

ELABORACIÓN DE QUESITO ANTIOQUEÑO REDUCIDO EN SODIO Y ADICIONADO CON *Bifidobacterium lactis*

MANUFACTURE OF LOW SODIUM QUESITO ANTIOQUEÑO ADDED WITH *Bifidobacterium lactis*

DESENVOLVIMENTO DE QUESITO ANTIOQUEÑO REDUÇÃO DE SÓDIO E ADICIONADO COM *Bifidobacterium lactis*

EDINSON ELIÉCER BEJARANO-TORO¹; JOSÉ URIEL SEPÚLVEDA-VALENCIA²;
GUILLERMO CORREA-LONDOÑO³

RESUMEN

*El Quesito Antioqueño (QA), es un queso fresco, blando, molido y salado en masa, sin adición de bacterias. Este contiene 2,1% de cloruro de sodio (NaCl). Fue adicionado con Bifidobacterium lactis (bb12) y salado con NaCl (Q1) y mezclas de NaCl/KCl (3:1 (Q2) y 1:1 (Q3), p/p), buscando reducir el contenido de sodio y darle características probióticas. No se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos (Q1, Q2 y Q3) ($P > 0,05$) en algunas variables composicionales humedad, MG/MS, proteína total, cenizas, acidez), químicas (pH) y físicas (a_w , dureza (N), adhesividad ((Joules) * 10^6), elasticidad (mm), cohesividad, gomosidad (N), masticabilidad ((Joules) * 10^6), resiliencia). Se observaron diferencias significativas en la humedad, pH, contenido de proteína y acidez por efecto del tiempo de almacenamiento ($P < 0,05$). Con respecto al contenido de Na y K, hubo diferencias*

Recibido para evaluación: 11 de Abril de 2015. **Aprobado para publicación:** 6 de Enero de 2017.

- 1 Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Facultad de Ciencias Agrarias. Departamento de Ingeniería Agrícola y Alimentos. Grupo de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos (GICTA). MSc. Ciencia y Tecnología de Alimentos Medellín, Colombia. eebejara@unal.edu.co.
- 2 Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Facultad de Ciencias Agrarias. Departamento de Ingeniería Agrícola y Alimentos. Grupo de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos (GICTA). MSc. Ciencia y Tecnología de Alimentos. Medellín, Colombia. jusepul@unal.edu.co.
- 3 Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Facultad de Ciencias Agrarias. Departamento de Ingeniería Agronomica, Medellín, Colombia. gcorrea@unal.edu.co.

Correspondencia: eebejara@unal.edu.co

significativas entre los tratamientos ($P < 0,05$) pero no así en el contenido de Ca. En Q2 el contenido de Na se redujo en 24,2% y el K aumentó en 143% en promedio; para Q3 el Na se redujo en 48,3% y el K aumentó en 311%. El quesito antioqueño elaborado con una sustitución del 50% del Na por K mantiene las características composicionales y fisicoquímicas del producto tradicional, por lo tanto, según los resultados de esta investigación, se puede realizar esta sustitución y además funciona como una excelente matriz para incluir probióticos en la dieta.

ABSTRACT

The quesito antioqueño (QA), fresh, soft, milled and salty cheese, without added bacteria. This cheese contains 2,1% of sodium chloride. Were supplemented with *Bifidobacterium lactis* (bb12) and it was salty with NaCl (Q1) and some mixtures of NaCl/KCl (3:1 (Q2)) and 1:1 (Q3), w/w), to reduce the sodium content and give probiotic characteristics. There were no significant differences between treatments (Q1, Q2 and Q3) ($P > 0,05$) in some compositional (moisture, MG/MS, total protein, ash, acidity), chemical (pH) and physical (hardness, adhesiveness, springiness, cohesiveness, gumminess, chewiness, resilience) characteristics. A significant difference was observed by storage time in moisture, pH, protein content and acidity ($P < 0,05$). With respect to Na and K content, there was a significant difference between treatments ($P < 0,05$) but was not in the Ca content. In Q2 the Na level was decreased 24,2% and K increased 143% in average; in Q3 the Na level was decreased 48,3% and K increased 311%. The processed QA with 50% of Na substitution maintains the traditional compositional and physicochemical characteristics, therefore, according to this investigation results, can be performed this substitution and it is an excellent matrix to include probiotics in the people diet.

PALABRAS CLAVE:

Sustitución, Cloruro de sodio, Cloruro de potasio, Probióticos, Queso fresco.

KEYWORDS:

Substitution, Sodium chloride, Potassium chloride, Probiotics, Fresh cheese.

PALAVRAS-CHAVE:

Substituição, Cloreto de sódio, Cloreto de potássio, Probióticos, Queijo fresco.

RESUMO

O Quesito Antioqueño (QA) é um queijo fresco, macio, moído e salgado em massa, sem a adição de bactérias. Este contém 2,1 % de cloreto de sódio (NaCl). Foi adicionado *Bifidobacterium lactis* (bb12) e salgado com NaCl Q1 e misturas de NaCl/KCl (3:1 (Q2) e 1:1 (Q3), p/p), procurando reduzir o teor de sódio e assim dar características probióticas. Não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos (Q1, Q2 y Q3) ($P > 0,05$) em algumas variáveis composicionais (umidade, MG/MS, proteína total, cinzas, acidez), químicas (pH) e físicas (a_w , dureza (N), adesividade ((Joules) * 10⁶), elasticidade (mm), coesividade, gomosidade (N), mastigabilidade ((Joules) * 10⁶), resiliência). Foram observadas diferenças significativas na umidade, pH, teor de proteína e acidez por efeito do tempo de armazenamento ($P < 0,05$). Quanto ao teor de Na e K, foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos ($P < 0,05$) mas não assim para o teor de Ca. Em Q2 o teor de Na diminuiu 24,2% e K apresentou um aumento médio de 143%; para Q3 o teor de Na diminuiu em 48,3% e K aumentou em 311%. O Quesito Antioqueño elaborado com uma substituição de 50% de Na por K mantém as características composicionais e físico-químicas do produto tradicional, por tanto segundo os resultados da

presente pesquisa esta substituição pode ser realizada, além disso pode funcionar como uma excelente matriz para incluir probióticos na dieta

INTRODUCCIÓN

El queso es clasificado como el producto blando, semiduro, duro o extraduro, madurado o no, obtenido mediante coagulación de la proteína de la leche, por acción de enzimas coagulantes y la separación parcial del suero desprendido del proceso, resultando en la concentración de la proteína, caseína principalmente [1].

La producción de quesos a nivel mundial se estima en 20x10⁶ ton/año [2]. En general los quesos son versátiles, con presentaciones atractivas para las personas de todas las edades; por esta condición son buenos vehículos para incluir probióticos en la dieta [3].

El quesito antioqueño (QA) es un queso fresco, blando, típico del Departamento de Antioquia, donde representa el 80% de la venta de quesos [4]. Éste contiene 2,1% de cloruro de sodio (NaCl); por lo tanto, cada porción de 30 g aporta 0,63 g de NaCl. El consumo de NaCl recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) es de 5 g por persona/día [5], sin embargo, a nivel mundial, se encuentra entre 5,85 y 11,7 g por persona/día [6]. La ingesta de sodio tiene una dosis respuesta a partir de la cual, se asocia con el aumento de la presión sanguínea en humanos [7, 8].

Para catalogar un alimento como bajo en sodio, el aporte no debe exceder 120 mg en 100 g del producto y para ser reducido debe contener 25% menos, comparado con el producto de referencia [9].

Los probióticos son microorganismos vivos que incluidos en los alimentos, en cantidades adecuadas benefician la salud del consumidor, mejorando el balance microbiano intestinal [10].

Los quesos presentan ventajas frente a otros productos que son vehículos de probióticos, como la leche y el yogurt, al crear una barrera amortiguadora al ambiente ácido del tracto gastrointestinal; además, el alto contenido de grasa ofrece protección adicional a la bacteria [3, 11]. Bergamini *et al.*, [12] afirman que se encontró mayor viabilidad para *Bifidobacterium bifidum*, *Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus casei* en una solución de queso, comparado con los encontrados en una solución clorhídrica, cuando se sometieron a pH 3; también,

encontraron que en quesos semiduros se han obtenido recuentos mayores de 10⁷ unidades formadoras de colonia por gramo de producto (UFC/g) de *L. acidophilus* a los seis meses de maduración; Ricciardi *et al.*, [11] confirmaron la viabilidad de cepas de *Lactobacillus plantarum*, *L. paracasei* y *L. rhamnosus* presente en quesos de pasta hilada, tras ser sometidos a diferentes concentraciones de bilis porcina; Sepúlveda [13] realizó trabajos sobre la adición de *L. casei* en queso crema; Castaño [14] en queso fresco y Silva *et al.*, [15] probaron la capacidad del queso fresco latinoamericano, para proteger bacterias probióticas al paso por el tracto gastrointestinal, demostrando la excelente aptitud de este tipo de productos, para ser vehículo de probióticos en la dieta.

Por lo anterior, es importante realizar investigaciones que conduzcan al desarrollo de productos reducidos en sodio y con efectos funcionales, que sean de alto impacto para la población, sin afectar sus características tradicionales. Este desarrollo implica un conocimiento a fondo de la tecnología de elaboración del producto y la influencia de ésta en la sobrevivencia del probiótico y de éste sobre la calidad global del producto final.

El objetivo de esta investigación fue el desarrollo de QA reducido en sodio y adicionado con *Bifidobacterium lactis* (bb12) como cultivo probiótico, con el fin de ayudar a prevenir el consumo excesivo de sodio y, a la vez, ofrecer un producto con características probióticas.

MÉTODO

Elaboración del Quesito Antioqueño

La elaboración se realizó en el Laboratorio de Productos Lácteos de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Se empleó leche proveniente de la hacienda Paysandú, propiedad de la misma institución.

La elaboración se realizó con base en lo establecido por ICTA [16] y Sepúlveda[13], con algunas modificaciones. La leche fue termizada a 40°C y homogenizada a 750-800 lb/in²(psi), se pasteurizó a 63°C con retención de 30 min; luego, se estabilizó a 26°C, se aplicó cloruro de calcio en (0,01%). Se coaguló en 45 min a la misma temperatura. El corte se realizó con liras de 1 cm³, un ciclo de agitación de 10 min y reposo por 5 min. Se desueró en filtros de algodón, por 10 min, se aplicó 2,1% de sal, sustituyendo parcialmente el cloruro de sodio (NaCl), por cloruro de potasio (KCl). Para determinar el rango en el cual se iba a realizar la sus-

titución se llevó a cabo un ensayo previo en el cual se reemplazó hasta el 100 del NaCl por KCl y se sometió a un análisis sensorial hedónico y como resultado se obtuvo que, a nivel sensorial, el máximo nivel aceptable de sustitución es 50% (relación 1:1). Cuando el queso fue salado con una relación 3:1 (NaCl:KCl) se denominó Q2; cuando esta fue 1:1 (NaCl:KCl) Q3 y el control, donde sólo se aplicó NaCl, Q1. El producto se homogenizó manualmente por 3 minutos y, luego, se sometió a un proceso de molienda por fricción, hasta lograr la textura cremosa característica. En este punto se aplicó el cultivo liofilizado comercial probiótico de *Bifidobacterium lactis* (bb12), con la dosificación recomendada por el fabricante y se mezcló, manualmente, por 2 min; finalmente, se moldeó y empacó en presentación de 250 g, y se almacenó a 4°C.

Caracterización del quesito antioqueño

Se realizó el muestreo a los días 1, 12 y 21 de almacenamiento. Los ensayos se realizaron por triplicado, con materiales grado reactivo. La muestra fue preparada con base en el método AOAC 955.30, [17]; a) El porcentaje de proteína se determinó por el método Kjeldahl [17]; b) las cenizas por incineración a $550 \pm 1^\circ\text{C}$ [17]; c) la grasa por el método volumétrico de Babcock usado por Morales, Rodríguez y Sepúlveda [18] y AOAC 989.04 [17]; d) la humedad por el método del secador con aire forzado a $130 \pm 1^\circ\text{C}$ por 1,25 h [17]; e) la actividad de agua por medio de un higrómetro de punto de rocío a $25^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ serie 3TE, Decagon Devices INC [19]; f) el pH con un potenciómetro, que es introducido, directamente, en la masa del queso [20]; g) la acidez titulable por titulación con NaOH 0,1N y como indicador fenolftaleína al 2% [17]; h) la determinación de sodio (Na), potasio (K) y calcio (Ca) se realizó por espectrofotometría de absorción atómica [17].

Análisis Perfil de textura (TPA)

Se realizó con un analizador de textura Micro Systems modelo TA-XT2, con el software Texture Expert Exceed, versión 2.64. El QA fue porcionado con una probeta cilíndrica de 2,5 cm de diámetro y 2,3 cm de altura, con una compresión de 70%, se determinó Dureza (N), Adhesividad (Joules) $\times 10^{-6}$, Elasticidad (mm), Cohesividad (adimensional), Gomosidad (N), masticabilidad (Joules) $\times 10^{-3}$ y resiliencia [21].

Viabilidad *Bifidobacterium bifidum*

La viabilidad del *Bifidobacterium lactis* (bb12) de determinó en placa a los 1, 12 y 21 días de la elaboración del queso.

Para cada muestreo se tomaron 10 g, en una bolsa y se maceró. Luego, se realizaron diluciones seriadas de 1 parte de la muestra en 9 partes de agua peptonada. Con este procedimiento se obtuvieron diluciones desde 10^{-1} hasta 10^{-9} ; de esta última, se tomó 1 mL que fue puesto en caja Petri, y se le agregó medio MRS líquido, se homogenizó y se incubó en anaerobiosis a 37°C, por 5 días. Se usó el indicador de anaerobiosis de Oxoid® BR0055B. Posteriormente, se contaron las colonias obtenidas en cada dilución [14, 22, 23].

Análisis estadístico

Para cada una de las variables respuesta (características composicionales, químicas y físicas) se realizó un análisis de varianza, considerando la estructura factorial de los tratamientos (tres niveles de sustitución y tres tiempos), con base en un diseño de bloques completos azar, tomando cada lote de preparación como factor de bloqueo. Para determinar diferencias entre medias se usó el test de Tukey, con $\alpha = 0,05$. Cuando no se encontraron diferencias significativas entre las medias, con el $\alpha = 0,05$, se usó una prueba de equivalencia para confirmar que éstas eran iguales con un nivel de significancia $\alpha = 0,05$. Todos los análisis se realizaron en paquete estadístico SAS®.

RESULTADOS

Caracterización del QA

En el cuadro 1, se muestran los resultados obtenidos en los días 1, 12 y 21 de almacenamiento, de los análisis realizados a los tratamientos Q2, Q3 y el control Q1, todos estos adicionados con *Bifidobacterium lactis* (bb12).

El tiempo de almacenamiento tuvo efecto significativo ($P < 0,05$) sobre el contenido de humedad, pH, acidez, proteína total y contenido de materia grasa en materia seca (MG/MS). La humedad fue superior a la reportada en otros estudios por el ICTA [16] y Sepúlveda [13]. La humedad se redujo durante el almacenamiento debido al desuerado que se presenta por la contracción de la matriz proteica, fenómeno reportado, también, por Sepúlveda [13]. A pesar del efecto deshidratante de la sal en los quesos [3], la sustitución del NaCl por KCl no ejerció un efecto significativo ($P > 0,05$) sobre esta característica; por lo tanto, el QA reducido en sodio mantiene las condiciones del producto tradicional, de esta manera lo reportaron Karimi *et al.*, [24], Hystead *et al.*, [25], McMahon *et al.*, [26], Gomes *et al.*, [27] Ayyash y Shah [28] y Ayyash

Cuadro 1. Análisis físico-químicos realizados al QA.

Tiempo (días)	Tratamiento	Humedad (%)	a_w	pH	MG/MS ^D (%)	Acidez (%)	Cenizas (%)	Proteína (%)
1	Q1*	63,37 ^a	0,958 ^a	6,35 ^a	46,25 ^a	0,10 ^a	3,56 ^a	12,73 ^a
	Q2**							
	Q3***							
12	Q1	61,75 ^b	0,954 ^a	6,19 ^b	45,97 ^a	0,11 ^{ab}	3,61 ^b	13,67 ^b
	Q2							
	Q3							
21	Q1	60,01 ^c	0,952 ^a	5,84 ^c	49,49 ^b	0,13 ^b	3,62 ^d	14,61 ^b
	Q2							
	Q3							

Medias dentro de las columnas y día de almacenamiento con letra diferente difieren significativamente ($P < 0,05$)

* Q1 tratamiento de 100% NaCl y 0% KCl (control) ** Q2 Tratamiento de 75% NaCl y 25% KCl

*** Q3 Tratamiento 50% NaCl y 50% KCl. D Materia grasa en materia seca

et al., [29], en queso feta, cheddar, minas fresh, mozzarella y akawi, respectivamente. Por el contrario, cuando se han realizado reducciones de NaCl, sin sustituirlo con otra sal, se han observado diferencias en el contenido de humedad, como lo reportaron Rulikowska *et al.*, [30] en queso Cheddar; los cuales obtuvieron una humedad de 42,15% cuando aplicaron 0,5% de NaCl, pero cuando aumentaron a 3,0% de esta misma sal, la humedad se redujo hasta 38,47%. También, Grummer *et al.*, [31] afirmaron que la reducción del NaCl sin el uso de sales sustituyentes resulta en productos de alta humedad, con defectos de textura y sabor, por la actividad enzimática no inhibida por la concentración tradicional de sales. La actividad bacteriana aumenta la concentración de ácido láctico en el queso, aumentando la acidez y reduciendo el pH, como se observa en el Cuadro 1, efectos similares fueron reportados por Sepúlveda [13] y Gomes *et al.*, [27] en quesito antioqueño y queso minas fresh, respectivamente.

La humedad, la actividad de agua (a_w), el pH, MG/MS, la acidez, el contenido de cenizas y de proteína no se alteraron significativamente por la sustitución de NaCl por KCl ($P > 0,05$). La a_w observada estuvo dentro del rango normal para quesos frescos, que según Engels *et al.*, [33] varía entre 0,95-0,99. En general, las sales en el alimento no solo reducen el a_w , sino, la transferencia de masas de la célula bacteriana [3]. Pacheco *et al.*, [34] afirmaron que las propiedades funcionales del KCl son similares a las del NaCl dentro de las matrices alimenticias. Sin embargo, cuando el NaCl es reducido sin sustitución, la a_w aumenta como lo reportaron El-Barky *et al.*, [35] en un queso de imitación, donde esta característica aumentó desde 0,975 en un queso con 1,5% de NaCl a 0,982

en uno con 0% de NaCl. Resultados similares también fueron reportados por Ayyash *et al.*, [36], Gomes *et al.*, [27] y Grummer *et al.*, [31], en queso halloumi, minas fresh y cheddar, respectivamente.

En el Cuadro 2 se relacionan el contenido de sodio (Na) y potasio (K) en el QA, así como la magnitud de la reducción obtenida.

El contenido de Na y K varió de forma significativa por los tratamientos ($P < 0,05$). El Na disminuyó hasta en 49,9% en Q3; esta tendencia continuó durante todo el tiempo de almacenamiento. En el tratamiento Q2 la reducción fue del 24,3%, pudiendo así, catalogar el producto como reducido en Na, según la resolución 333 del Ministerio de Protección Social de Colombia [9].

Por otro lado, el K aumentó hasta en Q2 y Q3 en 188 y 388% respectivamente, como se observa en la Cuadro 2. En trabajos realizados por Gomes *et al.*, [27], Rulikowska *et al.*, [30] y McMahon *et al.*, [26], en queso minas fresh y cheddar, se han reportado comportamientos similares a los encontrados en el presente estudio, en cuanto a reducciones significativas de Na y aumento en el contenido de K.

Análisis del TPA (perfil de textura)

En el Cuadro 3 se encuentran los valores obtenidos del QA, en cada tratamiento y tiempo de almacenamiento.

En general, los tratamientos no tuvieron efecto significativo sobre las características de textura del QA,

Cuadro 2. Contenido de Na, K y Ca en el QA en 21 días de almacenamiento y 3 niveles de sustitución de NaCl por KCl.

Tiempo de almacenamiento (días)	Tratamiento	Na (%)	% reducción	K (%)	% Aumento	Ca (%)
1	Q1	0,780 ^a		0,136 ^a		0,460 ^a
	Q2	0,593 ^b	24,4	0,366 ^b	169,1	0,513 ^a
	Q3	0,413 ^c	47,1	0,620 ^c	355,9	0,460 ^a
12	Q1	0,751 ^a		0,215 ^a		0,493 ^b
	Q2	0,583 ^b	22,3	0,343 ^b	71,5	0,476 ^b
	Q3	0,376 ^c	49,9	0,583 ^c	191,5	0,473 ^b
21	Q1	0,723 ^a		0,124 ^a		0,523 ^c
	Q2	0,536 ^b	25,9	0,346 ^b	188,3	0,526 ^c
	Q3	0,376 ^c	48	0,586 ^c	388,3	0,533 ^c

* Medias dentro de las columnas y día de almacenamiento con letra diferente difieren significativamente ($P < 0,05$)

($P > 0,05$), por lo tanto, se pueden realizar sustituciones hasta de 50% de KCl por NaCl sin notarse cambios con respecto a un producto tradicional.

Sin embargo, Guinee [38], afirma que los quesos sin sal tienden a ser más suaves en la corteza y cremosos, con parados con quesos adicionados con esta. Katsiari *et al.*, [32] encontraron que los quesos salados con mezclas de KCl/NaCl son más suaves que el testigo que sólo incluye NaCl; Ayyash *et al.*, [36] obtuvieron resultados similares y afirman que el KCl puede jugar el mismo rol en el queso Halloumi, que el NaCl, comportamiento similar al encontrado en este trabajo.

La elasticidad y la resiliencia fueron afectadas significativamente, ($P < 0,05$), por el tiempo de almacenamiento, debido a la contracción de la matriz proteica y la pérdida de humedad.

Viabilidad del *Bifidobacterium lactis*

Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 4. No existieron diferencias significativas, en el recuento bacteriano (UFC/g) entre los tratamientos ($P > 0,05$). En el día 1, la viabilidad para Q1 estuvo en $6,5 \times 10^6$ UFC/g y llegó hasta $5,02 \times 10^9$ UFC/g en el día 22; para Q2 inició en $9,21 \times 10^6$ UFC/g y al día 22 aumentó a $4,34 \times 10^8$ UFC/g y para 3 inició en $1,23 \times 10^7$ UFC/g y al día 22 estuvo en $2,45 \times 10^8$ UFC/g.

La concentración del cultivo, siempre, aumentó hasta llegar, en todos los tratamientos, a concentraciones superiores a 10^8 UFC/g, satisfaciendo lo especificado por Tamime [39] y el Ministerio de Protección Social de Colombia [37], los cuales afirman que para obtener los efectos benéficos en la salud del consumidor, la viabilidad debe mantenerse superior a 10^6 UFC/g. Este

Cuadro 3. Efecto de los tratamientos* y el tiempo sobre las características evaluadas en el TPA del QA.

Característica	Tratamiento			Tiempo (días)		
	Q1	Q2	Q3	1	12	21
Dureza (N)	6,65 ^a	6,55 ^a	6,11 ^a	6,627 ^a	6,367 ^a	6,331 ^a
Adhesividad (Joules) * 10^{-6}	-0,331 ^a	-0,369 ^a	-0,294 ^a	-0,286 ^a	-0,279 ^a	-0,427 ^a
Elasticidad (mm)	1,034 ^a	0,942 ^a	0,96 ^a	1,009 ^a	1,038 ^a	0,89 ^b
Cohesividad	0,7 ^a	0,713 ^a	0,714 ^a	0,702 ^a	0,73 ^a	0,694 ^a
Gomosidad (N)	4,465 ^a	4,565 ^a	4,195 ^a	4,466 ^a	4,514 ^a	4,245 ^a
Masticabilidad (Joules) * 10^{-3}	4,888 ^a	4,555 ^a	4,226 ^a	4,765 ^a	4,876 ^a	4,035 ^a
Resiliencia	0,481 ^a	0,492 ^a	0,47 ^a	0,457 ^a	0,471 ^a	0,514 ^b

* Medias dentro de las columnas y día de almacenamiento con letra diferente difieren significativamente ($P < 0,05$)

Cuadro 4. Recuento de *Bifidobacterium lactis* (bb12) (UFC/g) en QA con inclusión de KCl en los días 1, 12 y 21 de almacenamiento.

Tratamiento	Tiempo (días)	UFC/g
Q1	1	6,53x10 ⁶
	12	2,5x10 ⁶
	21	5,02x10 ⁹
Q2	1	9,21x10 ⁶
	12	8,31x10 ⁷
	21	4,34x10 ⁸
Q3	1	1,23x10 ⁷
	12	8,56x10 ⁷
	21	2,45x10 ⁸

comportamiento del cultivo probiótico en el queso, durante el almacenamiento, también, ha sido reportados por Buriti *et al.*, [40]; Souza y Saad [41] para *L. paracasei* y el *L. acidophilus* entre el día 1 hasta el día 21 en queso Minas Fresh y Karimi *et al.*, [24] con *Lactobacillus casei* en queso feta después de 90 días de maduración; Castaño [14] evaluando un queso fresco bajo en grasa, adicionado con *Bifidobacterium ssp.*, también, reportó incremento de UFC/g entre el día 1 y 12 de almacenamiento; Vinderola *et al.*, [42] obtuvieron recuentos de 10⁶ ufc/g, al usar cepas de *Bifidobacterium ssp.*, y *L. acidophilus*, evaluados en queso fresco Argentino entre el día 0 y el 60 de almacenamiento en refrigeración; Sepúlveda [13], reportó recuentos de 10⁷ UFC/g, en QA y Queso Crema, el cual fue estable durante el tiempo de almacenamiento. El QA es una matriz apta para la inclusión de probióticos en la dieta, en su presentación tradicional o realizando reducciones de NaCl por KCl.

CONCLUSIONES

No se evidenciaron diferencias significativas entre Q3, Q2 y Q1 en las características evaluadas, por lo tanto, se puede elaborar un QA con sustitución del 50% de NaCl por KCl, sin que se encuentren diferencias significativas, en las características evaluadas, con respecto a un producto tradicional (100% NaCl). El QA es excelente matriz para incluir probióticos en la dieta de la población, al mantener recuentos bacterianos superiores de 10⁸ UFC/g en el producto, con 21 días de almacenamiento.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a COLCIENCIAS por la financiación de este proyecto por medio del convenio 2012-0837. Al señor Gerardo de Jesús Arbeláez rojas, gerente de la empresa AURALAC y al Laboratorio de Productos Lácteos de la Unviersidad Nacional de Colombia Sede Medellín.

REFERENCIAS

- [1] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Codex Stan 283-1978, Enmienda 2013. Norma general del codex para el queso. Roma (Italia): 2013, 5 p.
- [2] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Food Outlook: biannual report on global food markets. Roma (Italia): 2015, p. 54-58
- [3] CRUZ, G., FARIA, J., POLLONIO, R., BOLINI, A., CELEGHINI, S., GRANATO, D. and SHAH, P. Cheeses with reduced sodium content: Effects on functionality, public health benefits and sensory properties. Trends in Food Science & Technology, 22(6), 2011, p. 276-291.
- [4] CAJIAO, N. El Espectador. Hay que salir de los cuatro quesitos [online]. 2011. Disponible:www.elespectador.com/unchanton/articulo-317997-hay-que-salir-de-los-cuatro-quesitos. [Citado 22 de abril de 2014].
- [5] ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). Ingesta de sodio en adultos y niños. Ginebra (Suiza): 2013, 170 p.
- [6] TAKASE, H., SUGIURA, T., KIMURA, G., OHTE, N. and DOHI, Y. Dietary Sodium Consumption Predicts Future Blood Pressure and Incident Hypertension in the Japanese Normotensive General Population. Journal of the American Heart Association, 4(8), 2016, p. 1-8.
- [7] PARK, J. and KWOCK, C.K. Sodium intake and prevalence of hypertension, coronary heart disease, and stroke in Korean adults. Journal of Ethnic Foods, 2(3), 2015, p. 92-96.
- [8] PANOUILLÉ, M., SAINT-EVE, A., DE LOUBENS, C., DÉLÉRIS, I. and SOUCHON, I. Understanding of the influence of composition, structure and texture on salty perception in model dairy products. Food hydrocolloids, 25(4), 2011, p. 716-723.

- [9] COLOMBIA. MINISTERIO DE PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución número 333. Bogotá (Colombia): 2011, 29 p.
- [10] DWIVEDI, M., KUMAR, P., LADDHA, N.C. and KEMP, E.H. Induction of regulatory T cells: A role for probiotics and prebiotics to suppress autoimmunity. *Autoimmunity Reviews*, 15, 2016, p. 379-392.
- [11] RICCIARDI, A., GUIDONE, A., IANELLO, R., CIOFFI, S., APONTE, M., PAVLIDIS, D., TSAKALIDOU, E., ZOTTA, T. and PARENTE, E.A. Survey of non-starter lactic acid bacteria in traditional cheeses: Culture dependent identification and survival to simulated gastrointestinal transit. *International Dairy Journal*, 43, 2015, p. 42-50.
- [12] BERGAMINI, C.V., HYNES, E.R., QUIBERONI, A., SUÁREZ, V.B. and ZALAZAR, C.A. Probiotic bacteria as adjunct starters: influence of the addition methodology on their survival in a semi-hard Argentinean cheese. *Food research international*, 38(5), 2012, p. 597-604.
- [13] SEPULVEDA, J. Desarrollo de quesos frescos con la adición del cultivo probiótico *Lactobacillus casei* [Tesis de maestría]. La Habana (Cuba): Universidad de la Habana, Instituto de Farmacia y Alimentos, 2007, 130 p.
- [14] CASTAÑO, M. Viabilidad de un cultivo probiótico en un queso fresco bajo en grasa [Tesis de maestría]. Manizales (Colombia): Universidad Nacional De Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias, 2000, 70 p.
- [15] SILVA, C.C.G., DOMINGOS-LOPES, M.F.P., MAGALAES, V.A.F., FREITAS, D.A.S., COELHO M.C., ROSA, H.J.D. and DAPKEVICIUS, M.L.N.E. Short communication: Latin-style fresh cheese enhances lactic acid bacteria survival but not *Listeria monocytogenes* resistance under in vitro simulated gastrointestinal conditions. *Journal Of Dairy Science*, 98(7), 2015, p. 4377-4383.
- [16] COLOMBIA. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS (ICTA). Manual de elaboración del quesito antioqueño. 1 ed. Bogotá (Colombia): Universidad Nacional de Colombia, 1987, 30 p.
- [17] AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (AOAC). Official methods of analysis of AOAC international. 16th ed. AOAC International. Arlington (EEUU): 1997, 1202 p.
- [18] MORALES, M.M.M., RODRÍGUEZ, E.R. y SEPÚLVEDA, J.U.S. Evaluación de las propiedades físicas y texturales del buñuelo. *Revista Lasallista de Investigación*, 9(2), 2012, p. 112-121.
- [19] LÓPEZ-TENORIO, J.A., RODRIGUEZ-SANDOVAL, E. y SEPÚLVEDA-VALENCIA, J.U. Evaluación de características físicas y texturales de pandebono. *Acta Agronómica*, 61(3), 2012, p. 273-281.
- [20] SOODAM, K., ONG, L., POWELL, I.B., KENTISH, S.E. and GRAS, S.L. Effect of calcium chloride addition and draining pH on the microstructure and texture of full fat Cheddar cheese during ripening. *Food Chemistry*, 181, 2015, p. 111-118.
- [21] VELASCO, R., ORDÓÑEZ J.A., CABEZA, C.A. and CAMBERO, M.I. Effect of E-beam sanitation of surface mould cheese on texture and sensory attributes. *LWT - Food Science and Technology*, 70, 2016, p. 1-8.
- [22] DELGADO, S. Microbiota intestinal humana: análisis y evolución de poblaciones representativas e identificación de bacterias probióticas [Ph.D. Comunicación de tesis]. Oviedo (España): Universidad de Oviedo, 2005, 350 p.
- [23] SANZ, Y., PALMA, G., SANCHEZ, E. y MEDIANA, M. Bacterias y productos derivados para fortalecer las defensas y reducir el riesgo de enfermedad. Madrid (España): Oficina de Patentes Españolas, 2331863, 2010.
- [24] KARIMI, R., MORTAZAVIAN, A.M., and KARIMI, M. Incorporation of *Lactobacillus casei* Iranian ultrafiltered Feta cheese made by partial replacement of NaCl with KCl. *Journal of Dairy Science*, 95(8), 2012, p. 4209-4222.
- [25] HYTEAD, E., DIEZ-GONZALES, F. and SCHOENFUSS, T.C. The effect of sodium reduction with and without potassium chloride on the survival of *Listeria monocytogenes* in Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*, 96(10), 2013, p. 6172-6185.
- [26] MCMAHON, D.J., OBERG, C.J., DRAKE, M.A., FARKYE, N., MOYES, L., ARNOLD, M., GENESAN, B., STEELE, J. and BROADBENT, J.R. Effect of sodium, potassium, magnesium, and calcium salt cations on pH, proteolysis, organic acids, and microbial populations during storage of full-fat Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*, 97(8), 2014, p. 4780-4798.
- [27] GOMES, A.P., CRUZ, A.G., CADENA, R.S., CELEGHINI, R.M.S., FARIA, J.A.F., BOLINI, H., POLLO-NIO, M. and GRANADO, D. Manufacture of low-sodium minas fresh cheese: effect of the partial replacement of sodium chloride with potassium chloride. *Journal Of Dairy Science*, 94(6), 2011, p. 2701-2706.
- [28] AYYASH, M.M. and SHAH, N.P. The effect of substitution of NaCl with KCl on chemical composition

- and functional properties of low-moisture Mozzarella cheese. *Journal Of Dairy Science*, 94(8), 2011, p. 3761-3768.
- [29] AYYASH, M.M., SHERKAT, F. and SHAH, N.P. The effect of NaCl substitution with KCl on akawi cheese: Chemical composition, proteolysis, angiotensin-converting enzyme-inhibitory activity, probiotic survival, texture profile, and sensory properties. *Journal Of Dairy Science*, 95(9), 2012, p. 4747-4759.
- [30] RULIKOWSKA, A., KILCAWLEY, K.N., DOOLAN, I.A., ALONSO-GOMEZ, M., NONGONIERMA, A.B., HANNON, J.A. and WILKINSON, M.G. The impact of reduced sodium chloride content on Cheddar cheese quality. *International Dairy Journal*, 28(2), 2013, p. 45-55.
- [31] GRUMMER, J., BOBOWSKI, N., KARALUS, M., VICKERS, Z. and SCHOENFUSS, T. Use of potassium chloride and flavor enhancers in low sodium Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*, 96(3), 2013, p. 1401-1418.
- [32] KATSIARI, M.C., VOUSINAS, L.P., ALICHANIDIS, E. and ROUSSIS, I.G. Reduction of Sodium Content in Feta Cheese by Partial Substitution of NaCl by KCl. *International Journal of Dairy Science*, 7(6), 1997, p. 465-472.
- [33] ENGELS, W., BURSEG, K. and DUSTERHOFT, E.M. Lowering salt in cheese. *Food Science and Technology International*, 25(2), 2011, p. 36-40.
- [34] PACHECO-PÉREZ, W.A., ARIAS-MUÑOZ, C.E. y RESTREPO-MOLINA, D.A. Efecto de la reducción de cloruro de sodio sobre las características de calidad de una salchicha tipo seleccionada. *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía*, 65(2), 2012, p. 6779-6787.
- [35] EL-BAKRY, M., BENINATI, F., DUGGAN, D., O'RIORDAN, E.D. and O'SULLIVAN, M. Reducing salt in imitation cheese: Effects on manufacture and functional properties. *Food Research International*, 44(2), 2011, p. 589-596.
- [36] AYYASH, M.M., SHERKAT, F., FRANCIS, P., WILLIAMS, R.P.W. and SHAH, N.P. The effect of sodium chloride substitution with potassium chloride on texture profile and microstructure of Halloumi cheese. *Journal of Dairy Science*, 94(1), 2011, p. 37-42.
- [37] DABOUR, N., KHEADR, E., BENHAMOU, N., FLISS, I. and LAPOINTE, G. Improvement of texture and structure of reduced fat cheddar cheese by exopolysaccharide producing lactococci. *Journal of Dairy Science*, 89(1), 2006, p. 95-110.
- [38] GUINEE, T.P. and FOX, P.F. Salt in cheese: physical, chemical and biological aspects. *Cheese: chemistry, Physics and Microbiology*. 3 ed. Londres (Inglaterra): Elsevier, vol. 1, 2004, p. 207-259.
- [39] TAMIME, A.Y. *Processed Cheese and Analogues: An Overview*. 1 ed. Oxford (UK): Blackwell Publishing Ltd., 2011, 340 p.
- [40] BUTIRI, F.C., DA ROCHA, J.S., ASSIS, E.G. and SAAD, S.M. Probiotic potential of Minas fresh cheese prepared with the addition of *Lactobacillus paracasei*. *LWT-Food Science and Technology*, 38(2), 2015, p. 173-180.
- [41] SOUZA, C.H. and SAAD, S.M. Viability of *Lactobacillus acidophilus* La-5 added solely or in co-culture with a yoghurt starter culture and implications on physico-chemical and related properties of Minas fresh cheese during storage. *Food Science and Technology*, 42(2), 2009, p. 633-640.
- [42] VINDEROLA, C.G. and REINHEIMER, J.A. Enumeration of *Lactobacillus casei* in the presence of *L. acidophilus*, *bifidobacteria* and lactic starter bacteria in fermented dairy products. *International Dairy Journal*, 10(4), 2012, p. 271-275.