

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

COLEGIO DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Estudio del efecto de la adición de cultivo láctico e inulina en la elaboración
y evaluación sensorial del queso fresco bajo en grasa

María Alejandra Ponce Chiriboga

Lucía Ramírez Cárdenas, Ph.D., Directora de Tesis

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Ingeniera en
Alimentos

Quito, junio de 2014

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Ciencias e Ingeniería

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

**Estudio del efecto de la adición de cultivo láctico e inulina en la elaboración y
evaluación sensorial del queso fresco bajo en grasa**

María Alejandra Ponce Chiriboga

Lucía Ramirez, D.Sc.
Directora de Tesis y Miembro
del Comité de Tesis

Javier Garrido, MSc.
Miembro del Comité de Tesis

Francisco Carvajal, Ph.D.
Miembro del Comité de Tesis

Ximena Córdova Ph.D.
Decana de la Escuela de Ingeniería
Colegio de Ciencias e Ingeniería

Quito, junio de 2014

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma: _____

Nombre: María Alejandra Ponce Chiriboga

C. I.: 1712624806

Lugar: Quito

Fecha: Junio de 2014

DEDICATORIA

Esta tesis dedico a mis papas,
a mis tres hermanos y a mis
abuelos, por el apoyo y ayuda
que he recibido durante mi vida

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas aquellas personas que colaboraron, de una u otra manera, en el desarrollo de esta tesis. A mi familia, a mis amigos y futuros colegas, a Maria Asunción Ponce, y a los que conforman el departamento de Ingeniería en Alimentos. Un agradecimiento especial para Lucía Ramírez por toda su guía durante el desarrollo de este proyecto.

RESUMEN

En el Ecuador, la producción de quesos ha tenido un gran incremento en los últimos años; siendo el queso fresco el más consumido por su fácil elaboración y su bajo costo, la demanda se enfoca a alimentos que brinden beneficios para la salud lo que ha impulsado la producción de alimentos funcionales, los cuales, además de aportar un valor nutritivo intrínseco, ayudan a mantener el estado general de salud en el organismo humano y a la vez pueden tener un efecto adicional benéfico o preventivo en el huésped. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la adición de cultivo láctico e inulina en el queso fresco bajo en grasa y la aceptación por parte de los consumidores. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial 4 x 2. Los factores fueron inulina (niveles 0%,1%,2% y 3%) y cultivo láctico (niveles 0% y 0,04%), teniéndose 8 tratamientos con 3 repeticiones (24 unidades experimentales). Se analizaron los datos con análisis de varianza (ANOVA) y las medias con la prueba de Tukey al 5%. La inulina influyó significativamente en la humedad, rendimiento y grado de penetración mientras que el cultivo láctico influyó solamente en el pH. Cuatro prototipos fueron seleccionados como los mejores de acuerdo a la ponderación de las variables de respuesta, siendo evaluados sensorialmente utilizando una prueba de ordenamiento de 3 atributos (sabor, olor y adherencia). El tratamiento con 1% de inulina y 0% de cultivo láctico fue el más preferido en todos los atributos evaluados, seguido del control (0% de inulina y 0% de cultivo láctico), y el tratamiento menos preferido fue el de 1% de inulina y 0.04% de cultivo láctico. Una prueba de aceptabilidad mediante una escala hedónica de 7 puntos determinó que el tratamiento con 1% de inulina y 0% de cultivo láctico tuvo una aceptabilidad de 5,44 ubicándose entre me gusta y me gusta mucho.

ABSTRACT

In Ecuador, cheese production has increased in recent years; being fresh cheese the more consumed by the easy preparation and low cost, demand focuses on foods that provide health benefits which has driven the production of functional foods, which, besides providing an intrinsic nutritional value, help to maintain the overall health in the human body and also have an additional beneficial effect or preventive in the host. The purpose of this research was to evaluate the effect of the addition of lactic culture and inulin in low fat fresh cheese and its acceptance from the consumer. A completely randomized design was used with a factorial arrangement of 4 x 2. There were 8 treatments with 3 repetitions (24 experimental units), considering the factors of inulin (levels of 0%, 1%, 2%, and 3%), and lactic culture (levels of 0% and 0.04%). The data was analyzed through Analysis of Variance (ANOVA), and means with Turkey's test at 5%. The inulin influenced significantly in the moistness, performance and degree of penetration, while the lactic culture only influenced the pH. Four prototypes were selected as the best according to the weighting of the response variables as evaluated using a sensory test system that considers 3 attributes (taste, smell and adhesion). The treatment with 1% of inulin and 0% lactic culture was the most preferred among all attributes evaluated, followed by the control (0% inulin, and 0% of lactic culture). The least preferred treatment had 1% inulin and 0.04% lactic culture. An acceptability test by a 7-point hedonic scale determined that the treatment with 1% inulin and 0% lactic culture had an acceptability of 5.44 ranking between I like it, and I like it a lot.

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	11
MATERIALES Y MÉTODOS	17
Elaboración del queso fresco bajo en grasa	17
Control físico-químico de la leche cruda y leche descremada	17
Cuantificación de grasa en el queso fresco bajo en grasa	18
DISEÑO EXPERIMENTAL	19
Resultados y discusión	20
Humedad.....	21
Rendimiento	22
Grado de penetración	24
pH.....	25
Ponderación	27
EVALUACIÓN SENSORIAL.....	28
Prueba de Ordenamiento.....	28
Resultados y discusión	29
Nivel de Agrado.....	34
Resultados y discusión	34
Análisis de grasa en extracto seco del queso fresco bajo en grasa con inulina	36
Cuantificación de Inulina	36
CONCLUSIONES.....	37
RECOMENDACIONES.....	38
BIBLIOGRAFÍA	39
(ANEXO 1) Flujograma Elaboración del Queso Fresco bajo en grasa con cultivo láctico y/o inulina.....	45
(ANEXO 2) Análisis de Varianza (ANOVA) de las Variables de Respuesta	46
(ANEXO 3) Cuestionario Prueba de Ordenamiento.....	50
(ANEXO 4) Análisis de Varianza (ANOVA) de la Prueba de Ordenamiento	51
(ANEXO 5) Cuestionario Prueba de Aceptabilidad.....	53

Listas de tablas

Tabla 1: Análisis físico-químicos de leche entera cruda.....	18
Tabla 2: Análisis físico-químicos de leche descremada.....	18
Tabla 3: Cuantificación de grasa en el queso fresco.....	18
Tabla 4: Tratamientos y combinaciones.....	19
Tabla 5: Variables de repuesta.....	20
Tabla 6: Análisis físico-químicos de la leche entera cruda y descremada.....	20
Tabla 7: Resumen del Análisis de Varianza (ANOVA) de humedad, rendimiento, grado de penetración y pH de los tratamientos.....	21
Tabla 8: Humedad de los tratamientos	22
Tabla 9: Rendimiento de los tratamientos.....	24
Tabla 10: Grado de penetración de los tratamientos	25
Tabla 11: pH de los tratamientos	26
Tabla 12: Ponderación de las variables de respuesta	27
Tabla 13: Tratamientos prueba de ordenamiento.....	29
Tabla 14: Resumen del Análisis de Varianza (ANOVA) de sabor, olor, y adherencia de los tratamientos	29
Tabla 15: Sabor de los tratamientos	30
Tabla 16: Olor de los tratamientos	31
Tabla 17: Adherencia de los tratamientos	32
Tabla 18: Nivel de aceptabilidad.....	34

Lista de figuras

Figura 1: Estructura química de la inulina	12
Figura 2: Ranking sabor de los tratamientos.....	30
Figura 3: Ranking olor de los tratamientos	31
Figura 4: Ranking adherencia de los tratamientos	32
Figura 5: Nivel de aceptabilidad.....	35

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, la producción de quesos ha tenido un gran incremento en los últimos años, con una tasa de crecimiento entre el 3 y 5% aproximadamente; siendo el queso fresco el más consumido por su fácil elaboración y su bajo costo, seguido de los quesos maduros (Dávila, 2006).

La norma general para quesos frescos no maduros INEN 1528 (2012) define al queso fresco como aquel queso no madurado ni escaldado, moldeado, de textura relativamente firme, levemente granular, preparado con leche entera, semidescremada, coagulada con enzimas y/o ácidos orgánicos y generalmente realizado sin cultivos lácticos.

De acuerdo con Hennelly et al. (2005) hay una tendencia generalizada por parte de los consumidores a mantener buena salud en base a una dieta sana. Una de las principales dudas y cuestionamientos se relaciona con el consumo de alimentos con grasa como son el queso y otros productos lácteos.

Hoy en día, la demanda se enfoca a alimentos que brinden beneficios para la salud lo que ha impulsado la producción de alimentos funcionales (Tunick et al., 1993). Según un estudio de Global Industry Analysts, para el año 2015, el mercado mundial de alimentos funcionales alcanzará a facturar una cifra de 140.000 millones de dólares anuales, de los cuales el 40% representa a Estados Unidos y el 25% a la Unión Europea (Murcia, 2013).

Los llamados alimentos funcionales, además de aportar un valor nutritivo intrínseco, ayudan a mantener el estado general de salud en el organismo humano y a la vez pueden tener un efecto adicional benéfico o preventivo en el huésped (Ashwell, 2005).

Dentro de los alimentos funcionales están los prebióticos, probióticos y simbióticos. Los alimentos simbióticos son los que tienen una combinación adecuada de prebióticos y probióticos (Reig & Anesto, 2002).

Los prebióticos son un ingrediente alimentario no digerible que afecta de modo beneficioso al huésped estimulando selectivamente el crecimiento y/o la actividad de una o de un limitado número de bacterias del colon (Gibson & Roberfroid, 1995). Los probióticos se definen como un monocultivo o cultivo mixto viable de bacterias que, cuando se aplica en una dosis adecuada a animales o seres humanos, afecta beneficiosamente al huésped mejorando las propiedades de la microbiota autóctona (Havenaar & Huis in 't Veld, 1992).

Dentro de los prebióticos está la inulina que es un carbohidrato natural (no digerible) que se encuentra en vegetales, frutas y cereales, presente en más de 36.000 especies de plantas, especialmente almacenado en su parte subterránea. A nivel industrial se obtiene principalmente de la patata (*Helianthus tuberosus*) y de la raíz de la achicoria (*Cichorium intybus*) siendo esta la fuente más utilizada (Flamm et al., 2001). La achicoria es una planta herbácea perenne, de la familia de las Asteráceas que principalmente se cultiva en Francia, Bélgica y Alemania (Pal & Ravishankar, 2001).

La inulina es un fructano, constituido por moléculas de fructosa unidas por enlace β (2 \rightarrow 1) fructosil-fructosa, con un grado de polimerización que varía entre 2 y 60 unidades. Como se muestra en la Figura 1, las cadenas de fructosa tienen la particularidad de terminar en una unidad de glucosa o en su mayoría en una unidad de fructosa (Watherhouse & Chatterton, 1993).

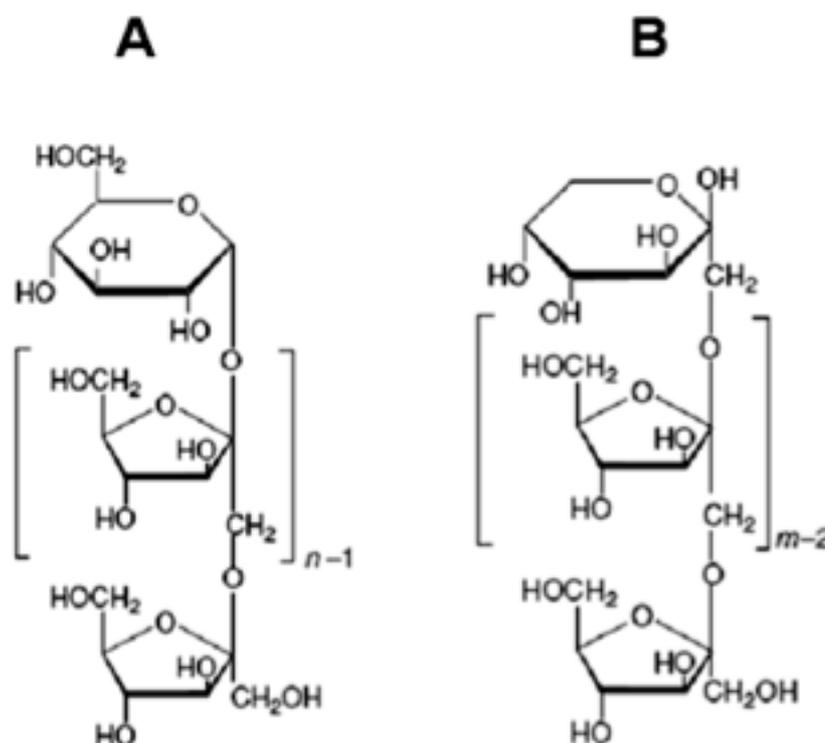


Figura 1: Estructura química de la inulina con una molécula terminal en glucosa (A) y una molécula terminal de fructosa (B).

Fuente: Franck, 2006

Al ser la inulina un carbohidrato no digerible no puede ser hidrolizada por las enzimas digestivas del hombre ni de los animales y tampoco puede ser absorbida por el intestino delgado. En el colon es hidrolizada y fermentada por bacterias benéficas como las bifidobacterias y los lactobacilos por lo que es considerada un prebiótico con

comportamiento de fibra dietaría. Los enlaces β (2 \rightarrow 1) son los responsables de que los fructanos no sean digeribles como cualquier otro carbohidrato (Franck, 2002).

Los fructanos aportan un valor calórico reducido de $1,5 \text{ kcal}\cdot\text{g}^{-1}$ (carbohidrato no digerible) mientras que los carbohidratos aportan $4 \text{ kcal}\cdot\text{g}^{-1}$ (Roberfroid et al., 1993).

A nivel industrial la inulina es un polvo blanco, sin olor, sabor neutral y sin efecto residual. La inulina nativa contiene azúcares libres (glucosa, fructosa y sacarosa) que otorgan cierto dulzor (10% de dulzor de la sacarosa). Su solubilidad en agua a 25°C es de $120\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$; pero este valor aumenta con la temperatura (Roberfroid, 2005).

La inulina y sus derivados fueron aceptados como alimentos GRAS (Generalmente reconocidos como seguros), por la FDA desde 1992 (Coussement, 1999). El valor mínimo diario recomendado para ejercer efecto bifidogénico es de $2,5 \text{ g/d}$ (Kelly, 2008), mientras que el nivel máximo de ingestión recomendado es de 30 g/d (Briet et al., 1995; Coussement, 1999).

La limitante al uso de este ingrediente es la tolerancia gastrointestinal, pues su consumo en cantidades elevadas puede producir meteorismo, borborismo, sensación de distensión y dolor abdominal; además de deposiciones blandas que evolucionen en diarrea (Coussement, 1999).

Es importante tomar en cuenta que el consumo de agua debe aumentar en forma proporcional a la ingesta de fibra dietética (Marlett et al., 2002).

La inulina es una fibra soluble cuyas propiedades están directamente ligadas a su grado de polimerización (GP). Se clasifica en: inulina nativa (GP:2-60, $\text{GP}_{\text{prom}} 12$), inulina HP o de alta pureza (GP:10-60, $\text{GP}_{\text{prom}} 25$) e inulina obtenida por hidrólisis enzimática u oligofructosa (GP:2-8, $\text{GP}_{\text{prom}} 4$). La inulina HP presenta menor solubilidad que la inulina nativa, debido a la ausencia casi total de azúcares libres (0,5% de materia seca) (Madrigal & Sangronis, 2007).

Los efectos fisiológicos de la fibra dietaría soluble provienen en gran parte de su fermentación colónica. La consecuente producción de lactato y ácidos grasos de cadena corta (butírico, acético y propiónico), y el posterior descenso de los niveles de pH logran el desarrollo de la microbiota bifidogénica, limitando así el crecimiento de bacterias patógenas (Robertson & Eastwood, 1981).

Dentro de los beneficios de la inulina se mencionan:

- Hipocolesteromizante: reduce los lípidos séricos (Brighenti, 2007).
- Disminuye el riesgo de padecer cáncer de colon (Pietro et al., 2002).
- Hipoglucemizante: disminuye la glucosa en sangre (Rumessen et al., 1990).
- Evita el estreñimiento (Desmedt & Jacobs, 2001).
- Produce sensación de saciedad (Cani et al., 2006).
- Absorción de minerales: los minerales son liberados por el metabolismo bacteriano de la fibra dietética soluble (FDS) en el colon, pero la absorción colónica es mucho más lenta que en el intestino delgado. Sin embargo, en presencia de fructanos, se favorece y agiliza la absorción colónica de calcio, magnesio y hierro hasta en un 20% (Coudray et al., 1997; Tahiri et al., 2001).
- Microbiota: los prebióticos alimentan selectivamente a un número determinado de microorganismos causando una modificación selectiva de la microbiota. Así, microorganismos como las bifidobacterias y lactobacilos son ejemplos de la microbiota estimulada, y que promueven los procesos metabólicos (Teitelbaum & Walker, 2002).

En la industria de alimentos la inulina y sus derivados han sido utilizados tanto por sus ventajas nutricionales como tecnológicas, en productos lácteos, de panadería, congelados, cárnicos, cereales y en chocolates. En la industria láctea la inulina es empleada para dar cuerpo, textura cremosa y palatabilidad, pero también es aprovechada como agente gelificante y como sustituto de azúcares y grasas (De Wijk et al., 2006; Madrigal & Sangronis, 2007).

Por otro lado, los cultivos bacterianos son utilizados en la industria láctea para la producción de yogur, mantequilla, quesos, crema o kéfir (García et al., 1998; Carr et al., 2002). El proceso de fermentación además, mejora las características sensoriales tales como el sabor, el olor y la textura (elasticidad, firmeza, porosidad) de los alimentos.

Se han identificado más de 20 especies diferentes de microorganismos probióticos, la mayoría son bacterias ácido lácticas (BAL) con predominio de los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* (Torres, 2002; Barboza et al., 2004). Las BAL generalmente son cocos o bacilos Gram positivos, no esporulados, no móviles, anaeróbicos, oxidasa, catalasa y bencidina negativo, que producen ácido láctico como el único producto de la fermentación de carbohidratos (Carr et al., 2002; Vázquez et al., 2009). Se clasifican en

homofermentativas y heterofermentativas basándose en el producto final de su fermentación. Heterofermentativas, las que producen catabolitos finales como ácido láctico, ácido acético, alcohol etílico y dióxido de carbono (CO₂) (Elner, 2000). Las homofermentativas tienen en su estructura una enzima llamada aldolasa y producen ácido láctico como producto de la fermentación de la glucosa utilizando la vía de la glucólisis (Embden-Meyerhof-Parnas) (Axelsson, 1998). Un ejemplo de homofermentativas son *Lactococcus*. La multiplicación de las BAL se realiza en presencia de azúcares como glucosa y lactosa, aminoácidos, vitaminas y otros factores de crecimiento. La leche constituye un medio conveniente para la proliferación de estas bacterias (Vásquez et al., 2009).

Además las bacterias ácido lácticas contribuyen en la biopreservación del alimento y tienen beneficios para la salud tales como (Ramírez et al., 2011):

- Estimular el sistema inmune y movimiento intestinal.
- Reducir la incidencia de diarrea, tumores de cáncer de colon y colesterol sérico.
- Combatir el desarrollo de microbiota nativa en el intestino, y combatir la intolerancia a la lactosa.

La dosis diaria mínima de probiótico que debe ser ingerido para tener efectos beneficios para la salud es de 10^8 - 10^{10} UFC (Reid et al., 2003). Las bacterias deben sobrevivir al paso por el tracto gastrointestinal y al pH bajo del estómago que se encuentra entre 1 y 3 (Castells-Molina & Hernández-Pérez, 2007). Cada cepa y bacteria tienen características diferentes por lo que se debe realizar la prueba de viabilidad de la cepa probiótica al pasar por el tracto digestivo y realizar ensayos clínicos (Ramírez et al., 2011).

Al añadir inulina y bacterias probióticas al queso, este se transforma en un alimento simbiótico, pues combina los beneficios de la fibra (prebiótico) y de las bacterias lácticas (probiótico), sin embargo debe cumplir la concentración recomendada de estos dos componentes para ser considerado este tipo de alimento.

Este queso enriquecido con fibra y bajo en grasa es un alimento nuevo con un valor nutricional potenciado y atractivo en el mercado ecuatoriano, que además plantea una nueva alternativa para los consumidores.

El objetivo general de esta investigación fue evaluar el efecto de adición de cultivo láctico e inulina en la elaboración del queso fresco bajo en grasa. Para esto se estudió la

humedad, rendimiento, grado de penetración y pH determinándose el porcentaje ideal de inulina y de cultivo láctico. Por último se evaluó el impacto de la inulina y cultivo láctico en la preferencia y aceptación por parte de los consumidores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Elaboración del queso fresco bajo en grasa

Se utilizó leche entera cruda, la que fue descremada hasta 0,5% de grasa a una temperatura de 40°C a 5665 gravedades con un caudal de 59 L·h⁻¹ (Disc Bowl Centrifuge Armfield N°S17049702 Type:125 110V 50/60 Hz-65W). Luego se homogenizó dos veces a 60°C y 250 PSI con un caudal de 63 L·h⁻¹ (FT9 Homogeniser Armfield Ltd Ringwood England). Se pasteurizó a 71°C por 15 segundos. Para cada tratamiento se empleó 1kg de leche descremada, pasteurizada, homogenizada y mantenida a una temperatura de 35°C. Se adicionó 0,20g de cloruro de calcio (CaCl₂), inulina Beneo G (diferentes concentraciones de acuerdo al diseño experimental) y se agitó por 3 minutos. Se trabajó 4 tratamientos con cultivo láctico y otros 4 sin cultivo. A los tratamientos sin cultivo láctico se les añadió 0.004% de cuajo en polvo Hansen® respecto al peso de leche. A los otros 4 se les agregó 0.04% de cultivo láctico mesófilo *Lactococcus lactis subsp lactis* y *Lactococcus lactis subsp. cremoris* (Danisco Choozit™ MA 11 LYO 25 DCU) y se dejó fermentar a 35°C hasta alcanzar pH 6. Posteriormente se adicionó el cuajo.

A continuación, los 8 tratamientos estuvieron en reposo a 35°C, por 30 minutos. Transcurrido este tiempo, se cortó la cuajada (2cm x 2cm) y se dejó reposar por 10 minutos. Se hizo un primer desuerado de 350mL y se agregó 350mL de agua a 40°C; después se hizo el segundo y final desuerado. A la cuajada se adicionó 1% de sal. Se moldeó y se prensó durante una hora y media con un peso de 150g. Los quesos se almacenaron en una cámara a 4°C (Anexo 1. Flujograma para la elaboración de queso fresco bajo en grasa y con cultivo láctico y/o inulina).

Control físico-químico de la leche cruda y leche descremada

Las Tablas 1 y 2 presentan los análisis físico-químicos (métodos y especificaciones correspondientes) realizados en la leche cruda y en la leche descremada para poder ser utilizadas como materia prima. Se realizó el muestreo según la metodología de la norma INEN 04, Muestreo para leche y productos lácteos (1998). De cada lote de 10L de leche cruda (4 lotes en total) y de cada lote correspondiente de leche descremada (4 lotes en total) se tomó 200mL de muestra para los controles correspondientes.

Tabla 1: Análisis físico-químicos de leche entera cruda

Análisis	Método	Especificación	Referencia
pH	Potenciómetro MON-F-099-1970	6,6- 6,7	Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense 03 027-99 Leche Entera Cruda
Densidad Relativa	Lactodensímetro NTE INEN 11:1984	1,028 - 1,032	Leche Cruda Requisitos NTE INEN 9:2012
Acidez Titulable	Acido Láctico NTE INEN 13	0,13 -0,17%	Leche Cruda Requisitos NTE INEN 9:2012
Grasa Láctea	Gerber NTE INEN 12:1973	Min 3,0%	Leche Cruda Requisitos NTE INEN 9:2012
Prueba de alcohol 75%	Prueba de alcohol NTE INEN 1500:2011	No coagulación	Leche Cruda Requisitos NTE INEN 9:2012
Ensayo de reductasa	Azul de metileno NTE INEN 18: 1973-06	Min 3 horas	Leche Cruda Requisitos NTE INEN 9:2012

Tabla 2: Análisis físico-químicos de leche descremada

Análisis	Método	Especificación	Referencia
Densidad Relativa	Lactodensímetro NTE INEN 11:1984	1,035	Leche Pasteurizada Requisitos NTE INEN 10:2012
Grasa Láctea	Gerber NTE INEN 12:1973	< 0,5%	Leche Pasteurizada Requisitos NTE INEN 10:2012

Cuantificación de grasa en el queso fresco bajo en grasa

La Tabla 3 presenta el análisis de grasa en el queso fresco bajo en grasa con inulina.

Tabla 3: Cuantificación de grasa en el queso fresco bajo en grasa

Análisis	Método	Referencia
Grasa	Babcock	Marshall, 1992

DISEÑO EXPERIMENTAL

Se usó un diseño completamente al azar (DCA), con arreglo factorial 4 x 2; correspondiente a la combinación de 2 factores con 3 repeticiones por cada tratamiento. Los factores fueron: inulina con cuatro niveles (0%, 1%, 2% y 3%) y cultivo láctico con dos niveles (0% y 0.04%). El tratamiento con 0% inulina y 0% cultivo láctico fue el tratamiento control. Los factores y niveles fueron determinados de acuerdo a pruebas preliminares y estudios realizados por Coussement (1999) y Miocinovic et al. (2011). Los datos se analizaron considerando una distribución normal mediante el análisis de varianza (ANOVA). Las medias fueron evaluadas con el test de Tukey con una probabilidad del 5% (Anexo 2).

En la Tabla 4 se observa los 8 tratamientos con sus respectivas combinaciones de inulina y cultivo láctico.

Tabla 4: Tratamientos y combinaciones

Tratamientos	Combinaciones
A (Control)	0% inulina;0% cultivo láctico
B	1% inulina;0% cultivo láctico
C	2% inulina;0% cultivo láctico
D	3% inulina;0% cultivo láctico
E	0% inulina; 0,04% cultivo láctico
F	1% inulina; 0,04% cultivo láctico
G	2% inulina; 0,04% cultivo láctico
H	3% inulina; 0,04% cultivo láctico

Variables de respuesta

En la Tabla 5 se detalla las variables de respuesta analizadas en el queso fresco bajo en grasa con su respectivo método, especificación y referencia.

Tabla 5: Variables de respuesta

Variable de respuesta	Método	Especificación	Referencia
Humedad	Estufa INEN 63:1973-10	65 -80%	Norma General para quesos frescos no maduros INEN1528:2012
Rendimiento	Peso final producto sobre peso inicial materia prima $\frac{kg\ de\ queso}{kg\ de\ leche} * 100$	> 13%	Dávila, 2006
Grado de penetración	Penetrómetro Koehler 19500 con escala de la penetración 0-620 y cono de 6,5g Koehler	= 12,65mm ±0,6	Tratamiento Control
pH	Potenciómetro (NMX-F-099-1970)	= 6,35 ± 0,1	Tratamiento Control

Resultados y discusión

Tanto la leche cruda como la descremada cumplieron con las especificaciones requeridas (Tabla 1 y Tabla 2), siendo los resultados de los análisis físico-químicos presentados en la Tabla 6.

Tabla 6: Análisis físico-químicos de la leche entera cruda y descremada

Leche entera cruda	
pH	6,6 ± 0,1
Densidad Relativa	1,029 ± 0,02
Acidez Titulable	0,15% ± 0,02
Grasa Láctea	3,3 % ± 0,02
Prueba de alcohol	Negativa
Ensayo de la reductasa	> 3 horas
Leche descremada	
Densidad Relativa	1,035 ± 0,01
Grasa Láctea	0,2%

Existió diferencia significativa entre los tratamientos en relación a todas las variables de respuesta analizadas (Tabla 7). Además solo el cultivo láctico influyó en el pH de los tratamientos y únicamente la inulina influyó en la humedad, rendimiento y grado de penetración de los tratamientos. La interacción de los factores no influyó de manera significativa en ninguna de las variables de respuesta analizadas.

Tabla 7: Resumen del Análisis de Varianza (ANOVA) de humedad, rendimiento, grado de penetración y pH de los tratamientos

FV	GL	Cuadrados Medios			
		Humedad (g/100g)	Rendimiento (%)	Grado de penetración (mm)	pH
Total	23				
Tratamientos	7	8,55*	4,04*	5,69*	0,38*
A (Cultivo Láctico)	1	0,90 ^{n.s.}	0,13 ^{n.s.}	0,10 ^{n.s.}	2,58*
B (Inulina)	3	19,47*	9,35*	13,05*	0,02 ^{n.s.}
Interacción AxB	3	0,17 ^{n.s.}	0,03 ^{n.s.}	0,19 ^{n.s.}	0,003 ^{n.s.}
Error Exp	16	0,45	0,40	0,36	0,01

* Significativo al 5% de probabilidad por la prueba de F

^{n.s.} No significativo al 5% de probabilidad por la prueba de F

Humedad

La inulina influyó en la humedad de los tratamientos (Tabla 7). La inulina tiene efecto sobre las propiedades reológicas de los geles lácteos principalmente por su capacidad de retener agua y por su interacción sobre las proteínas (Lucey et al., 1998), esperándose que a mayor cantidad de inulina, los tratamientos presenten mayor humedad.

Los tratamientos con 3% de inulina (D y H) fueron estadísticamente iguales lo mismo sucedió con aquellas de 2% de inulina (C y G) (Tabla 8). Estos datos concuerdan con el estudio de Gavilanes y Tomalá (2010) que al analizar el uso de inulina y carragenina en la calidad de queso crema bajo en grasa, concluyeron que la inulina adicionada permitió retener mayor cantidad de agua en comparación con la carragenina. En la investigación de Koca (2004) se analizó la textura de fusión y las propiedades sensoriales de los quesos frescos kashar bajos en grasa elaborados con dos sustitutos de grasa basados en proteínas y un sustituto de grasa a base de carbohidratos (5,0% w/w de Raftiline ® HP / peso leche). Se observó que el contenido de humedad de los quesos elaborados con sustitutos de grasa fueron significativamente más altos que en el caso del queso control.

Sin embargo, Salvatore et al. (2014) evaluando la sustitución de la grasa con inulina en queso fresco elaborado con leche de cabra no reportó diferencia significativa en la humedad de los quesos.

Los 8 tratamientos analizados estuvieron dentro del rango de humedad (65% - 80%) establecido por la norma general para quesos frescos no maduros INEN 1528:2012 para poder ser denominados quesos blandos. Estos datos presentaron un coeficiente de variación del 0,94%, estando dentro del rango aceptado para experimentación en laboratorio (máximo 10%) (Sánchez Otero, 2009).

Tabla 8: Humedad de los tratamientos

Tratamiento	Humedad * (g /100g)
H	74,79 a
D	74,62 a
G	73,57 ab
C	73,12 ab
F	72,23 bc
B	72,14 bc
E	70,88 cd
A (Control)	70,04 d

* Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre sí al 5% de probabilidad por la prueba de Tukey

Rendimiento

La adición del cultivo láctico no tuvo influencia significativa en el rendimiento ($P \leq 0,05$) (Tabla 7). Esto concuerda con el estudio de Brito et al. (2006) en el que se comparó queso cottage elaborado con cultivo láctico Redi-Set y DVS, usando crema láctea homogeneizada y sin homogeneizar, para verificar la factibilidad de su producción, no encontrándose diferencias significativas en el rendimiento de los distintos quesos. Esto igualmente fue observado por Pacheco (2004) al variar el contenido de cultivo láctico en la producción de queso tipo Cabaña, no presentó diferencia significativa en el rendimiento.

Por otro lado, la adición de la inulina si influyó significativamente sobre el rendimiento de los tratamientos (Tabla 7). Como se observa en la Tabla 9 los tratamientos con 3% y 2% de inulina (D, H y C, G respectivamente) presentaron el más alto rendimiento (rango a de la prueba de Tukey), es decir que a mayor contenido de inulina aumentó el rendimiento. Esto concuerda con el estudio de Patel et al. (2010) (Efecto de la inulina en las propiedades reológicas del queso fundido) que al añadir de 1 a 3% de inulina aumentó el rendimiento del queso. De la misma manera, Arango et al. (2013) estudiando la influencia de la sustitución de grasa por inulina en las propiedades reológicas, la cinética de coagulación de la leche, y sinéresis de los geles lácteos, observó que la adición de inulina a un nivel de 6% produjo una reducción en la sinéresis y aumentó el rendimiento de la cuajada aproximadamente en 30%.

El aumento del rendimiento con la adición de la inulina se debe a que esta actúa como agente espesante y retiene agua, estando por lo tanto directamente relacionado con la humedad (Lucey et al., 1998; Kip et al., 2006). Los tratamientos que presentaron el más alto rendimiento (Tabla 9) también fueron los que tenían la más alta humedad (Tabla 8). Sin embargo, todos los tratamientos tuvieron un rendimiento mayor al 13% (Tabla 9) que según Dávila (2006) es el rendimiento ideal para el queso fresco (Tabla 5).

En la industria quesera optimizar el rendimiento es un factor clave, pues el reto consiste esencialmente en maximizar la cantidad y la calidad del queso (Lawrence, 1991). Según Dávila (2006), para obtener 1kg de queso fresco se requiere 7,5 litros de leche. Es decir, se tiene un rendimiento del 13,33% (Tabla 5). El rendimiento se ve influenciado por algunos factores como el contenido de proteínas coagulantes (caseínas) y de materia grasa, la calidad sanitaria y los microorganismos de la leche y la capacidad de retención de agua (International Dairy Federation, 1991). Además afectan al rendimiento en el proceso de elaboración el tamaño del corte, la homogenización y la dilución del cuajo (Valencia, 2007).

Estos datos tuvieron un coeficiente de variación del 4,40%, estando dentro del rango permitido para experimentación en laboratorio (máximo 10%) (Sánchez Otero, 2009).

Tabla 9: Rendimiento de los tratamientos

Tratamientos	Rendimiento* (%)
H	15,98 a
D	15,83 a
C	14,83 ab
G	14,80 ab
F	13,84 b
B	13,51 b
E	13,16 b
A (Control)	13,02b

* Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre sí al 5% de probabilidad por la prueba de Tukey

Grado de penetración

El grado de penetración fue influenciado de manera significativa por el factor inulina mas no por el factor cultivo láctico (Tabla 7). En el queso fresco bajo en grasa se buscaba que el grado de penetración sea estadísticamente igual al tratamiento control (A). En la Tabla 10 se observa que los tratamientos estadísticamente iguales al control fueron B, E, y F. Al aumentar la humedad y el rendimiento en los tratamientos (Tabla 8 y 9), se observó que el grado de penetración fue mayor (Tabla 10).

De acuerdo a Castañeda (2002) y Osorio (2004), el grado de penetración aumenta en la medida que el contenido de grasa, proteína y humedad aumentan. Hennelly et al. (2005) también determinó que al incrementar el contenido de humedad y de inulina aumentó el grado de penetración.

Hernández y Díaz (2008), evaluando el uso del penetrómetro de cono de 30° para el control e investigación de la consistencia en quesos, demostró que el grado de penetración se encuentra relacionado en forma positiva con la alta humedad y en forma negativa con el grado de maduración global.

Estos datos tuvieron un coeficiente de variación del 7,56%, estando dentro del rango permitido para experimentación en laboratorio (máximo 10%) (Sánchez Otero, 2009).

Tabla 10: Grado de penetración de los tratamientos

Tratamiento	Grado de penetración * (mm)
H	15,62 a
D	15,11a
G	14,47 ab
C	14,52 ab
E	12,98 bc
A (Control)	12,65 c
B	12,31 c
F	12,02 c

* Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre sí al 5% de probabilidad por la prueba de Tukey

pH

Al emplear cultivo láctico se produce una disminución en el pH por la acción de las bacterias homofermentativas que transforman la glucosa en ácido láctico (Battro, 2010), por lo que el cultivo láctico influyó inversamente en el pH de los tratamientos (Tabla 7). Como se observa en la Tabla 11 solo los tratamientos B, C y D (sin cultivo láctico) fueron iguales estadísticamente al control (A), y también fueron iguales estadísticamente entre sí y diferentes estadísticamente al grupo de tratamientos con cultivo láctico (E, F, G y H).

La inulina no influyó en el pH de los tratamientos lo que concuerda con la investigación de Klebukowska et al. (2007) en la que se estudió la influencia de la inulina HPX y el probiótico *Lactobacillus plantarum* en el queso blando, concluyendo, al igual que Staffolo et al. (2004), que la adición de inulina en los productos lácteos fermentados no afectó su pH. Así mismo, en el estudio de Hennelly et al. (2005) se analizaron las propiedades microestructurales, reológicas y de textura del queso que contenía inulina, no existiendo diferencia significativa en el pH por la adición de inulina.

Estos datos tuvieron un coeficiente de variación del 1,64%, estando dentro del rango permitido para experimentación en laboratorio (máximo 10%) (Sánchez Otero, 2009).

Tabla 11: pH de los tratamientos

Tratamientos	pH*
D	6,47 a
C	6,41 a
B	6,40 a
A (Control)	6,35 a
H	5,85 b
G	5,74 b
F	5,72 b
E	5,69 b

* Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre si al 5% de probabilidad por la prueba de Tukey

Ponderación

Se consideró a la humedad como el factor más importante, asignándole un valor de 4, porque influyó en el rendimiento y grado de penetración y es el único factor mencionado en la norma general para quesos frescos no maduros INEN1528:2012. Al grado de penetración se le asignó un valor de 3, al rendimiento 2 y al pH 1.

En todas las variables se calificó con el puntaje completo, si cumplían la especificación o con un puntaje de cero si no cumplían (Tabla 12).

Tabla 12: Ponderación de las variables de respuesta

Tratamiento	Humedad	Rendimiento	Grado de Penetración	pH	Total
B	4	2	3	1	10
C	4	2	0	1	7
D	4	2	0	1	7
E	4	2	3	0	9
F	4	2	3	0	9
G	4	2	0	0	6
H	4	2	0	0	6

Los tratamientos con mayor puntaje fueron el B, E, y F. El tratamiento control cumplió con la humedad (65%-80%) y el rendimiento indicado en la Tabla 5. Estos 4 tratamientos continuaron con el análisis sensorial.

EVALUACIÓN SENSORIAL

Prueba de Ordenamiento

Se realizó una prueba discriminativa de ordenamiento para determinar la preferencia por parte de los panelistas en cuanto a sabor, olor y adherencia de los tratamientos A (control), B, E, y F.

Un total de 50 jueces semi-entrenados, participaron en el estudio, 19 hombres (38%) y 31 mujeres (62%) (Lawless & Heymann, 1998). Los jueces fueron estudiantes y profesores de Ingeniería en Alimentos de la Universidad San Francisco de Quito (rango de edad: 19 a 57 años). La prueba se realizó en el laboratorio de análisis sensorial de la misma universidad.

Se presentaron 30g de muestra de cada tratamiento a una temperatura de $6^{\circ}\text{C} \pm 2$ (Larmod,1977). Se codificó cada muestra con tres números al azar para no generar preferencia por los números asignados. Las muestras fueron contrabalanceadas para disminuir el error experimental. Es decir, las cuatro muestras se presentaron el mismo número de veces en las cuatro posiciones con el fin de disminuir la variable de preferencia por su posición (Caul,1957).

Se pidió a los jueces tomar agua desmineralizada entre las muestras para eliminar la influencia que tiene una muestra sobre la siguiente. Cada juez recibió un cuestionario debiendo ordenar las muestras en orden de su preferencia en cuanto a sabor, olor y adherencia, asignando el número 1 para mayor preferencia y 4 para menor preferencia (Anexo 3).

En la Tabla 13 se muestran los tratamientos con su respectiva formulación y códigos aplicados en el estudio.

Tabla 13: Tratamientos prueba de ordenamiento

Tratamiento	Código	Formulación
A (Control)	346	0% inulina, 0% cultivo láctico
B	874	1% inulina, 0% cultivo láctico
E	921	0% inulina, 0,04% cultivo láctico
F	572	1% inulina, 0,04% cultivo láctico

Los tratamientos fueron dispuestos en un diseño en bloques completamente al azar (DBCA). Los datos fueron analizados mediante análisis de varianza (ANOVA) y las medias por DMS al 5% de probabilidad.

Resultados y discusión

Como se observa en la Tabla 14 existió diferencia estadísticamente significativa en los tres atributos: sabor, olor y adherencia entre los 4 tratamientos (Anexo 4).

Tabla 14: Resumen del Análisis de Varianza (ANOVA) de sabor, olor, y adherencia de los tratamientos

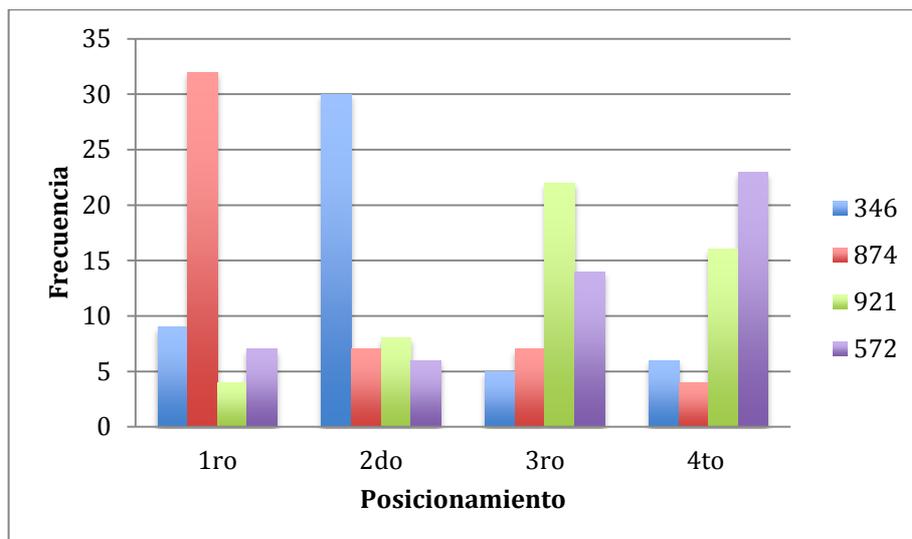
FV	GL	Cuadrados Medios		
		Sabor	Olor	Adherencia
Total	199			
Bloques	49	0,159 ^{n.s.}	0,286 ^{n.s.}	0,039 ^{n.s.}
Tratamiento	3	23,02 [*]	5,5 [*]	9,586 [*]
Error Exp	147	1,19	1,486	1,477

* Significativo al 5% de probabilidad por la prueba de F

^{n.s.} No significativo al 5% de probabilidad por la prueba de F

La Figura 2 de ranking de sabor muestra la frecuencia de cada prototipo en su diferente posicionamiento. En el atributo de sabor, se observó que el tratamiento 874 fue el más preferido, seguido por el 346 (Figura 2). Los menos preferidos fueron los tratamientos 921 y 572 que eran los que contenían cultivo láctico (probiótico), que puede haber influenciado negativamente en el sabor. Los panelistas prefirieron los tratamientos que no contenían cultivo láctico, pues al descender el pH, el queso adquiere un sabor más ácido, al que la mayoría de consumidores ecuatorianos no está acostumbrado.

Figura 2: Ranking sabor de los tratamientos



Como se observa en la Tabla 15, existió diferencia significativa entre los tratamientos en cuanto al sabor. Los tratamientos 572 y 921 fueron estadísticamente iguales entre sí y diferentes a los tratamientos 346 y 874. El tratamiento 874 (1% inulina y 0% cultivo láctico) fue el más preferido, seguido del tratamiento control. Esto se debe a que la inulina sirve como sustituto de grasa, sus propiedades se atribuyen a su capacidad para formar microcristales que interaccionan entre sí formando pequeños agregados que atrapan gran cantidad de agua originando una textura cremosa y fina que proporciona una sensación bucal similar a la de la grasa (Bot et al., 2004).

Tabla 15: Sabor de los tratamientos

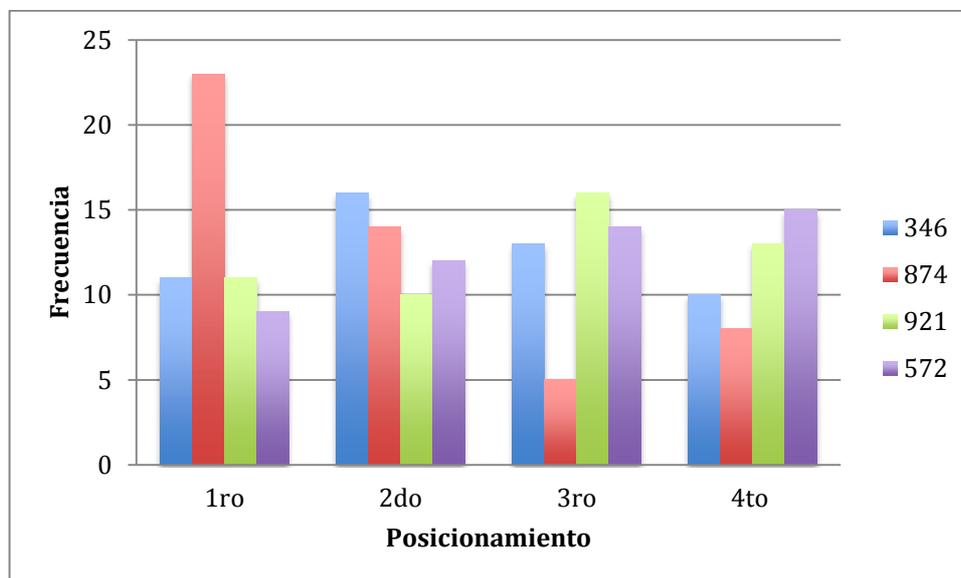
Tratamiento	Σ Ordenamiento Sabor*
572	153 a
921	150 a
346	108 b
874	83 c

* Suma de ordenamientos seguidas por mismas letras no difieren entre sí al 5% de probabilidad por la prueba DMS

Otras de las funciones del cultivo láctico es su contribución al aroma del queso (Perotti et al., 2008). El olor láctico es característico de los quesos jóvenes (Coste, 2005). La Figura 3 de ranking de olor muestra la frecuencia de cada prototipo en su diferente posicionamiento,

observándose que los quesos preferidos fueron 874 y 346, a los cuales no se les adicionó fermento.

Figura 3: Ranking olor de los tratamientos



El tratamiento control (346) fue estadísticamente igual a todos los tratamientos con y sin cultivo láctico (Tabla 16). Sin embargo los tratamientos 874 (sin cultivo láctico) y el control fueron los más preferidos.

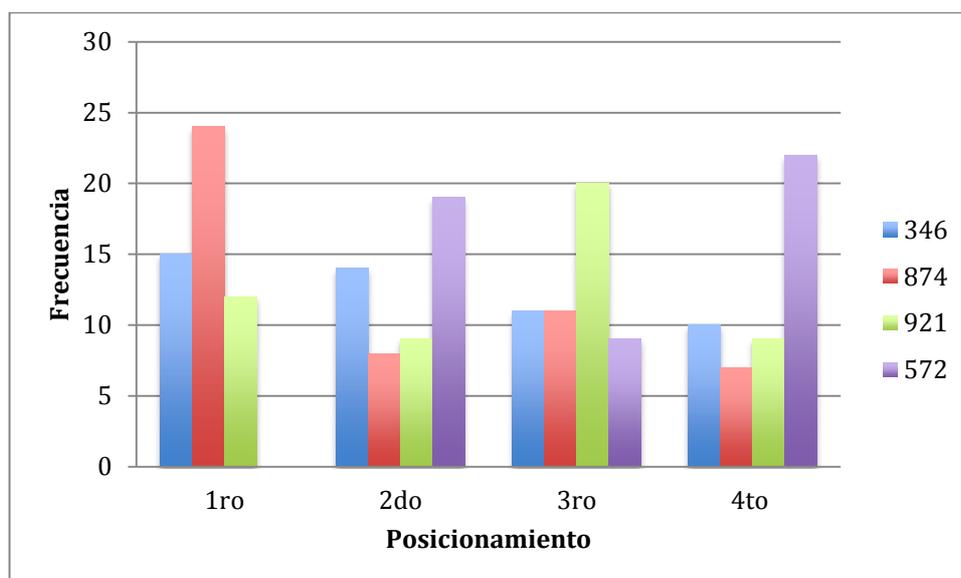
Tabla 16: Olor de los tratamientos

Tratamiento	Σ Ordenamiento Olor*
572	135 a
921	131 a
346	122 ab
874	98 b

* Suma de ordenamientos seguidas por mismas letras no difieren entre sí al 5% de probabilidad por la prueba DMS

La adherencia se considera como el trabajo necesario para despegar un producto pegado en el paladar y los dientes con la lengua (Montero et al., 2005). Los tratamientos preferidos fueron el 346 y 874 y el menos preferido el 572 (Figura 4). En la Tabla 17 se observa que los tratamientos 874 y 346 fueron estadísticamente iguales.

Figura 4: Ranking adherencia de los tratamientos



El tratamiento control fue estadísticamente igual a los tratamientos 921 y 874 y diferente estadísticamente al 572 (Tabla 17). Se observó que la inulina no influenció en este atributo ya que el tratamiento 572 fue el menos preferido y el 874 junto con el control fueron los de mayor preferencia, a pesar que los tratamientos 572 y 874 tuvieron igual contenido de inulina.

Tabla 17: Adherencia de los tratamientos

Tratamiento	Σ Ordenamiento Adherencia*
572	153a
921	126 b
346	116 bc
874	101c

* Suma de ordenamientos seguidas por mismas letras no difieren entre sí al 5% de probabilidad por la prueba DMS

Los resultados de esta investigación coinciden con el estudio de Miocinovic et al. (2011) que al desarrollar un queso bajo en grasa con leche ultrafiltrada, la inulina mejoró las características sensoriales, siendo preferido por los consumidores mucho más que el queso control.

Chillenate et al. (2013) al evaluar sensorialmente la aceptabilidad total, el olor, sabor y textura en tres muestras (queso control, con probiótico y prebiótico y solo probiótico), no encontró diferencia significativa en la aceptabilidad total, olor y sabor o sea el probiótico no interfirió en la aceptación de los consumidores, mientras que en la textura si existió una diferencia significativa prefiriéndose el queso que contenía el prebiótico. Igualmente en el estudio de Zamora-Vega et al. (2013) al desarrollar y caracterizar queso simbiótico elaborado con *Saccharomyces boulardii* e inulina, en los atributos de olor, color y sabor no existió diferencia significativa entre el queso control y el queso simbiótico, sin embargo en la textura si existió diferencia significativa prefiriéndose el queso simbiótico.

Pacheco (2004) al estudiar el efecto de la concentración de cultivo láctico, la acidez de corte en el tiempo de incubación y las características físicas y sensoriales del queso Cabaña, observó que la cantidad de cultivo láctico fue determinante en los atributos de sabor y olor del queso. Los tratamientos de menor concentración del cultivo láctico presentaron las mejores características sensoriales.

En la presente investigación el cultivo láctico no favoreció sensorialmente al sabor, olor ni a la adherencia por lo que los jueces prefirieron en estos tres aspectos los prototipos que no contenían cultivo láctico.

En los tres atributos (sabor, olor y adherencia) el prototipo con la mayor preferencia fue el prototipo 874. Por eso fue seleccionado para realizar una prueba de nivel de agrado.

Nivel de Agrado

La prueba de nivel de agrado se realizó a 50 potenciales consumidores (Lawless & Heymann, 1998), estudiantes y docentes de la Universidad San Francisco de Quito: 50% fueron mujeres y 50% hombres, con un promedio de edad de 25 años.

Los jueces fueron instruidos para expresar su nivel de agrado de la muestra, utilizando una escala hedónica de 7 puntos desde “gusta muchísimo” a “disgusta muchísimo” con un nivel medio de indiferencia (ni gusta ni disgusta) (Lutz et al., 2008). Cada juez recibió un cuestionario (Anexo 5).

Se sirvió 30g de muestra de queso (tratamiento 874) a una temperatura de $6^{\circ}\text{C} \pm 2$ acompañada de agua desmineralizada (Larmod, 1977).

Resultados y discusión

Para realizar el análisis estadístico, a cada una de las opciones de la escala hedónica se le asignó un valor relacionado al nivel de agrado final.

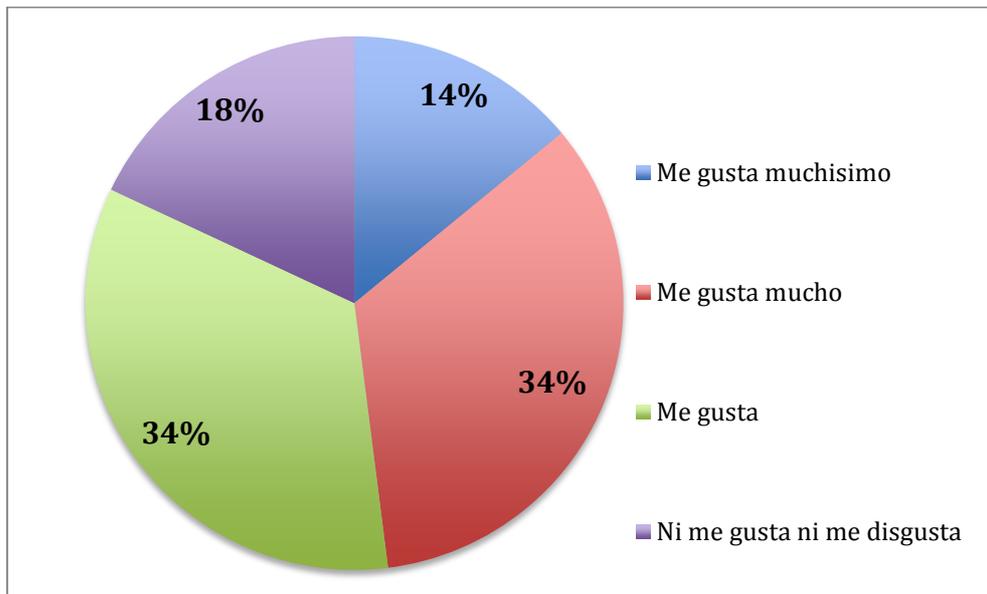
Como se observa en la Tabla 18, la opción “gusta mucho” y “gusta” fueron las de mayor frecuencia 17 puntos, seguida por “ni gusta ni disgusta” con 9 puntos. “Gusta muchísimo” tuvo 7 puntos y las opciones de “disgusta” no fueron elegidas.

Tabla 18: Nivel de aceptabilidad

Nivel de agrado	Gusta muchísimo	Gusta mucho	Gusta	Ni gusta ni disgusta	Disgusta	Disgusta mucho	Disgusta muchísimo
Valor numérico asignado	7	6	5	4	3	2	1
Frecuencia	7	17	17	9	0	0	0
Nivel de agrado final	5,44						

En la Figura 5 se presenta las preferencias porcentualmente. El 68% está repartido en partes iguales por las opciones “me gusta mucho” y “me gusta”.

Figura 5: Nivel de aceptabilidad



El nivel de agrado final para el queso fresco elaborado con 1% de inulina y sin cultivo láctico (tratamiento 874) fue de 5,44 que se encuentra entre “gusta mucho” y “gusta” lo que indica una buena aceptación por parte de los consumidores.

Análisis de grasa en extracto seco del queso fresco bajo en grasa con inulina

En el tratamiento 874 (1% inulina y 0% cultivo láctico) se determinó el contenido de grasa en extracto seco siguiendo el método de Marshall (1992), siendo el resultado menor al 1%. La norma general para quesos frescos no maduros INEN 1528:2012 determina los siguientes rangos para grasa en extracto seco en los diferentes quesos.

- Queso entero: > 45% - 60%
- Queso semidescremado: > 20% - 45%
- Descremado: > 0,1% - 20%

Concluyéndose que el queso 874 por su contenido de grasa es un queso descremado.

Cuantificación de Inulina

La inulina se añadió antes de la coagulación (Anexo 1) al igual que en los estudios desarrollados por Guerrero (2010), Miocinovic et al. (2011) y Salvatore et al (2013).

Kip et al. (2006) estudiaron que si la inulina estaba presente durante el proceso de coagulación, podía formar parte de la red estructural de proteínas, por la unión con agregados de la proteína.

El método analítico para determinar la fibra dietaría AOAC 985.29 no es adecuado para la cuantificación de inulina ya que esta no precipita completamente en solución de etanol, pues es soluble o parcialmente soluble en este solvente. Esto se debe a que la inulina y sus derivados son moléculas relativamente pequeñas (peso molecular aproximado de 6.000), en comparación con otros compuestos convencionalmente aceptados como fibra dietética (peso molecular entre 10.000 – 50.000) (Madrigal & Sangronis, 2007). Hoy en día existen dos métodos para determinar inulina (Zuleta & Sambucetti, 2001):

- AOAC 997.08 Método de cromatografía de intercambio iónico, se utiliza una columna Aminex HPX-87C (Bio-Rad)
- AOAC 999.03 Método enzimático-espectrofotométrico

CONCLUSIONES

- La inulina influyó significativamente en las propiedades de humedad, rendimiento y grado de penetración mientras que el cultivo láctico influyó solamente en el pH.
- El mejor prototipo 1% inulina y 0% cultivo láctico cumplió con las características de humedad, rendimiento, grado de penetración y pH establecidas.
- La inulina mejoró los atributos de sabor, olor y adherencia ya que el prototipo con 1% de inulina y 0% cultivo láctico fue preferido sobre el control en todos los atributos. Sin embargo, el tratamiento con la misma concentración de inulina (1%) y con cultivo láctico fue el menos preferido en todos los atributos, indicando que la presencia de cultivo láctico no gustó a los consumidores.
- Este queso además posee buena aceptación por parte de posibles consumidores, con el 68% de observaciones agrupadas en las opciones “me gusta mucho” y “me gusta”.
- Los porcentajes de inulina en el presente estudio hacen referencia a inulina adicionada mas no inulina residual en el producto.

RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio de mercado, pruebas de comercialización, y estudio de factibilidad para analizar la posibilidad del desarrollo de este producto en el mercado ecuatoriano.
- Utilizar otro cultivo láctico como probiótico que mejore los atributos sensoriales: sabor, olor y textura del queso.
- Cuantificar la inulina residual en el producto por el método de cromatografía de intercambio iónico o por el método enzimático-espectrofotométrico.
- Agregar al queso fresco con inulina una mezcla de hierbas para lograr un mejor sabor y mayor aceptabilidad en el mercado.

BIBLIOGRAFÍA

- Arango, O., Trujillo, M., y Castillo, M. (2013). Influence of fat replacement by inulin on rheological properties kinetics of rennet milk coagulation and syneresis of milk gels. *Journal Dairy of Science*, 96, 1984-1996.
- Araújo, E., Carvalho, A., Leandro, E., Mauro, F., y Moraes, C. (2010). Development of a symbiotic cottage cheese added with *Lactobacillus delbrueckii* UFV H2b20 and inulin. *Functional Foods* (2), 85-89.
- Ashwell, M. (2005). *Conceptos sobre Alimentos Funcionales*. ILSI Europe Concise Monograph Series, ILSI Press.
- Axelsson, L. (1998). *Lactic acid bacteria: Classification and Physiology*. Lactic acid bacteria, Microbiology and functional aspects. Pp.1-72 Marcel Dekker Inc. New York, USA.
- Barboza, J.E., Vásquez, H., Salcedo, R. y Bautista, M. (2004). Probióticos y conservadores naturales en alimentos. *Acta Universitaria*. 14(3):32-38
- Battro, P. (2010). *Quesos Artesanales* (1 edición). Buenos Aires: Albatros.
- Briet, F., Achour, L., Flourié, B., Beaugerie, L., Pellier, P., Franchisseur, C., Bornet, F. y Rambaud, J. (1995). Symptomatic response to varying levels of fructo-oligosaccharides consumed occasionally or regularly. *Eur.J. Clin. Nutr.* 49:501-507.
- Brighenti, F. (2007). Dietary fructans and serum triacylglycerols: a metaanalysis of randomized controlled trials. *Journal of Nutrition*, 11, 2552- 2556.
- Brito, C., Pino, M., Molina, L., Molina, I., y Horzella , M. (2006). Queso Cottage Elaborado con Cultivo Láctico Redi-Set y DVS, Usando Crema Lactea Homogeneizada y sin Homogeneizar. *Revista Chilena de Nutrición* , 33 (1).
- Bot, A., Eric, U., Vreeker, R. y Agterof, W. (2004). Influence of crystallization conditions on the large deformation rheology of inulin gels. *Food Hydrocolloids*. 18(4); 547-556.
- Cani, P., Joly, E., Horsmans, Y., y Delzenne, N. (2006). Oligofructose promotes satiety in healthy human: a pilot study. *European Journal of Clinical Nutrition*, 60. 567-572.
- Carr, F., Chill, D. y Maida, N. (2002). The lactic acid bacteria: A literature survey. *Critical Rewiews in Microbiology* 28(4):281-370
- Castañeda, R. (2002). La reología en la tipificación y la caracterización de quesos. *Tecnología Láctea Latinoamericana*. Vol 20, no 26; p 48-53.
- Castells-Molina, S. y Hernández-Pérez, M. (2007). *Farmacología en enfermería* (2ª edición ed.). Madrid, España: Elsevier.

- Caul, J.F. (1957). The profile method of flavor analysis. *Advan. Food Res.* 7, 1-10.
- Chillenato, N., Blumer-Zararcheno, P., Fleuri, L., Cumba-Andrade, J., Moreno, I., Fernandes Van Dender, A., y otros. (2013). Characterization of Fresh Cheese with Addition of Probiotics and Prebiotics. *Journal of Life Science* , 7 (2), 189-195.
- Coste, E. (2005). Análisis sensorial de quesos. 1ra ed. Zamora, España. Editorial Universidad Nacional de Lomas de Zamora. PP 2-10
- Coudray, C., Bellanger, J., Castiglia-Delavaud, C., Rémésy, C., Vermorel, M., Rayssiguier, Y. (1997). Effect of soluble or partly soluble dietary fibres supplementation on absorption and balance of calcium, magnesium, iron and zinc in healthy young men. *European Journal of Clinical Nutrition* 51: 375-80.
- Coussement, P. A. (1999). Nutritional and Health Benefits of Inulin and Oligofructose. *JN The Journal of Nutrition*, 129, 1412S-1417S.
- Dávila, M. (2006). “Proyecto de prefactibilidad para la exportación de quesos de la hacienda “el sinche”, del cantón guaranda, provincia de bolívar al mercado venezolano en el período 2006 al 2010” UTE. Recuperado de: <http://repositorio.ute.edu.ec/>
- De Wijk, R.A., Terpstra, M., Janssen, M., y Prinz, F. (2006). Perceived creaminess of semi-solid foods. *Trends in Food Science and Technology*, 17,412e422.
- Desmedt, A. y Jacobs, H. (2001). Soluble fibre. Guide to functional food ingredients. Young J. LFRA Ltd, Inglaterra p. 113-40.
- Demonte, P. (1995). Evaluación sensorial de la textura y búsqueda de correlaciones con medidas instrumentales. p. 8-20. Seminario de Textura y Reología de los alimentos. Memorias. Cali: Universidad del Valle.
- Ellner, R. (2000). Microbiología de la leche y productos lácteos. Madrid, España: Diaz Santos.
- Flamm, G., Glinsmann, W., Kritchevsky, D., Prosky, L., y Roberfroid, M. (2001). Inulin and oligofructose as dietary fiber: a review of the evidence. *Crit. Rev Food SciNutr*; 41: 353-362.
- Franck, A. (2002). Technological functionality of inulin and oligofructose. *British J Nutr*; 87: 287-291.
- Franck, A. (2006). Inulin. *Food Polysaccharides and Their Applications*. Stephen A. Segunda Edición. Nueva York, USA: Marcel Dekker; 733.

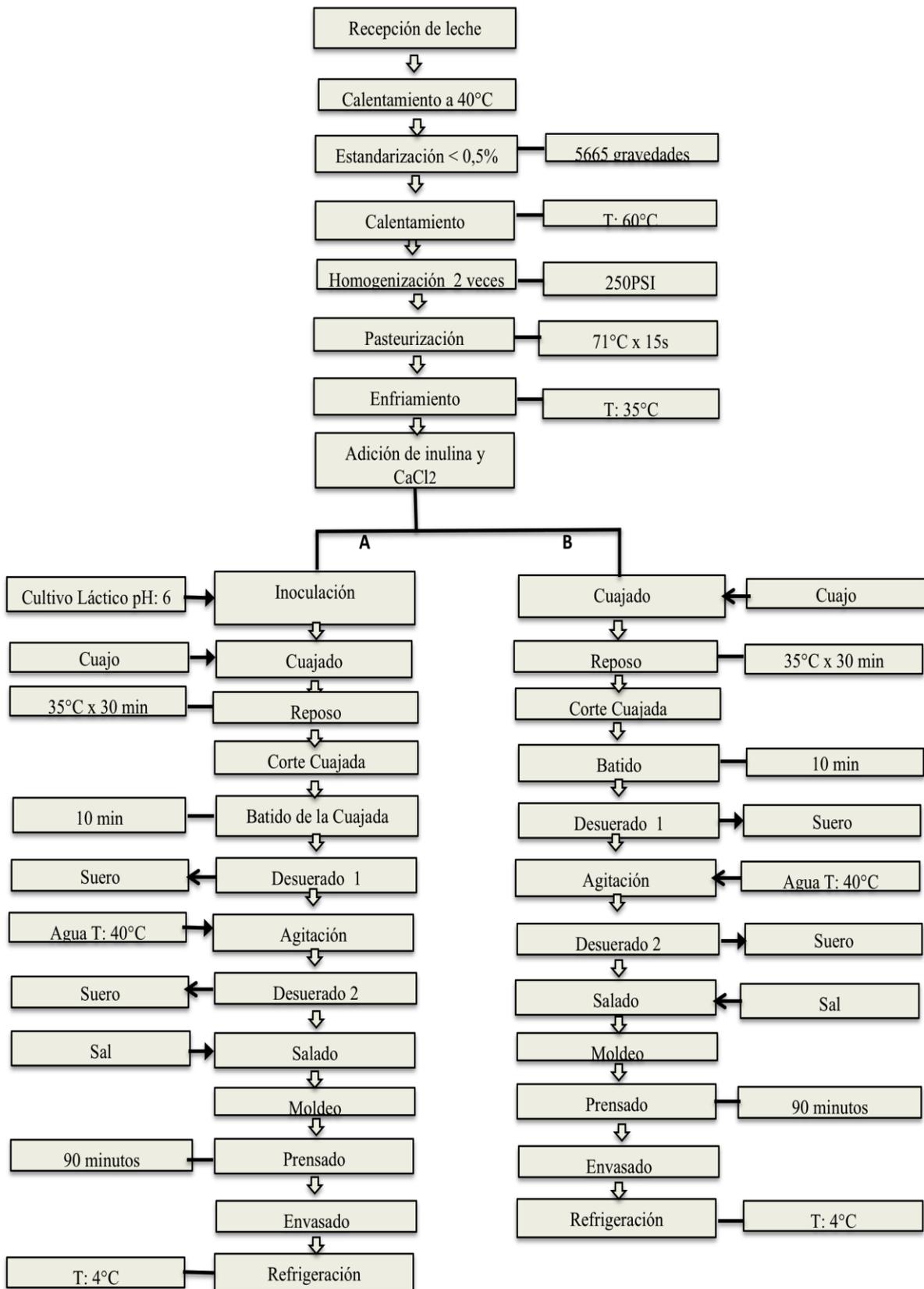
- García, M., Revah, S., y Gómez, L. (1998). Productos lácteos. Biotecnología Alimentaria, Limusa Noriega. García Garibay M. Quintero Ramírez Rodolfo, Agustín López-Munguía Canales. Pp. 163-178. México D.F.
- Gavilanes, P. y Tomalá, C. (2010). Uso de la inulina y carragenina en la calidad del queso crema bajo en grasa. Escuela Superior Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calceta.
- Gibson, G.R. y Roberfroid, M.B. (1995). Dietary modulation of the human colonic microbiote. Introducing the concept of prebiotics. *J Nutr.*125:1401-1412.
- Guerrero, J. (2010). Alimentos fortificados con prebióticos . Universidad del Valle. Cali: Recireia.
- Havenaar, R. y Huis in't Veld, M. (1992). Probiotics: A general view. In: Lactic acid bacteria in health and disease (Ed.: Wood, J.B.J.). Vol 1. Elsevier Applied Science Publishers, Amsterdam.
- Hennelly, P., Dunne, P., O'Sullivan, M., y O'Riordan, E. (2005). Textural, rheological and microstructural properties of imitation cheese containing inulin. *Journal of Food Engineering*, 75, 388-395.
- Hernández, A., y Díaz, J. (2008). Evaluación del penetrómetro de cono 30° para el control y la investigación de la consistencia en quesos. *Ciencia y tecnología de alimentos* , 18 (1), 36-41.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. Leche Cruda. Requisitos. Norma técnica ecuatoriana INEN 9:2012
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. Leche Pasteurizada. Requisitos. Norma técnica ecuatoriana INEN 10:2012
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. Muestreo para leche y productos lácteos . Norma técnica ecuatoriana INEN 04
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma General para Quesos Frescos No Maduros. Requisitos. Norma técnica ecuatoriana INEN1528:2012
- International Dairy Federation. (1991). Factors Affecting the Yield of Cheese. Special Issue No. 9301. International Dairy Federation, Bruselas, Bélgica.
- Kelly, G. (2008). Inulin - Type Prebiotics - A Review: Part 1. *Alternative Medicine Review*, 13 (4), 315-329.
- Kip, P., Meyer, D., y Jellema, R. (2006). Inulin improve sensorial and textural properties of low fat yogurts. *International Dairy Journal*,16:1098-110

- Kleubowska, L., Monika, M.K., y Kornacki, K. (2007). Influence of inulin and potentially probiotic *Lactobacillus Plantarum* Strain on Microbiological Quality and Sensory Properties of Soft Cheese. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 57(2), 143-146.
- Koca, N. (2004). Textural, melting and sensory properties of low-fat fresh kashar cheeses produced by using fat replacers. *International Dairy Journal*, 14, 365-373.
- Lawrence, R.C. (1991). "Cheese Yield Potential of Milk". Factors Affecting the Yield of Cheese. No. 9301. International Dairy Federation. Bruselas, Bélgica.
- Larmond, E. (1977). Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food. Food Res.Inst. Can. Dept. Agri., Ottawa.
- Lawless, H., & Heymann, H. (1998). Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices. New York: Kluwe Academic.
- Lutz, R., Morales, D., Sepúlveda, B., y Alviña, W. (2008). Evaluación Sensorial de Preparaciones Elaboradas con Nuevos Alimentos Funcionales Destinados al Adulto Mayor. *Revista Chilena Nutrición*, 35 (2), 131-137.
- Lucey, J.A. et al. (1998). A comparison of formation, rheological properties and microstructure of acid skim milk gels made with a bacterial culture or glucono- δ lactone. *Food Research International*, v. 31, p. 147-155.
- Madrigal, L. y Sangronis, E. (2007). La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 57 (4), 387-396.
- Marlett, J.A., McBurney, M.I., y Slavin, J.L. (2002). Position of the American dietetic Association: Health implications of dietary fiber *Journal of American Dietetic Association*; 102 (7): 993-1000
- Marshall, R.T. (1992). Standard Methods for the Examination of Dairy Products. 16th ed. Am. Pul. Health Assoc., Inc., Washington, DC.
- Miocinovic, J., Puda, P., Radulovic, Z., Pavlovic, V., Miloradovic, Z., Radovanovic, M., y otros. (2011). Development of low fat UF cheese technology. 61 (1), 33-44.
- Montero, H., Aranibar, G., Cañameras, C., y Castañeda, R. (Septiembre de 2005). Metodología para la caracterización sensorial de quesos Argentinos. *Jornadas de Análisis Sensorial, tendencias actuales y aplicaciones*, 1-10.
- Murcia, J.L. (2013). Alimentos Funcionales. Distribución y consumo, 5 (130), 48-50.
- Normas Jurídicas de Nicaragua. Norma Técnica de leche entera cruda N° 03 027-99. 2011.

- Osorio, J. (2004). Caracterización reológica y textural del queso Edam. Medellín. Ingeniero Agrícola, Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Pal Bais, H. y Ravishankar, G. (2001). *Cichoriumintybus L-* cultivation, processing, utility, value addition and biotechnology, with an emphasis on current status and future prospects. *J Sci Food Agri*; 81: 467-484.
- Patel, R., Zoerb, H., Rohrer, C., Bell, S., y Barnhart, C. (2010). Effects of inulin on rheological attributes of processed cheese. STOUT University of Wisconsin.
- Perotti, M., Zalazar, C., Bernal, S., y Wolf, V. (2008). Perfil de ácidos grasos libres y características sensoriales de quesos reggianito elaborados con diferentes fermentos. *Grasas y Aceites*, 59 (2), 152-159.
- Pietro, A., Luceri, C., Dolara, P., Giannini, A., y Biggeri, A. (2002). Antitumorigenic activity of the prebiotic inulin enriched with oligofructose in combination with the probiotics *Lactobacillus rhamnosus* and *Bifidobacteriumlactis* on azoxymethane-induced colon carcinogénesis in rats. *Carcinogenesis*; 23, 1953- 1960.
- Ramirez, J., Ulloa, P., Velázquez, M., Ulloa, J., y Romero, F. (2011). Bacterias Lácticas: Importancia en alimentos y sus efectos en la salud. *Revista Fuente Año* (7).
- Reid, G., Sanders, M.E., Gaskins, H.R., Gibson, G.R., y Mercenier, A. (2003). New scientific paradigms for probiotics and prebiotics, *Journal Gastroenterology* 37, 105-118.
- Reig, A.L., y Anesto, J.B. (2002). Prebióticos y probióticos, una relación beneficiosa. *Revista Cubana Alimentación y Nutrición* , 16 (1).
- Roberfroid, M.B. et al. (1993). Dietary fibre, inulin and oligofructose: a review comparing their physiological effect. *Crit. Reviews Food Sci. Nutr.* 33 (2), 103–148.
- Roberfroid, M. (2005). *Inulin-Type Fructans: Functional Food Ingredients*. Boca Raton, USA: CRC Press. 370 pp.
- Robertson, J.A., y Eastwood, M.A. (1981). An investigation of the experimental conditions which could affect water-holding capacity of dietary fibre. *Journal Science Food Agriculture*. 32: 819-25.
- Rumessen, J.J., Bode, S., Hamberg, O., y Gudmand-Hoyer, E. (1990). Fructans of Jerusalem artichoke; Intestinal transport, absorption, fermentation and influence on blood glucose, insulin and C-peptide response in healthy subjects. *Am. J. Clin. Nutr.* 52, 675–682.
- Salvatore, E., Pes, M., Mazzarello, V., y Antonio, P. (2014). Replacement of fat with long-chain inulin in a fresh cheese made from caprine milk. *International Dairy Journal*, 34, 1-5.

- Sánchez-Otero, J. (2009). *Introducción al Diseño Experimental*. Quito, Ecuador.
- Saxelin, M., Korpela, R., Mayra-Makinen, V. (2003). Introduction: Classifying functional dairy products. Mattila-Sandholm, T.; Saarela, M. (Eds). *Functional dairy products*. CRC. Boca Raton, USA. 1-16
- Staffolo, M.D., Bertola, N., Martino, M. y Bevilacqua, A. (2004). Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. *Int. Dairy J.* 14, 263–268.
- Tahiri, M., Tressol, J.C., Arnaud, J., Bornet, F., Bouteloup-Demange, C., Feillet-Coudray, C., y otros. (2001). Five-Week Intake of Short-Chain Fructo Oligosaccharides Increases Intestinal absorption and Status of Magnesium in Postmenopausal Women. *Journal of Bone and Mineral Research*. 16 (11): 2152-60.
- Teitelbaum, J.E. y Walker, W.A. (2002). Nutritional impact of pre- and probiotics as protective gastrointestinal organisms. *Ann Rev Nutr* 22:107–138.
- Torres, M.R. (2002). *Flora intestinal, probióticos y salud*. Segunda edición, Formas finas. Guadalajara, Jal.
- Tunick, M.H., Mackey, K.L., Shieh, J.J., Smith, P.W., Cooke, P., y Malin, E.L. (1993). Rheology and microstructure of low fat Mozzarella cheese. *International Dairy Journal*, 3, 649–662.
- Valencia, J. (Mayo de 2007). Desarrollo de un Queso Optimizando Rendimiento. *Mundo Lácteo y Cárnico* , 10-12 .
- Vásquez, S.M., Suárez, H. y Zapata, S. (2009). Utilización de sustancias antimicrobianas producidas por bacterias ácido lácticas en la conservación de la carne. *Revista Chilena de Nutrición*. 36(1): 64-71
- Watherhouse, A. y Chatterton, N. (1993). *N.Glossary of fructans terms*. Science and Technology of Fructans. Suzuki M., Chatterton N. Boca Raton, USA: CRC Press; 1993. 369 pp.
- Zamora-Vega, R., Montañez-Soto, J., Venegas-González, J., Bernardino-Nicanor, A., González-Cruz, L., y Martínez-Flores, H. (2013). Development and characterization of a symbiotic cheese added with *Saccharomyces boulardii* and inulin. *African Journal of Microbiology Research* , 7 (23).
- Zuleta , A., & Sambucetti, M. (2001). Inulin Determination for Food Labeling. *J. Agric. Food Chem* , 49, 4570-4072

(ANEXO 1) Flujograma Elaboración del Queso Fresco bajo en grasa con cultivo láctico y/o inulina



(ANEXO 2) Análisis de Varianza (ANOVA) de las Variables de Respuesta

a) Humedad

Tabla 19: Análisis de Varianza (ANOVA) de la humedad de los tratamientos

Fuentes	gl	SC	CM	F.cal	F esp 0,05
Total	23	67,05			
Tratamientos	7	59,82	8,55	18,91*	2,66
A (Cultivo Láctico)	1	0,9	0,90	1,99 ^{n.s.}	4,49
B (Inulina)	3	58,40	19,47	43,08*	3,24
Interacción AxB	3	0,52	0,17	0,38 ^{n.s.}	3,24
Error Exp.	16	7,23	0,45		

* Significativo al 5% de probabilidad por la prueba de F.

^{n.s.} No significativo al 5% de probabilidad por la prueba de F.

Tabla20: Humedad (g/100g) de los tratamientos

Repetición	Tratamientos							
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	70,40	72,79	72,56	74,95	70,50	72,45	72,89	73,80
2	69,93	71,24	73,15	74,84	71,88	71,71	73,77	74,77
3	69,78	72,39	73,64	74,07	70,25	72,52	74,05	75,80
Totales	210,11	216,41	219,35	223,86	212,62	216,68	220,71	224,37
Promedios	70,04	72,14	73,12	74,62	70,88	72,23	73,57	74,79

$$FC = 1744,115^2/24 = \mathbf{126747,38}$$

$$SCTot = (70,40^2 + 72,79^2 + 72,56^2 + 74,95^2 + 70,50^2 + 72,45^2 + 72,89^2 + 73,80^2 + 69,93^2 + 71,24^2 + 73,15^2 + 74,84^2 + 71,88^2 + 71,71^2 + 73,77^2 + 74,77^2 + 69,78^2 + 72,39^2 + 73,64^2 + 74,07^2 + 70,25^2 + 72,52^2 + 74,05^2 + 75,80^2) - FC = 126814,43 - 126747,38 = \mathbf{67,05}$$

$$SCTrat = (210,11^2 + 216,42^2 + 219,35^2 + 223,86^2 + 212,62^2 + 216,68^2 + 220,71^2 + 224,37^2)/3 - FC = 126807,2 - 126747,38 = \mathbf{59,82}$$

$$SCA = (869,73^2 + 874,39^2)/12 - FC = 126748,28 - 126747,38 = \mathbf{0,9}$$

$$SCB = (422,74^2 + 433,09^2 + 440,05^2 + 448,23^2)/6 - FC = 126805,78 - 126747,38 = \mathbf{58,40}$$

$$SCAB = 59,82 - 0,9 - 58,40 = \mathbf{0,52}$$

$$SCEE = 67,05 - 59,82 = \mathbf{7,23}$$

$$CV = (\sqrt{0,45} / 72,67) * 100 = \mathbf{0,94 \%}$$

b) Rendimiento

Tabla 21: Análisis de Varianza (ANOVA) del rendimiento de los tratamientos

Fuentes	gl	SC	CM	F.cal	F esp 0,05
Total	23	34,74			
Tratamientos	7	28,29	4,04	10,03*	2,66
A (Cultivo Láctico)	1	0,13	0,13	0,32 ^{n.s.}	4,49
B (Inulina)	3	28,06	9,35	23,20*	3,24
Interacción AxB	3	0,1	0,03	0,08 ^{n.s.}	3,24
Error Exp.	16	6,45	0,40		

* Significativo al 5% de probabilidad por la prueba de F.

^{n.s.} No significativo al 5% de probabilidad por la prueba de F.

Tabla 22: Rendimiento (%) de los tratamientos

Repetición	Tratamientos							
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	13,24	13,69	15,7	15,4	13,79	13,53	15,48	15,5
2	12,92	13,31	14,73	15,33	12,64	13,1	14,25	16,4
3	12,9	13,52	14,07	16,77	13,05	14,9	14,67	16,03
Totales	39,06	40,52	44,5	47,5	39,48	41,53	44,4	47,93
Promedios	13,02	13,51	14,83	15,83	13,16	13,84	14,80	15,98

$$FC = 344,92^2/24 = \mathbf{4957,075}$$

$$SCTot = (13,24^2 + 13,69^2 + 15,7^2 + 15,4^2 + 13,79^2 + 13,53^2 + 15,48^2 + 15,5^2 + 12,92^2 + 13,31^2 + 14,73^2 + 15,33^2 + 12,64^2 + 13,1^2 + 14,25^2 + 16,4^2 + 12,9^2 + 13,52^2 + 14,07^2 + 16,77^2 + 13,05^2 + 14,9^2 + 14,67^2 + 16,03^2) - FC = 4991,82 - 4957,075 = \mathbf{34,74}$$

$$SCTrat = (39,06^2 + 40,52^2 + 44,50^2 + 47,50^2 + 39,48^2 + 41,53^2 + 44,40^2 + 47,93^2)/3 - FC = 4985,37 - 4957,075 = \mathbf{28,29}$$

$$SCA = (171,58^2 + 173,34^2)/12 - FC = 4957,2 - 4957,075 = \mathbf{0,13}$$

$$SCB = (78,54^2 + 82,05^2 + 88,90^2 + 95,43^2)/6 - FC = 4985,14 - 4957,075 = \mathbf{28,06}$$

$$SCAB = 28,29 - 0,13 - 28,06 = \mathbf{0,1}$$

$$SCEE = 34,74 - 28,29 = \mathbf{6,45}$$

$$CV = (\overline{0,40} / 13,71) * 100 = \mathbf{4,40\%}$$

c) Grado de penetración

Tabla 23: Análisis de Varianza (ANOVA) del grado de penetración de los tratamientos

Fuentes	gl	SC	CM	F.cal	F esp 0,05
Total	23	45,55			
Tratamientos	7	39,84	5,69	15,95*	2,66
A (Cultivo Láctico)	1	0,096	0,10	0,27 ^{n.s.}	4,49
B (Inulina)	3	39,16	13,05	36,58*	3,24
Interacción AxB	3	0,584	0,19	0,55 ^{n.s.}	3,24
Error Exp.	16	5,71	0,36		

* Significativo al 5% de probabilidad por la prueba de F.

^{n.s.} No significativo al 5% de probabilidad por la prueba de F.

Tabla 24: Grado de penetración (mm) de los tratamientos

Repetición	Tratamientos							
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	13,25	12,75	14,1	14,5	13,79	11,63	14	15,6
2	12,52	11,6	14,06	15,8	12,86	12,09	14,3	16
3	12,18	12,57	15,4	15,02	12,3	12,35	15,1	15,25
Totales	37,95	36,92	43,56	45,32	38,95	36,07	43,40	46,85
Promedios	12,65	12,31	14,52	15,11	12,98	12,02	14,47	15,62

$$FC = 329,02^2/24 = \mathbf{4510,59}$$

$$SCTot = (13,25^2 + 12,75^2 + 14,1^2 + 14,5^2 + 13,79^2 + 11,63^2 + 14^2 + 15,6^2 + 12,52^2 + 11,6^2 + 14,06^2 + 15,80^2 + 12,86^2 + 12,09^2 + 14,3^2 + 16^2 + 12,18^2 + 12,57^2 + 15,4^2 + 15,02^2 + 12,3^2 + 12,35^2 + 15,1^2 + 15,25^2) - FC = 4556,14 - 4510,59 = \mathbf{45,55}$$

$$SCTrat = (37,95^2 + 36,92^2 + 43,56^2 + 45,32^2 + 38,95^2 + 36,07^2 + 43,40^2 + 46,85^2)/3 - FC = 4550,43 - 4510,59 = \mathbf{39,84}$$

$$SCA = (163,75^2 + 165,27^2)/12 - FC = 4510,68 - 4510,59 = \mathbf{0,096}$$

$$SCB = (76,90^2 + 72,99^2 + 86,96^2 + 92,17^2)/6 - FC = 4549,75 - 4510,59 = \mathbf{39,16}$$

$$SCAB = 39,84 - 39,16 - 0,096 = \mathbf{0,585}$$

$$SCEE = 45,55 - 39,84 = \mathbf{5,71}$$

$$CV = (\sqrt{0,36} / 13,71) * 100 = \mathbf{4,78\%}$$

d) pH

Tabla 25: Análisis de Varianza (ANOVA) de pH de los tratamientos

Fuentes	gl	SC	CM	F.cal	F esp 0,05
Total	23	2,78			
Tratamientos	7	2,65	0,38	46,59 *	2,66
A (Cultivo Láctico)	1	2,58	2,58	317,54*	4,49
B (Inulina)	3	0,06	0,02	2,46 ^{n.s.}	3,24
Interacción AxB	3	0,01	0,003	0,41 ^{n.s.}	3,24
Error Exp.	16	0,13	0,01		

* Significativo al 5% de probabilidad por la prueba de F.

^{n.s.} No significativo al 5% de probabilidad por la prueba de F.

Tabla 26: pH de los tratamientos

Repetición	Tratamientos							
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	6,32	6,41	6,39	6,41	5,74	5,8	5,51	5,88
2	6,31	6,39	6,39	6,47	5,72	5,77	5,86	5,82
3	6,41	6,4	6,44	6,52	5,61	5,59	5,85	5,84
Totales	19,04	19,2	19,22	19,4	17,07	17,16	17,22	17,54
Promedios	6,35	6,40	6,41	6,47	5,69	5,72	5,74	5,85

$$FC = 145,85(2)/24 = \mathbf{886,34}$$

$$SCTot = (6,32^2 + 6,41^2 + 6,39^2 + 6,41^2 + 5,74^2 + 5,8^2 + 5,51^2 + 5,88^2 + 6,31^2 + 6,39^2 + 6,39^2 + 6,47^2 + 5,72^2 + 5,77^2 + 5,86^2 + 5,82^2 + 6,41^2 + 6,40^2 + 6,44^2 + 6,52^2 + 5,61^2 + 5,59^2 + 5,85^2 + 5,84^2) - FC = 889,12 - 886,34 = \mathbf{2,78}$$

$$SCTrat = (19,04^2 + 19,2^2 + 19,22^2 + 19,4^2 + 17,07^2 + 17,16^2 + 17,22^2 + 17,54^2)/3 - FC = 888,98 - 886,34 = \mathbf{2,646}$$

$$SCA = (76,86^2 + 68,99^2)/12 - FC = 888,92 - 886,34 = \mathbf{2,58}$$

$$SCB = (36,11^2 + 36,36^2 + 36,44^2 + 36,94^2)/6 - FC = 886,40 - 886,34 = \mathbf{0,06}$$

$$SCAB = 2,646 - 2,58 - 0,06 = \mathbf{0,01}$$

$$SCEE = 2,78 - 2,646 = \mathbf{0,13}$$

$$CV = (\sqrt{0,01} / 6,08) * 100 = \mathbf{1,64\%}$$

(ANEXO 3) Cuestionario Prueba de Ordenamiento

Fecha:
Encuesta#

M: _____ F: _____

Edad: _____

Por favor, pruebe las muestras de izquierda a derecha. Ordene las de acuerdo a su preferencia. Asigne el número 1 para la muestra de mayor preferencia (sabor, olor y adherencia), 2 para la segunda más preferida y así sucesivamente. Entre las evaluaciones de las muestras enjuague la boca con agua y espere 30 segundos.

	Sabor	Olor	Adherencia
346	_____	_____	_____
874	_____	_____	_____
921	_____	_____	_____
572	_____	_____	_____

Comentarios:

GRACIAS

(ANEXO 4) Análisis de Varianza (ANOVA) de la Prueba de Ordenamiento

Tabla 27: Análisis de Varianza (ANOVA) del sabor de los tratamientos

Fuentes	gL	SC	CM	F cal.	F esp 0,05
Total	199	251,82			
Bloques	49	7,82	0,159	0,134 ^{n.s.}	1,44
Tratamientos	3	69,06	23,02	19,343*	2,67
Error Exp	147	174,94	1,190		

* Significativo al 5% de probabilidad por la prueba de F.

^{n.s.} No significativo al 5% de probabilidad por la prueba de F.

Tabla 28: Ranking sabor de los tratamientos

Tabla Ranking				
Tratamientos	1ro	2do	3ro	4to
346	9	30	5	6
874	32	7	7	4
921	4	8	22	16
572	7	6	14	23

Tabla 29: Análisis de Varianza (ANOVA) del olor de los tratamientos

Fuentes	gL	SC	CM	F cal.	F esp 0,05
Total	199	249,02			
Bloques	49	14,02	0,286	0,192 ^{n.s.}	1,44
Tratamientos	3	16,5	5,5	3,70*	2,67
Error Exp	147	218,5	1,486		

* Significativo al 5% de probabilidad por la prueba de F.

^{n.s.} No significativo al 5% de probabilidad por la prueba de F.

Tabla 30: Ranking olor de los tratamientos

Tabla Ranking				
Tratamientos	1ro	2do	3ro	4to
346	11	16	13	10
874	23	14	5	8
921	11	10	16	13
572	9	12	14	15

Tabla 31: Análisis de Varianza (ANOVA) de la adherencia de los tratamientos

Fuentes	gL	SC	CM	F cal.	F esp 0,05
Total	199	247,92			
Bloques	49	1,92	0,0391	0,0265 ^{n.s.}	1,44
Tratamientos	3	28,76	9,586	6,4870*	2,67
Error Exp	147	217,24	1,477		

* Significativo al 5% de probabilidad por la prueba de F.

^{n.s.} No significativo al 5% de probabilidad por la prueba de F.

Tabla 32: Ranking adherencia de los tratamientos

Tabla Ranking				
Tratamiento	1ro	2do	3ro	4to
346	15	14	11	10
874	24	8	11	7
921	12	9	20	9
572	0	19	9	22

(ANEXO 5) Cuestionario Prueba de Aceptabilidad

Fecha:
Encuesta#

M: _____ F: _____
Edad: _____

Por favor, evalúe la muestra servida e indique cuánto a usted le gusta o disgusta el producto. Marque la respuesta que mejor refleje su juicio.

- () Me gusta muchísimo
- () Me gusta mucho
- () Me gusta
- () Ni me gusta ni me disgusta
- () Me disgusta
- () Me disgusta mucho
- () Me disgusta muchísimo

Comentarios: _____

Fecha:
Encuesta#

M: _____ F: _____
Edad: _____

Por favor, evalúe la muestra servida e indique cuánto a usted le gusta o disgusta el producto. Marque la respuesta que mejor refleje su juicio.

- () Me gusta muchísimo
- () Me gusta mucho
- () Me gusta
- () Ni me gusta ni me disgusta
- () Me disgusta
- () Me disgusta mucho
- () Me disgusta muchísimo

Comentarios: _____

