

ACCIÓN SIMBIÓTICA DEL *Lactobacillus Acidophylus* - HARINA DE MAÍZ E INULINA EN VIDA ÚTIL DEL QUESO

SYMBIOTIC EFFECT OF *Lactobacillus Acidophylus*, CORN FLOUR AND INULIN ON THE FRESHNESS OF A TYPE OF ECUADORIAN CHEESE

Yessenia Maribel García Montes¹ y Johnny Manuel Navarrete Alava²

¹Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Vía San Mateo S/N - Manta- Ecuador

²Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Sitio El Limón, Campus Politécnico Calceta, Manabí, Ecuador

Contacto: jesanahi1@hotmail.com

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo prolongar la vida útil del queso fresco mediante la acción microbiana en la cual se emplearon dosis de 1.35, 2.35 y 3.35 g de microorganismos probióticos (*Lactobacillus acidophilus*) y mezclas de ingredientes prebióticos (harina de maíz + inulina) en niveles de 7.14 g (5 g + 2.14 g), 9.1g (6.4 g + 2.7 g), 11.14 g (7.8 g + 3.34 g). Sus combinaciones aplicadas sobre nueve litros de leche originaron nueve tratamientos, más uno sin aplicación de probiótico ni prebiótico (testigo); distribuidos bajo un diseño experimental completamente al azar, en arreglo factorial 3 x 3 + 1 y tres réplicas. Los resultados mostraron que la mayor dosificación (3.35 g) de probiótico combinada con el más alto nivel (11.14 g) de prebiótico (harina de maíz, 7.8 g e inulina, 3.34 g) logró conservar por 30 días, las características microbiológicas, bromatológicas y organolépticas óptimas y aceptables del queso fresco.

Palabras clave: Prebióticos, probióticos, vida útil, microorganismos, producto lácteo funcional

ABSTRACT

The present study aimed to extend the freshness of a type of Ecuadorian cheese (Queso fresco) through microbial activity. Three doses of 1.35, 2.35 and 3.35 g of probiotic microorganisms (*Lactobacillus acidophilus*) and various mixtures of prebiotic ingredients (corn flour + inulin) were employed in levels of 7.14 g (5 g + 2.14 g), 9.1g (6.4 g + 2.7 g) and 11.14 g (7.8 g + 3.34 g). Each resulting combination was incorporated into a liter of milk producing a total of nine treatments, plus one without application of probiotic or prebiotic (control), distributed under a completely randomized design in factorial arrangement 3 x 3 + 1 and three replicates. The results showed that the larger probiotic dosification (3.35 g) combined with the larger prebiotic level (11.14 g –corn flour: 7.8 g and inulin: 3.34 g) achieved the optimum and acceptable preservation levels of the microbiological, bromatological and organoleptic properties of fresh cheese for 30 days.

Keywords: Prebiotic, Probiotic, Freshness, Microorganisms, Functional Dairy Product.

Recibido: 09 de Diciembre del 2013

Aceptado: 24 de Marzo del 2014

ESPAMCIENCIA 5(1): 39-46/2014

INTRODUCCIÓN

Se calcula que más del 20% de los alimentos producidos en el mundo se pierden por acción de microorganismos. Sin embargo la clave para el control microbiológico tanto de la inocuidad como de la alteración de los alimentos reside en el conocimiento y en la aplicación de los principios de la ecología microbiana, (relación entre los microbios y su medio), dando como resultado su crecimiento, supervivencia y muerte.

En el campo de la biotecnología de alimentos, se estudia una forma de regular la actividad de los microorganismos contaminantes agregando, de manera controlada, aquellos que pueden mejorar el aroma y sabor de los quesos (François *et al.*, 2011).

Los microorganismos probióticos que se emplean en los productos lácteos son utilizados fundamentalmente en la elaboración de leches fermentadas. Estos productos se consumen normalmente en un plazo breve de tiempo tras su producción.

Un producto lácteo funcional alternativo, con un periodo de consumo potencialmente más largo, sería el queso probiótico. Según Wolfgang *et al.* (2014) en la última década se ha desarrollado gran variedad de nuevos productos con probióticos, lo cual incluye productos lácteos fermentados: yogurt, queso, helado.

La producción de queso fresco es considerable en el Ecuador debido a la alta demanda de los consumidores y a la suficiente disponibilidad de materia prima en los sitios ganaderos de toda la región Costa y Sierra. A medida que se ha ido incrementando dicho requerimiento, los productores han tenido la necesidad de acrecentar su vida útil, ya que el tiempo de comercialización es muy corto, debido a la afectación microbiana que ocurre pocos días después de su fabricación.

Esto último influye en la salud de los consumidores, exponiéndolos a riesgos de provocar enfermedades como infecciones gastrointestinales. Los quesos son susceptibles al ataque de microorganismos patógenos (*Clostridium*, *Aerobacter*, *Torula*), una vez presentes provocan un sabor amargo, de textura babosa, agujeros y olor desagradable afectando directamente la calidad del queso fresco (Timm, 2007).

El queso simbiótico, utilizando probióticos (*L. acidophilus*) como organismos benéficos vivos, una vez agregados como suplementos en la dieta afectan en forma

beneficiosa al desarrollo de la flora microbiana intestinal. Los probióticos son microorganismos que estimulan las funciones protectoras del tracto digestivo, conocidos también como bioterapéuticos, bioprotectores o bioprolácticos, se utilizan para prevenir las infecciones no digerible que tiene la propiedad potencial de mejorar la salud, debido a que favorecen el crecimiento selectivo de bacterias intestinales.

Por lo tanto, los probióticos y prebióticos se los incluye en el concepto de alimentos funcionales. Con este término se designa a los alimentos que, además de destacar por sus cualidades nutricionales, aportan beneficios adicionales a la salud (Drakoularakou *et al.*, 2011).

El objetivo de este estudio fue producir queso fresco con una prolongada vida útil como efecto de la acción simbiótica del *L. acidophilus* y los prebióticos (harina de maíz e inulina), determinar el efecto inhibitorio de estos microorganismos sobre *Escherichia coli*, *Salmonella sp* y *Estafilococo sp*, protegiendo al organismo de los efectos primarios y secundarios de infecciones virales, bacterianas, fúngicas, aumentando la acidez por producción de ácido láctico lo cual provoca una disminución del pH intestinal creando condiciones desfavorables para el desarrollo de bacterias patógenas (Theodorakopoulou *et al.*, 2013).

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó, en los laboratorios de microbiología, bromatología y talleres agroindustriales de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López ubicada en el sitio El Limón de la ciudad de Calcuta, cantón Bolívar provincia de Manabí.

Los factores en estudio fueron: probióticos (*L. acidophilus*): en dosis de 1.35, 2.35 y 3.35 g; y 2) prebióticos, mezcla de harina de maíz más inulina en niveles de: 5.0+2.14 g (7.14 g); 6.4+2.7 g (9.1 g) y 7.8+3.34 g (11.14 g); aplicados sobre nueve litros de leche.

La combinación de los niveles de estos dos factores más el control negativo (leche sin la adición de los probióticos ni prebióticos) dieron 10 tratamientos que se distribuyeron bajo un diseño experimental completamente al azar en arreglo factorial 3x3+1, con tres repeticiones.

A los 10, 20 y 30 días de aplicado los probióticos y prebióticos se evaluó el queso empleando una réplica de cada variante, distribuida así: sobre una muestra de 50 g se determinó la presencia de microorganismos (*E. coli*,

Enterobacter aerogenes, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus* y *L. acidophilus*) en unidades formadoras de colonias; en muestra de 250 g se cuantificó bromatológicamente los porcentajes de grasa y humedad; y en muestras de 200 g, un panel conformado por 10 catadores no entrenados, caracterizaron el sabor, olor, textura, color y apariencia.

En el cuadro 1 se muestra el rango *m* que se utilizó como índice permisible para identificar el nivel de buena calidad en el queso.

Cuadro 1. Análisis del queso fresco maduro (m) según método NTE INEN 1525

Microorganismos		n	m	M	c	Logaritmo natural (Ln)	INEN 1525
<i>E. coli</i>	UFC/g	9	<10	10	1	M=10 Ln 2.3025	m=<10 ln 1
<i>E. aerogenes</i>	UFC/g	9	2x10 ²	10 ³	1	M=10 ³ Ln 9.21	m=2x10 ² ln 5.29
<i>S. aureus</i>	UFC/g	9	10	10 ²	1	M=10 Ln ² 6.9077	m=10 ln 2.3025

Donde:

n = Número de muestras a examinar

m= Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad

M= Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad

C= Número de muestras permisibles con resultados entre m y M

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a. Análisis microbiológico

En el cuadro 2 se presentan los resultados de los análisis microbiológicos realizados a las muestras de quesos para determinar presencia de agentes patógenos y del probiótico inoculado. Para el análisis y categorización estadística de los promedios en los agentes patógenos se considera como deseable los valores menores y para *L. acidophilus* lo contrario.

Escherichia coli

El análisis de varianza determinó diferencias estadísticas altamente significativas para los factores en estudio y la interacción. Al categorizar estas diferencias se encontró que los tratamientos A3B3 (probióticos 3.35 g + prebióticos 11.14 g) y A3B2 (probióticos 3.35 g + prebióticos 9.14 g) obtuvieron los menores porcentajes de UFC a los 10 días de analizado el queso, cuyos promedios fueron 11.97 y 12.34 UFC, respectivamente; sin embargo a los 20 días el método NTE INEN 1525 señala como índice máximo permisible para identificar el nivel de buena calidad un valor de Ln 1, no habiendo diferencias estadísticas en todas las fuentes de variación a excepción del testigo que tuvo 13.62 UFC de *E. coli*.

La tendencia del tratamiento A3B3 a ser considerado la mejor variante desde el punto de vista de UFC en el queso simbiótico, queda corroborado cuando se categorizan por separado los niveles de las variables independientes, ubicándose en el primer rango o categoría estadística las variantes con mayor cantidad de probiótico; ocurre lo mismo en el prebiótico, y por ende la primer categoría la obtuvo el nivel más alto de inulina y harina de maíz (11.14 g) con 13.19 UFC.

Consecuentemente, los resultados obtenidos se pueden corroborar con los resultados alcanzados por Maldonado *et al.* (2012) quienes han demostrado que las bacterias ácido lácticas y los probióticos, en algunos alimentos provocan la inhibición de microorganismos que son potencialmente patógenos, como algunas especies de *E. coli*, *Salmonellas* y *Staphylococcus sp.*

Enterobacter aerogenes

El análisis de varianza determinó diferencias estadísticas altamente significativas para los factores en estudio y la interacción. Al categorizar estas diferencias se encontró que el tratamiento A3B3 (probióticos 3.35 g + prebióticos 11.14 g) obtuvo el menor porcentaje de UFC a los 10 días de analizado el queso, cuyo promedio fue 12.08 UFC; sin embargo a los 20 se utilizó el método NTE INEN 1525 y se encontró un valor de 2x10²=Ln 5.29 no existiendo significancia estadística en todos los tratamientos.

A los 30 días de analizado el queso, no hubo diferencias estadísticas ya que se encontró ausencia total de *E. aerogenes*, pero vale mencionar que el testigo a los 20 y 30 días presentó 14.08 y 12.36 UFC, respectivamente.

La tendencia del tratamiento A3B3 a ser considerado la mejor variante desde el punto de vista de UFC en el queso simbiótico, queda corroborado cuando se categorizan por separado los niveles de las variables independientes, ubicándose en el primer rango estadístico las variantes con mayor cantidad de probiótico; ocurre lo mismo en el prebiótico, y por ende la primera categoría la obtuvo el nivel más alto de inulina y harina de maíz (11.14 g) con 12.78 UFC.

Esto coincide con los estudios de Steve *et al.* (2013) quienes sostienen que en la actualidad está plenamente confirmado que la ingestión de *Lactobacillus*, mejora la tolerancia a la lactosa y limita las colonizaciones en el intestino de patógenos del grupo coliforme, *E. aerogenes*, *E. coli*, *Salmonella*, *Yersinias*; lo cual se puede traducir por un menor riesgo a desarrollar diarreas.

Salmonella spp.

En la determinación de *Salmonella*, los resultados fueron negativos, al no haber crecimiento de UFC en los medios de cultivo que determinan su presencia (caldo selenito y SS (Shigella-Salmonella)).

Staphylococcus aureus

El análisis de varianza determinó diferencias estadísticas altamente significativas para los factores en estudio y la interacción. Al categorizar estas diferencias se encontró que el tratamiento A3B3 (probióticos 3.35 g + prebióticos 11.14 g) obtuvo el menor porcentaje de UFC a los 10 días de analizado el queso, cuyo promedio fue 10.75 UFC; sin embargo a los 20 se utilizó el método NTE INEN 1525 que indica como índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad un valor de $1 \times 10^1 = \ln 2.3025$ no habiendo diferencia estadística. A los 30 días de analizado el queso hubo ausencia de *S. aureus* en todos los tratamientos.

La tendencia del tratamiento A3B3 a ser considerado la mejor variante desde el punto de vista de UFC en el queso simbiótico, queda corroborado cuando se categorizan por separado los niveles de las variables independientes, ubicándose en el primer rango o categoría estadística las variantes con mayor cantidad de probióticos, ocurre lo

mismo en los prebióticos, y por ende la primera categoría la obtuvo el nivel más alto de inulina y harina de maíz (11.14 g) con 11.33 UFC.

Resultados que hacen relación con la investigación realizada por Mejia *et al.* (2007), donde se indica que utilizando probióticos y prebióticos como potenciales de la actividad antimicrobiana, inhiben el crecimiento de *Staphylococcus aureus* y otros microorganismos.

Acidophilus

El análisis estadístico determinó diferencias, altamente significativas para las variantes, incluido el control y no significativas para los factores en particular, en los tres tiempos de evaluación del queso. Tukey al 5% de error no diferenció los efectos de las interacciones, confirmando lo encontrado en el ADEVA, por lo que todas las combinaciones compartieron la primera categoría estadística con promedios que fluctúan entre 22 y 27 UFC de *L. acidophilus*; el control se ubicó en el segundo rango estadístico con apenas 1 UFC de *L. acidophilus*.

Por lo tanto la adición de los probióticos y prebióticos estimuló el crecimiento del *L. acidophilus*, prolongando su permanencia en el producto. Esto es similar a lo confirmado por Cizeikiene *et al.* (2013) de que los probióticos y prebióticos como alimentos funcionales con base a cultivos lácticos derivados de los *Lactobacillus*, tienen un efecto probiótico estimulando la fermentación láctica que tiene funciones nutrocéticas, ya que producen bacteriocinas que destruyen las bacterias patógenas, pero que mejoran la fisiología digestiva, estimulando selectivamente el crecimiento de bacterias lácticas.

Por otro lado Zhi-Gang (2011) expresan que los probióticos normalizan la micro flora intestinal, suprime sus componentes destructivos, mejora la salud y resistencia a enfermedades. Sus efectos combinados hacen una productividad más alta en los alimentos.

Es importante señalar que cuando no se adicionó probiótico ni prebiótico (control negativo), los valores obtenidos siempre fueron los más altos en las variables microbiológicas patógenas determinadas.

Cuadro 2. Valores promedios de UFC transformados a logaritmo natural, de los resultados de los análisis microbiológicos en el queso fresco

Resultados microbiológicos												
Fuentes de variación	<i>Escherichia coli</i>			<i>Enterobacter aerogenes</i>			<i>Staphylococcus aureus</i>			<i>Lactobacillus acidophilus</i>		
Tratamientos	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30
	**	NS	NS	**	NS	NS	**	NS	NS	**	**	**
A1B1	15.05 ef	1	ausencia	13.50 h	5.29	ausencia	11.98 f	2.30	ausencia	22.78 a	23.52 a	24.59 a
A1B2	14.59 e	1	ausencia	13.38 g	5.29	ausencia	11.81 ef	2.30	ausencia	23.06 a	24.21 a	24.78 a
A1B3	14.38 de	1	ausencia	13.31 fg	5.29	ausencia	11.75 de	2.30	ausencia	23.46 a	25.23 a	25.30 a
A2B1	13.73 cd	1	ausencia	13.26 f	5.29	ausencia	11.60 cd	2.30	ausencia	23.59 a	25.32 a	25.66 a
A2B2	13.22 bc	1	ausencia	13.09 e	5.29	ausencia	11.73 de	2.30	ausencia	23.80 a	26.04 a	25.14 a
A2B3	13.16 bc	1	ausencia	12.96 d	5.29	ausencia	11.52 c	2.30	ausencia	24.52 a	20.05 a	24.77 a
A3B1	12.57 ab	1	ausencia	12.64 c	5.29	ausencia	11.08 b	2.30	ausencia	24.68 a	27.17 a	24.94 a
A3B2	12.34 a	1	ausencia	12.42 b	5.29	ausencia	10.90 ab	2.30	ausencia	24.91 a	27.34 a	25.04 a
A3B3	11.97 a	1	ausencia	12.08 a	5.29	ausencia	10.75 a	2.30	ausencia	25.25 a	27.48 a	25.31 a
Testigo	15.30 f	13.62	ausencia	14.29 j	14.08	12.36	G 12.74 g	ausencia	ausencia	1 b	1 b	1 b
Tukey	0.68			0.12			0.2			4.3	4.35	2.78
Probióticos	**			**			**			NS	NS	NS
A1	14.67 c	1	ausencia	13.39 c	5.29	ausencia	11.84 c	2.30	ausencia	23.1	24.32	24.89
A2	13.37 b	1	ausencia	13.10 b	5.29	ausencia	11.61 b	2.30	ausencia	23.97	25.8	25.1
A3	12.29 a	1	ausencia	12.38 a	5.29	ausencia	10.90 a	2.30	ausencia	24.95	27.33	25.19
Tukey	0.27			0.08			0.08					
Prebióticos	**			**			**			NS	NS	NS
B1	13.78 b	1	ausencia	13.13 c	5.29		11.55 b	2.30	ausencia	23.69	25.39	24.99
B2	13.76 b	1	ausencia	12.96 b	5.29		11.47 b	2.30	ausencia	23.93	25.87	25.07
B3	13.19 a	1	ausencia	12.78 a	5.29		11.33 a	2.30	ausencia	24.41	26.25	25.13
Tukey	0.27			0.08			0.08					
C.V. (%)	1.72			0.54			0.61			11.88	10.95	7.21

b. Análisis bromatológico

En el cuadro 3 se presentan los resultados de los análisis realizados a las muestras de quesos para determinar variables bromatológicas. En la categorización estadística se considera como deseables los menores valores de las respuestas experimentales, por tratarse de un alimento funcional.

Humedad

En los tres tiempos de evaluación, los factores en estudio y las interacciones resultaron con diferencias estadísticas altamente significativas, de acuerdo al análisis de varianza. A los 10 días, Tukey al 5% de probabilidades encontró cuatro rangos estadísticos, la primera categoría la comparten el tratamiento A3B3 y el control negativo con los menores promedios de humedad de 52.37 y 52.59%, respectivamente.

Mientras que la última categoría fue para las variantes A3B2 y A1B2 con 56.89 y 57.51% de humedad, en su

orden. La tendencia de categorización, en los tres periodos de evaluación, fue similar, hay que resaltar que el queso pierde humedad con el tiempo, pero además los probióticos y prebióticos contribuyeron para ello, como se demuestra al categorizar los niveles de los factores en estudio. A los 30 días el tratamiento A1B1 (1.35g de probiótico+7.14g de prebiótico) con 47.11% de humedad; resultó con el menor porcentaje de humedad durante el tiempo del experimento.

Analizando por separado las variables independientes se pudo concretar el dominio de la mayor dosificación de los niveles probados, donde el primer rango estadístico fue para el nivel A3 (del probiótico) a los 10, 20 y 30 días (55.02, 50.38 y 50.39% de humedad, en su orden). Lo mismo se reflejó para el factor prebiótico en donde los menores porcentajes de humedad fueron para el nivel B3 con 54.36; 50.09% a los 10 y 20 días de evaluación, respectivamente; en tanto que a los 30 días el nivel B1 se ubicó en el primer rango estadístico con una humedad de 49.82%.

Cabe recalcar que el queso, al cabo de los 30 días, estuvo dentro del rango establecido por las normas INEN 1529 para queso fresco común, sin embargo se consideró como mejor tratamiento al de menor porcentaje de humedad, debido a que al tener porcentajes bajos de humedad no se tendría como resultado acumulación de suero en los envases, lo cual provoca la presencia de una apariencia gomosa que en las propiedades organolépticas del queso, tendría un aspecto desagradable.

Grasa

El análisis de varianza determinó diferencias altamente significativas para las interacciones en los tres tiempos de evaluación, al igual que en la fuente de variación probióticos; en cambio para el factor prebióticos hubo significación estadística al 1% a los 10 y 20 días de analizado el porcentaje de grasa del queso. Lo cual indica que los niveles del factor probióticos incidieron en la concentración de grasas del queso, durante el experimento. Al categorizar estas diferencias se encontró que el tratamiento A3B3 (probiótico 3.35g + prebiótico 11.14g) ocupa el primer rango estadístico a los 10 y 20 días de analizado el queso, con promedios de 18.00 y 18.33% de grasa, en su orden. A los 30 días la primera categoría fue para el tratamiento A3B1 (probiótico 3.35g + prebiótico 7.14g) que tiene un promedio de 17.66% de grasa; mientras que la variante A3B3 incrementó ligeramente su contenido de grasa a 19% pero comparte categoría con la variante A3B1.

La tendencia del tratamiento A3B3 al ser considerado la mejor variante desde el punto de vista de concentración de grasa en el queso queda corroborado cuando se categoriza por separado, los niveles de los factores estudiados, ubicándose en el primer rango o categoría estadística las variantes con mayor cantidad de probióticos (3.35 g) con 20.66, 19.77 y 19.11% a los 10, 20 y 30 días, respectivamente. Ocurre lo mismo en el prebiótico a los 10 días de evaluación del producto, pero a los 20 días el menor porcentaje de grasa y por consiguiente la primer categoría la obtuvo el nivel más bajo de inulina + harina de maíz (7.14g) con el 21.11% de grasa.

Los resultados obtenidos en esta investigación, permite manifestar que los factores estudiados influyeron tanto individualmente como en las interacciones entre los tratamientos. Estos resultados se mantienen en el rango de los quesos pobres en grasa como los categorizan las normas INEN 1529.

Se puede apreciar que el tratamiento con mayor dosificación simbiótica fue el que predominó con los menores porcentajes de grasa, pudiéndose considerar como saludable a la vez. Estos resultados concuerdan con lo expuesto por Irma (2013), que considera a los quesos bajos en grasa como los de mejor aceptación en los mercados, atribuyéndole a la inulina su poder de sustitución de grasa. En la combinación de los niveles se observó el predominio de simbiótico asegurándole al tratamiento de mayor dosificación el menor porcentaje de grasa.

c. Análisis organoléptico

De acuerdo a la información obtenida de los catadores quienes valoraron con una escala de cero (0) al que menos gusta y de diez (10) al que más gusta en cuanto al queso simbiótico elaborado, se encontró que el tratamiento A3B3 es el que mejor sabor, color, olor, textura y apariencia presentó entre los tratamientos en estudio, acercándose a esta caracterización el A3B2; en comparación al control negativo que se manifestó con un sabor poco amargo, color poco amarillento, olor poco rancio, textura de poco gomosa y aparición de pocos agujeros a los 10, 20 y 30 días de elaborado el queso simbiótico obteniéndose los valores más bajos en este caso. La figura 1, contiene los diagramas organolépticos para los tratamientos indicados, en donde se puede apreciar las áreas que logran cada uno de ellos.

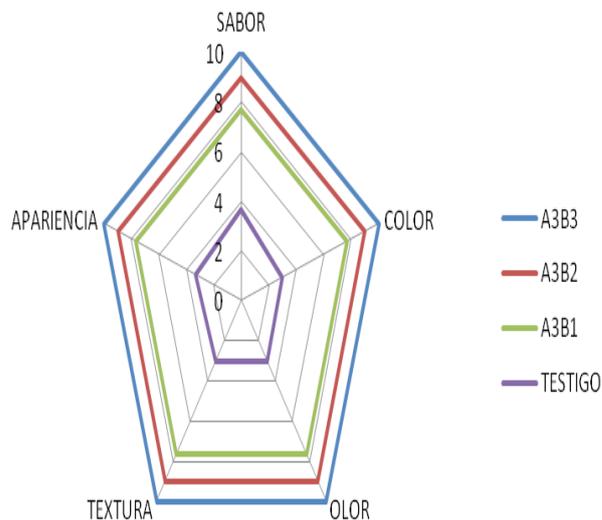


Figura 1. Diagrama de los resultados organolépticos

Cuadro 3. Porcentaje de humedad y grasa del queso

Fuentes de variación	Grasa %			Humedad %		
	10	20	30	10	20	30
Tratamientos	**	**	**	**	**	**
A1B1	20.66 abc	21.33 cd	23.00 cde	55.32 bc	55.71 e	47.11 a
A1B2	19.6 abc	23.00 de	24.66 e	57.51 d	49.17 a	52.44 f
A1B3	20.33 abc	25.00 e	24.00 de	55.62 bc	50.68 b	52.40 f
A2B1	24.33 d	18.66 ab	22.66 cde	55.15 bc	56.45 f	49.68 c
A2B2	22.66 cd	20.66 bcd	20.33 abc	55.51 bc	53.28 d	50.21 d
A2B3	23.33 cd	21.33 bcd	21.66 bcd	55.10 b	49.45 a	51.75 e
A3B1	22.66 cd	20.66 abcd	17.66 a	55.82 c	51.38 c	52.68 f
A3B2	21.33 bcd	20.33 abc	20.66 bc	56.89 d	51.42 c	49.71 c
A3B3	18.00 a	18.33 a	19.00 ab	52.37 a	50.15 b	48.71 b
Testigo	18.66 ab	21.00 bcd	21.66 bcd	52.59 a	53.46 d	49.48 c
Tukey	3.29	2.58	2.79	0.62	0.53	0.42
Probióticos	**	**	**	**	**	**
A1	20.22 ab	23.11 b	23.88 c	56.15 b	51.85 b	50.65 b
A2	23.11 b	20.22 b	21.55 b	55.25 a	53.06 c	50.55 b
A3	20.66 a	19.77 a	19.11 a	55.02 a	50.38 a	50.39 a
Tukey	1.36	1.08	1.15	0.24	0.21	0.23
Prebióticos	**	**	NS	**	**	**
B1	22.25 b	20.22 a	21.11	55.43 c	54.51 c	49.82 a
B2	21.22 ab	21.33 b	21.56	54.64 b	51.29 b	50.79 a b
B3	20.22 a	21.55 b	21.89	54.36 a	50.09 a	50.95 b
Tukey	1.36	1.08		0.24	0.21	0.23
C.V (%)	5.41	4.34	4.65	0.37	0.36	0.29

Análisis de costos

En la estimación económica se consideró el tratamiento A3B3 como el que obtuvo mayor costo de producción \$4.17 en 500 g de queso con relación a los otros tratamientos, esto se debe al incremento de los costos variables (inulina, harina de maíz y *Lactobacillus*) a medida que se fue realizando la combinación de los niveles de los factores en estudio, como se lo puede observar en el cuadro 4.

El costo elevado se debe a que se adquirió probiótico liofilizado comercial, lo cual se puede producir en el laboratorio creando cepas madres, minimizando así los costos de producción.

Al tener un queso simbiótico en comparación con un queso normal pasteurizado los valores económicos de producción tiene una gran diferencia, pero también lo es en su composición debido a que un queso simbiótico

tiene mayor durabilidad en percha conservando las características organolépticas.

Cuadro 4. Estimación de costo de producción del queso

Tratamiento	Costo (\$)
500 g queso	
A1B1	2.625
A1B2	2.645
A1B3	2.665
A2B1	3.381
A2B2	3.402
A2B3	3.422
A3B1	4.138
A3B2	4.158
A3B3	4.179
Testigo	1.530

CONCLUSIONES

Las concentraciones de probióticos evaluadas pueden ser usadas junto con las de prebióticos como parte de una estrategia técnica de producción de queso.

Se pudo apreciar en la variable microbiológica la inactivación de microorganismos en el queso a medida que fueron aumentando los días en percha.

Los niveles más altos de los factores estudiados influyeron positivamente en la humedad y grasa debido a que sus porcentajes fueron menores a mayores concentraciones de las variables independientes.

Las aplicaciones de probióticos mostraron tendencia a mejorar las características organolépticas del queso al disminuir el desarrollo microbiano del mismo.

El queso con mayor dosificación simbiótica es el que tiene el mayor costo de producción.

LITERATURA CITADA

- Cizeikiene, D; Grazina J; Algimantas, P; Bartkiene, E. 2013. Antimicrobial activity of lactic acid bacteria against pathogenic and spoilage microorganism isolated from food and their control in wheat bread. *Food Control*. 31: 539-545.
- François Bourdichon, Serge Casaregola, Choreh Farrokh, Jens C. Frisvad, Monica L. Gerds, Walter P. Hammes, James Harnett, Geert Huys, Svend Laulund, Arthur Ouwehand, Ian B. Powell, Jashbhai B. Prajapati, Yasuyuki Seto, Eelko Ter Schure, Aart Van Boven. 2011. Food fermentations: Microorganisms with technological bene. *International Journal of Food Microbiology*. 154(3):87-97 United States.
- INEN-1529. 2014. Norma General para quesos frescos no madurados. [normalizacion.gob.ec](https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1528.2012.pdf). 29 de agosto de 2012. <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1528.2012.pdf> (último acceso: 29 de agosto de 2014).
- Irma A, Mary Anne D, Brandon N, David B. 2013. A new method for the production of low-fat Cheddar cheese. *Elsevier B.V.* 96 (8): 4870-4884.
- Maldonado, N; Silva, Clara; Otero, M; Sesma, F; Nader-Macías, M. 2012. Lactic acid bacteria isolated from young calves – Characterization and potential as probiotics. *Research in Veterinary Science*. 92: 342-349.
- Mejía, J; Chacón, Z; Guerrero, B; Otoniel, J; López, G. 2007. Obtención de cepas de *Lactobacillus*, Caracterización in vitro como potenciales probióticos. *Revista científica Maracaibo Venezuela*. 17(2): 67.
- Steve. H, Dennis A. Savaiano, Karry A. Jackson, Sinead Ni Bhriain, Fabrizis L. Suarez. 2013. Chapter 40 - Nutrient Considerations in Lactose Intolerance. *Nutrition in the Prevention and Treatment of Disease (Third Edition)*. 757-772.
- Theodorakopoulou, M, Perros, E, vangelos J. Giamarellos-Bourboulis, George Dimopoulos. 2013. Controversies in the management of the critically ill: the role of probiotics. *International Journal of Antimicrobial Agents*. 42: 41-44.
- Timm, C. D., Conceição, R. C. S., Coelho, F. J. O., Roos, T. B., Tejada, T. S., Quevedo, P. S. 2007. Avaliação microbiológica de doce de leite pastoso. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 66(3): 275-277.
- Wolfgang Kneifel, Konrad J. Domig. 2014. Probiotic Bacteria: Detection and Estimation in Fermented and Nonfermented Dairy Products. *Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition)*. 154-157.
- Zhi-Gang R, Hui Liu, Jian-Wen Jiang, Li Jiang, Hui Chen, Hai-Yang Xie, Lin Zhou, Shu-Sen Zheng. 2011. Protective effect of probiotics on intestinal barrier function in malnourished rats after liver transplantation. *Hepatobiliary & Pancreatic Diseases International*. 10: 489-496.