):1279-1286.

Horner, T.W., M.L. Dunn, D.L. Eggett y L.V. Ogden. 2011. β -Galactosidase activity of commercial lactase samples in raw and pasteurized milk at refrigerated temperatures. Journal of Dairy Science 94(7):3242-3249.

Law, B.A. 1999. Technology of Cheesemaking. USA. Sheffield Academic Press. p 55.

Law, B.A. y A.Y. Tamime. 2010. Technology of Cheesemaking. 2nd edition. Blackwell Publishing Ltd. West Sussex, United Kingdom. p 138.

Ley Fitosanitaria. 1994. La Gaceta: Diario Oficial No. 27-552. Honduras.

Mahoney, R.R. 1997. Lactose: enzymatic modification. In: Fox PF. (ed) Advanced Dairy Chemistry. Chapman & Hall, London. p 77-125.

Marshall, R.J. 1982. An improved method for measurement of the syneresis of curd formed by rennet action on milk. Journal of Dairy Research 49(02):329-336.

Mattanna Paula. 2011. Desenvolvimento de Requeijão Cremoso Com Baixo Teor de Lactose Produzido por Acidificação Direta e Coagulação Enzimática. Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos. Universidad Federal De Santa Maria Centro De Ciências Rurais, Brasil. 93 p.

Meilgaard, M., G.V, Civille y B.T, Carr. 2000. Sensory Evaluation Techniques, Third Edition, New York, USA, CRC Press. 383 p.

Miezeliene, A., A. Zubriene, S. Budriene, G. Dienys y J. Serikaite. 2000. Use of native and immobilized β -galactosidase in food industry. In: Bielecki S., J, Tramper y J Polak (ed) Food Biotechnology. Elsevier Science B.V., Amsterdam, The Netherlands. p 171-175.

- Molina Reyes, H.M. 2014. Evaluación de factores que afectan el rendimiento del queso Crema y Zarorella en la Planta de Lácteos de la EAP. Tesis Ing. Agroindustria Alimentaria. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 29 p.
- Montoya López, J., Giraldo Giraldo, G., A. y Lucas Aguirre, J., C. 2012. Determinación del índice de blancura en harina de trigo comercial. 19(1):1-3.
- Moreira, V.F y A. López San Román. 2006. Intolerancia a la lactosa. Revista Española de Enfermedades Digestivas 98(2):143.
- Novalin, S., W. Neuhaus y K.D. Kulbe. 2005. A new innovative process to produce lactose-reduced skim milk. Journal of Biotechnology 119(2):212-8.
- Ordoñez Macías, A.L. 2012. Medición de textura de queso crema Zamorano con los texturómetros Brookfield CT3 e Instron 4444. Tesis Ing. Agroindustria Alimentaria. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 20 p.
- Panesar, P.S., R. Panesar, R.S. Singh, J.F. Kennedy y H. Kumar. 2006. Microbial production, immobilization and applications of β -D-galactosidase. Journal of Chemistry Technology Biotechnology 81:530–543.
- Path, J. 1991. Hispanic cheeses: A promising new market for the specialty cheesemaker. University of Wisconsin Dairy Pipeline 3(4)1–4.
- Quevedo, L., M. Rojas y M. Soto. 2011. Intolerancia a la lactosa. Revisión Pediátrica Electrónica. 8(3): 12-16.
- Ramírez Navas, J.S. 2010. Espectrocolorimetría en caracterización de leche y quesos. Tecnología Láctea Latinoamericana 61:52-58.
- Raol, G.G., B.V, Raol, V.S, Prajapati y K.C, Patel. 2014. Kinetic and thermodynamic characterization of a halotolerant β -galactosidase produced by halotolerant *Aspergillus tubingensis* GR1. Journal of Basic Microbiology 54:1–11.
- Revilla, A. 2009. Tecnología de la leche. Honduras. Zamorano Academic Press. Quinta edición. 382 p.
- Rodrigues Pinho, J.N. y F.M. Lopes Passos. 2011. Solvent extraction of β -galactosidase from *Kluyveromyces Lactis* yields a stable and highly active enzyme preparation. Journal of Food Biochemistry 35:323–336.
- Sandra, S., M.A. Standford y L.G. Meunier. 2004. The Use of High-pressure Processing in the Production of Queso Fresco Cheese. Journal of Food Science 69(4)153-158.
- Santos, M. 1987. Leche y sus derivados. México. Trillas, S.A de C.V. p 192.
- Swagerty, D.L., A. D. Walling y R. M. Klein. 2002. Lactose Intolerance. American Family Physician 65(9):1845-1850.

Tunick, M.H., D.L. Van Hekken, S.K. Iandola y P.M. Tomasula. 2012. Characterization of Queso Fresco during Storage at 4 and 10°C. *Journal of Food Research* 1(1):308-319.

Van Dender, A. G. F. 2006. Requeijão cremoso e outros queijos fundidos: Tecnologia de fabricação, controle do processo e aspectos de mercado. Sao Paulo: Fonte Comunicações e Editora. 390 p.

Van Hekken, D.L. y N.Y. Farkye. 2003. Hispanic cheeses: The quest for queso. *Food Technology* 57(1)32-38.

Varela, G., J.M. Ávila y B. Beltrán. 1999. Los nuevos quesos y la salud. España. Fundación Española de la Nutrición (FEN). p 9-11.

Veisseyre, Roger. 1972. Lactología técnica. Traducida por Burgos J. y Heredia, J. Segunda Edición, Zaragoza, España, Acribia. p 326 - 327.

Vinhal, E.F. 2001. Hidrólise da lactose no leite por β -galactosidase de *Kluyveromyces fragilis*. Dissertação Mestrado em Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 100 p.

Tunick, M.H y D.L, Van Hekken. 2010. Rheology and texture of commercial queso fresco cheese made from raw and pasteurized milk. *Journal of Food Quality* 33:204-215.

Walstra, P., T. Geurts., A. Noomen., A. Jellema y M. Boekel. 1999. Dairy Technology: principles of milk properties and processes. New York. Editorial Marcel Dekker Inc. USA. p 549.

Wrolstad, R.E y D.E, Smith. 2010. Color Analysis. In: S. Suzanne Nielsen. ed. Food Analysis: Fourth Edition, Springer Science, Business Media/Purdue University, USA. p 573-586.

7. ANEXOS

Anexo 1. Ficha técnica de Ha Latase 2100.

CHR HANSEN	
Ha-Lactase Líquido Información de Producto	
Descripción:	<p>Ha-Lactase es una preparación de β-galactosidasa (lactasa) neutral producida por fermentación de cepas seleccionadas de una levadura llamada <i>Kluyveromyces fragilis</i>.</p> <p>Ha-Lactase hidrata la lactosa formando una mezcla de glucosa y galactosa.</p> <p>El producto cumple con las especificaciones recomendadas por la JECFA, FAO/WHO y FCC para la categoría de enzimas alimenticias.</p>
Apariencia:	Ha-Lactase es una preparación enzimática líquida de color ambar.
Datos técnicos:	Actividad: Mn. 2850 LAU/ml
	Rango de actividad: - Temperatura: 40-50°C - pH: 6-7
Almacenaje/ Vida útil:	Ha-Lactase mantiene el nivel de actividad declarado al menos por 6 meses desde la fecha de envase cuando se almacena en un rango de temperatura entre 0 y 6°C.
Presentaciones:	Ha-Lactase se comercializa en envases plásticos de 5 l y 30 l.
Aplicación:	<p>Productos lácteos azucarados/ leche condensada</p> <p>Se puede utilizar para la producción de leche con bajo contenido de lactosa destinada para personas que sufren de mala absorción de lactosa. Esta leche puede ser ingerida tanto en forma directa como condensada/ secada.</p> <p>Al producir bebidas lácteas saborizadas a partir de leche tratada con lactasa, el agregado de azúcar puede reducirse sin reducir la dulzura del producto. La cantidad de saborizante agregado también puede reducirse.</p> <p>En la producción de leche condensada, puede evitarse la cristalización de la lactasa tratándola, y de esa forma también se reduce el riesgo de espesamiento, causado por la coagulación de la caseína sobre los cristales de lactosa.</p> <p>Dulce de leche</p> <p>Se hidrata entre el 30 y el 80% de la lactosa. Sin embargo, con un 20% es suficiente para que el producto no presente "arenosidad" hasta los 120 días de fabricación, aunque puede haber un cambio de color u oscurecimiento, por la presencia de grupos reductores activos.</p>

En ensayos realizados con 1,5 ml de Ha-Lactase por litro de leche a hidralizar a 41°C en una hora, el producto no tuvo alteración en su textura durante 10 meses.

Otros ensayos se realizan hidralizando a menor temperatura durante 10 a 20 horas con la misma dosis.

Productos lácteos fermentados

Por lo general, la leche hidralizada con Ha-Lactase fermenta con mayor rapidez que la leche sin Ha-Lactase.

Quando se utiliza leche tratada con lactasa para la producción de quesos cottage o yogur, el período de tiempo que transcurre entre el agregado del cultivo lácteo y la obtención del pH deseado, se reduce significativamente. En el caso de yogures frutados, la cantidad de endulzante agregado puede ser reducido obteniéndose así un producto más bajo en calorías.

Helados

Si el helado se produce con leche o suero tratado con lactasa, o si el propio mix de helado es tratado con Ha-Lactase, no se cristalizará la lactasa, y el defecto "arenosidad" no ocurrirá. En consecuencia, el contenido de suero en polvo en el mix se puede incrementar.

La hidrólisis de la mezcla o mix mejora la cremosidad significativamente.

Tratamiento del suero/ permeado de suero

Con posterioridad al tratamiento con lactasa, el suero y el permeado de suero pueden ser purificados y concentrados en jarabes para su uso en otros productos alimenticios.

Sin purificación, los jarabes son muy buenos como alimentación de ganado.

Ha-Lactase puede ser utilizado en producciones individuales o en procesos continuos.

Modo de uso:

La dosificación de Ha-Lactase depende del grado de hidrólisis deseado, la temperatura y pH de la leche, el tiempo para la reacción y el tipo de leche/sustrato lácteo.

En la Tabla 1 se indica la dosis de Ha-Lactase necesaria para obtener un grado de hidrólisis del 70-80%.

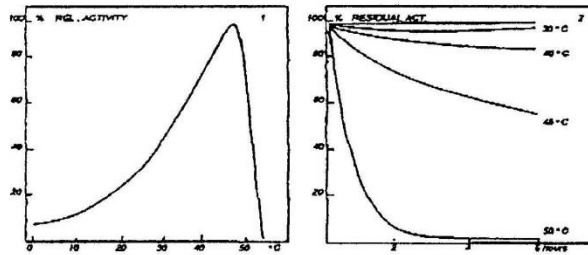
Más información concierne a la actividad y estabilidad con respecto a la temperatura y el pH, ver Figuras 1 - 4.

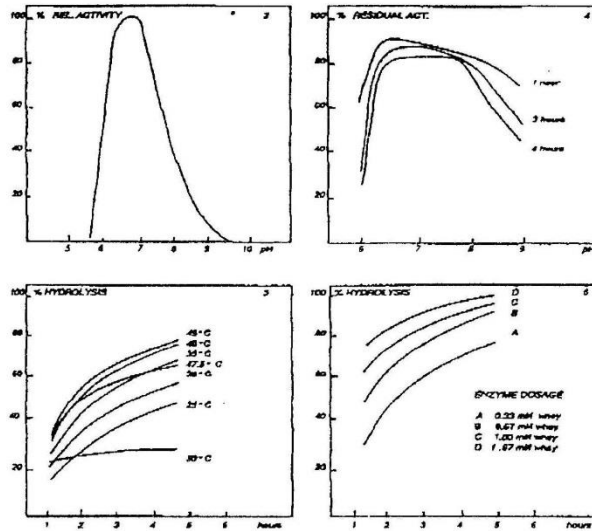
Tabla 1

Temperatura °C	40	5	20	20
Tiempo de reacción en horas	4	20		
Tiempo de reacción en días			3	30
Dosis en ml/l de leche	0.5-1.0	1.5-2.5	0.1-0.2	0.01-0.02

Hidrólisis del batch de leche d 70-80% DH

Las figuras 1 a 4 ilustran la influencia de la temperatura y el pH en la actividad y la estabilidad del Ha-Lactase. La figura 5 ilustra la influencia de la temperatura en la conversión, mientras que la figura 6 muestra la influencia de la dosificación en la conversión





Sustrato:

Permeado de suero
Lactosa 5%
pH: 6.5 T: 40°C

Mediante la selección de la dosis enzimática, el tiempo de reacción, y la temperatura elegida, se obtiene el grado de hidrólisis deseado. El pH deberá permanecer entre 6 y 7.

Servicio Técnico

Las filiales que Chr. Hansen posee en todo el mundo y el personal del Departamento de Asistencia Técnica de Chr. Hansen Argentina S.A. están a vuestra disposición para el respectivo asesoramiento.

La información aquí contenida es, según nuestro conocimiento, verdadera, correcta y presentada de buena fe. Ninguna garantía contra infringimiento de patentes está implícita o inferida. Esta información es ofrecida solamente para vuestra consideración y verificación.

Anexo 2. Hoja de evaluación sensorial utilizada en análisis de aceptación.

Boleta de respuestas, prueba hedónica de aceptación.

Nombre: _____

Instrucciones:

- Tome un sorbo de agua y un mordisco de galleta antes y/o después de cada muestra.
- Usted evaluará siete muestras de queso crema, pruebe las muestras de izquierda a derecha y evalúe los atributos en el orden que se le presentan. Encierre en un círculo la calificación asignada para cada atributo.

1 Disgusta extremadamente	2 Disgusta mucho
3 Disgusta moderadamente	4 Disgusta poco
5 Ni gusta ni disgusta	6 Gusta poco
7 Gusta moderadamente	8 Gusta mucho
9 Gusta extremadamente	

Muestra: 146

Color	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aroma	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Textura	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sabor	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Dulzura	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Acidez	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aceptación	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Muestra: 269

Color	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aroma	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Textura	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sabor	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Dulzura	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Acidez	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aceptación	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Muestra: 325

Color	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aroma	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Textura	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sabor	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Dulzura	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Acidez	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aceptación	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Muestra: 452

Color	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aroma	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Textura	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sabor	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Dulzura	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Acidez	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aceptación	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Muestra: 571

Color	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aroma	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Textura	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sabor	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Dulzura	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Acidez	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aceptación	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Muestra: 612

Color	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aroma	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Textura	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sabor	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Dulzura	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Acidez	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aceptación	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Muestra: 738

Color	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aroma	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Textura	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sabor	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Dulzura	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Acidez	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aceptación	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Comentarios:

Anexo 3. Hoja de evaluación sensorial utilizada en prueba de triángulo

Test Sensorial de Triángulo

INTRUCCIONES:

Pruebe las muestras de izquierda a derecha, limpiando su paladar con agua y un trozo de galleta entre muestras. Dos de las muestras son iguales y una es diferente. Marque con una (X) sobre la muestra que crea diferente.

Muestra	Marque con una (X)	Observaciones
483	_____	_____
694	_____	_____
275	_____	_____

¿En qué fue es diferente?

Anexo 4. Tabla de Meilgaard *et al.*, (2000) utilizada en prueba de triángulo.

TABLE T8
Critical Number of Correct Responses in a Triangle Test
(Entries are $x_{\alpha,n}$)

Entries are the minimum number of correct responses required for significance at the stated α -level (i.e., column) for the corresponding number of respondents, n (i.e., row). Reject the assumption of "no difference" if the number of correct responses is greater than or equal to the tabled value.

n	α							n	α						
	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001		0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001
3	2	2	3	3	3	—	—	31	12	13	14	15	16	18	20
4	3	3	3	4	4	—	—	32	12	13	14	15	16	18	20
5	3	3	4	4	4	5	—	33	13	13	14	15	17	18	21
6	3	4	4	5	5	6	—	34	13	14	15	16	17	19	21
7	4	4	4	5	5	6	7	35	13	14	15	16	17	19	22
8	4	4	5	5	6	7	8	36	14	14	15	17	18	20	22
9	4	5	5	6	6	7	8	42	16	17	18	19	20	22	25
10	5	5	6	6	7	8	9	48	18	19	20	21	22	25	27
11	5	5	6	7	7	8	10	54	20	21	22	23	25	27	30
12	5	6	6	7	8	9	10	60	22	23	24	26	27	30	33
13	6	6	7	8	8	9	11	66	24	25	26	28	29	32	35
14	6	7	7	8	9	10	11	72	26	27	28	30	32	34	38
15	6	7	8	8	9	10	12	78	28	29	30	32	34	37	40
16	7	7	8	9	9	11	12	84	30	31	33	35	36	39	43
17	7	8	8	9	10	11	13	90	32	33	35	37	38	42	45
18	7	8	9	10	10	12	13	96	34	35	37	39	41	44	48
19	8	8	9	10	11	12	14	102	36	37	39	41	43	46	50
20	8	9	9	10	11	13	14	108	38	40	41	43	45	49	53
21	8	9	10	11	12	13	15	114	40	42	43	45	47	51	55
22	9	9	10	11	12	14	15	120	42	44	45	48	50	53	57
23	9	10	11	12	12	14	16	126	44	46	47	50	52	56	60
24	10	10	11	12	13	15	16	132	46	48	50	52	54	58	62
25	10	11	11	12	13	15	17	138	48	50	52	54	56	60	64
26	10	11	12	13	14	15	17	144	50	52	54	56	58	62	67
27	11	11	12	13	14	16	18	150	52	54	56	58	61	65	69
28	11	12	12	14	15	16	18	156	54	56	58	61	63	67	72
29	11	12	13	14	15	17	19	162	56	58	60	63	65	69	74
30	12	12	13	14	15	17	19	168	58	60	62	65	67	71	76
								174	61	62	64	67	69	74	79
								180	63	64	66	69	71	76	81

Note: For values of n not in the table, compute $z = (k - 1(1/3)n) / \sqrt{(2/9)n}$, where k is the number of correct responses. Compare the value of z to the α -critical value of a standard normal variable, i.e., the values in the last row of Table T3 ($z_{\alpha} = t_{\alpha,\infty}$).

Anexo 5. Resumen de la significancia estadística en el análisis sensorial y sus interacciones.

Variable	Color	Aroma	Textura	Dulzura	Sabor	Acidez	Aceptación
	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F
Bloque	<.0001	<.0001	<.0001	0.0003	<.0001	<.0001	<.0001
Día	0.3589	0.2533	0.0885	0.3482	0.0807	0.0015	0.0022
Lactasa	0.5925	0.0331	0.0803	0.0795	0.0005	0.2580	0.0020
CaCl ₂	0.0280	0.0917	0.3279	0.0924	0.0730	0.2681	0.0756
Panelista	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Lactasa* CaCl ₂	0.1980	0.1333	0.1784	0.0954	0.0037	0.0676	0.0139
Día*Lactasa*CaCl ₂	0.1505	0.3791	0.0919	0.1175	0.0554	0.0874	0.0323

Anexo 6. Resumen de la significancia estadística en la dureza, corte, pH, ATECAL y purga del queso crema deslactosado.

Variable	Dureza	Corte	pH	Grasa	ATECAL	Purga
	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F
Bloque	0.0536	0.0839	<.0001	0.6863	0.0139	0.2972
Día	<.0001	0.5090	<.0001	<.0001	<.0001	0.1327
Lactasa	0.1909	0.0509	0.8299	0.1166	0.9231	0.7909
CaCl ₂	0.5884	0.3043	0.1392	0.3864	0.5866	0.0195
Lactasa* CaCl ₂	0.2041	0.4991	0.8997	0.4513	0.7002	0.9226
Día*Lactasa* CaCl ₂	0.8625	0.4083	0.9339	0.3959	0.9892	0.4549

Anexo 7. Resumen de la significancia estadística del índice de blancura, y valores L*, a* y b*

Variable	IB	L	a	b
	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F
Bloque	<.0001	<.0001	0.0002	0.0393
Día	0.0007	0.0630	<.0001	<.0001
Lactasa	0.5593	0.9810	0.5809	0.4256
CaCl ₂	0.0228	0.8987	0.7020	0.0036
Día*Lactasa* CaCl ₂	0.9562	1.0000	0.6353	0.8043

Anexo 8. Promedios acumulados de Aceptación durante los veinte días por repetición.

Tratamiento	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
	F.A. ¹	F.A.	F.A.
1.5L ² 20C ³	46.58	55.11	67.03 [€]
1.5L25C	48.28	54.61	62.06
2.0L20C	44.86	49.14	63.83
2.0L25C	48.11 [€]	57.08 [€]	62.64
2.5L20C	45.56	56.03	64.50 [€]
2.5L25C	48.36 [€]	57.44 [€]	66.22 [€]
NL ⁴ 20C	49.69 [€]	59.08 [€]	63.92

¹Frecuencia acumulada. ²Lactasa. ³Cloruro de calcio. ⁴Sin lactasa. [€]Tratamientos con este signo representan los tres mejores evaluados en cada repetición.

Anexo 9. Correlaciones del análisis sensorial de aceptación general.

	Color	Aroma	Textura	Sabor	Dulzura	Acidez	Aceptación
Color	1	0.8278 [€] <.0001 ¹	0.7586 ^Ω <.0001	0.7264 ^Ω <.0001	0.6977 ^Ω <.0001	0.7650 ^Ω <.0001	0.7408 ^Ω <.0001
Aroma	0.8278 [€] <.0001	1	0.8484 [€] <.0001	0.8517 [€] <.0001	0.7888 ^Ω <.0001	0.8672 [€] <.0001	0.8766 [€] <.0001
Textura	0.7586 ^Ω <.0001	0.8484 [€] <.0001	1	0.8272 [€] <.0001	0.7872 ^Ω <.0001	0.8624 [€] <.0001	0.8936 [€] <.0001
Sabor	0.7264 ^Ω <.0001	0.8517 [€] <.0001	0.8272 [€] <.0001	1	0.9029 [€] <.0001	0.9016 [€] <.0001	0.9454 [€] <.0001
Dulzura	0.6977 ^Ω <.0001	0.7888 [€] <.0001	0.7872 [€] <.0001	0.9029 [€] <.0001	1	0.8745 [€] <.0001	0.8991 [€] <.0001
Acidez	0.7650 ^Ω <.0001	0.8672 [€] <.0001	0.8624 [€] <.0001	0.9016 [€] <.0001	0.8745 [€] <.0001	1	0.9592 [€] <.0001
Aceptación	0.7408 ^Ω <.0001	0.8766 [€] <.0001	0.8936 [€] <.0001	0.9454 [€] <.0001	0.8991 [€] <.0001	0.9592 [€] <.0001	1

¹Significancia estadística (P<0.05). [€]Correlación positiva alta (≥0.80). ^Ω Correlación positiva media (0.60-0.79).

Anexo 10. Correlaciones de los análisis fisicoquímicos.

	L	a	b	BI	grasa	dureza	corte	pH	ATECA L	purga
L	1	0.187	-0.058	0.679 ^Ω	0.030	-0.222	-0.403	-0.221	0.134	0.151
		0.142	0.650	<.0001	0.818	0.081	0.001	0.082	0.297	0.238
a	0.187	1	0.601 ^Ω	-0.332	-0.065	-0.323	-0.350	-0.173	0.465	0.314
	0.142		<.0001 ¹	0.008	0.614	0.010	0.005	0.176	<.0001	0.012
b	-0.058	0.601 ^Ω	1	-0.757	-0.129	-0.173	-0.151	-0.306	0.564	0.251
	0.650	<.0001		<.0001	0.314	0.176	0.237	0.015	<.0001	0.047
BI	0.679 ^Ω	-0.332	-0.757	1	0.111	-0.023	-0.124	0.085	-0.321	-0.090
	<.0001	0.008	<.0001		0.388	0.858	0.331	0.508	0.010	0.484
grasa	0.030	-0.065	-0.129	0.111	1	0.097	0.006	0.085	-0.107	-0.055
	0.818	0.614	0.314	0.388		0.450	0.960	0.509	0.405	0.668
dureza	-0.222	-0.323	-0.173	-0.023	0.097	1	0.501	0.496	-0.544	-0.616 ^Ω
	0.081	0.010	0.176	0.858	0.450		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
corte	-0.403	-0.350	-0.151	-0.124	0.006	0.501	1	0.310	-0.330	-0.547
	0.001	0.005	0.237	0.331	0.960	<.0001		0.013	0.008	<.0001
pH	-0.221	-0.173	-0.306	0.085	0.085	0.496	0.310	1	-0.834 ^ε	-0.497
	0.082	0.176	0.015	0.508	0.509	<.0001	0.013		<.0001	<.0001
ATECA L	0.134	0.465	0.564	-0.321	-0.107	-0.544	-0.330	-0.834 ^ε	1	0.595
	0.297	<.0001	<.0001	0.010	0.405	<.0001	0.008	<.0001		<.0001
purga	0.151	0.314	0.251	-0.090	-0.055	-0.616 ^Ω	-0.547	-0.497	0.595	1
	0.238	0.012	0.047	0.484	0.668	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	