Efecto de la presión de homogenización de la leche en las propiedades físico-químicas y sensoriales del queso crema Zamorano

Nathalia Jasmine Naranjo Bravo

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2008

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Efecto de la presión de homogenización de la leche en las propiedades físico-químicas y sensoriales del queso crema Zamorano

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

Presentado por

Nathalia Jasmine Naranjo Bravo

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2008

Efecto de la presión de homogenización de la leche en las propiedades físico-químicas y sensoriales del queso crema Zamorano

Presentado por:

Nathalia Jasmine Naranjo Bravo

Aprobado:

_____	_____
Luis Fernando Osorio, Ph.D.	Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Asesor Principal	Director Carrera Agroindustria Alimentaria
_____	_____
Edgar E. Ugarte, M.Sc. Asesor secundario	Raúl Espinal, Ph.D. Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

RESUMEN

Naranjo, N. 1.388. Efecto de la presión de homogenización de la leche en las propiedades físico-químicas y sensoriales del queso crema Zamorano. Proyecto de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 30 p.

El queso es un producto fresco obtenido por coagulación de la leche, debido a la acción del cuajo y por exudación parcial del lacto-suero resultante de esta coagulación. El objetivo principal del estudio fue determinar el efecto de la presión de homogenización de la leche en las propiedades físico-químicas y sensoriales del queso crema. Se elaboró queso crema a partir de 50 litros de leche estandarizada a 2.9% de grasa, pasteurizada y homogenizada. Se utilizó un diseño experimental BCA con medidas repetidas en el tiempo, evaluando 3 tratamientos (0, 1.38 y 4.14 MPa) y 3 repeticiones a los 0, 15 y 30 días. Las propiedades físico-químicas analizadas fueron: color, textura, porcentaje de humedad y grasa. Existió diferencia significativa en el análisis de textura, siendo el tratamiento de 4.14 MPa el más suave ($P<0.05$). En el análisis de color; los tratamientos de 4.14 y 1.38 MPa presentaron mayor valor L* (claridad) y el tratamiento de 0 MPa presentó mayor valor a* y valor b*, intensidad rojo y amarillo respectivamente. Se comparó el porcentaje de grasa y el valor b* de color y se determinó una correlación negativa entre la textura y el porcentaje de grasa, demostrando que a mayor división de los glóbulos grasos más suave es la textura del queso y menor valor b* se presenta. Cada tratamiento se evaluó sensorialmente con un panel no entrenado de 12 personas. Se evaluaron los atributos apariencia, aroma, sabor, textura y aceptación general. El tratamiento de 4.14 MPa es el más preferido por el consumidor. La aplicación de presión de homogenización de 4.14 MPa aumentó 2.5% el rendimiento. El costo variable de elaborar un kilogramo de queso crema fue L. 74.54 y aplicando presión de homogenización de 4.14 MPa disminuyó a L. 41.54 generando un ahorro de L. 13.82/kg.

Palabras clave: glóbulos grasos, textura.

CONTENIDO

Portadilla..... i
Página de firmas..... ii
Resumen..... iii
Contenido..... iv
Índice de cuadros, figuras y anexos……..... v

1 INTRODUCCIÓN..... 1

2 REVISIÓN DE LITERATURA..... 4

3 MATERIALES Y MÉTODOS..... 7

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... 13

5 CONCLUSIONES…….……..... 25

6 RECOMENDACIONES..... 26

7 BIBLIOGRAFÍA..... 27

8 ANEXOS..... 29

ÌNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro Página

1. Distribución de sólidos de 100 kg de leche en el queso blanco……. 4
2. Tamaño de los glóbulos grasos de las diferentes leches…… 6
3. Análisis promedio de textura del queso crema…….. 13
4. Análisis de textura (kN) del queso crema…….. 14
5. Análisis promedio del valor L* del queso crema…….. 14
6. Análisis del valor L* del queso crema...…… 15
7. Análisis promedio del valor a* del queso crema……... 16
8. Análisis del valor a* del queso crema……...……. 16
9. Análisis promedio del valor b* del queso crema……... 17
10. Análisis del valor b* del queso crema..…..…… 17
11. Análisis de grasa del queso crema……. 18
12. Análisis de humedad del queso crema…… 19
13. Análisis de rendimiento del queso crema……... 20
14. Análisis sensorial…… 22
15. Análisis de preferencia……... 22
16. Análisis microbiológico de coliformes totales……... 23
17. Correlación entre el valor de textura (Instron) vs. textura 23
sensorial…... 23
18. Correlación entre análisis de color (L* a* b*) vs. atributo apariencia.. 24
19. Costos de la formulación actual del queso crema Zamorano……. 24
20. Costos variables por tratamientos……...

Figura Página

1. Homogenización en dos etapas……... 5
2. Flujo de proceso del queso crema……..... 10
3. Comportamiento de la textura del queso crema durante 30 14
días……. 15
4. Comportamiento del valor L* del queso crema durante 30 16
días……. 18
5. Comportamiento del valor a* del queso crema durante 30
días……. 19
6. Comportamiento del valor b* del queso crema durante 30 20

días…….
7. Comportamiento de porcentaje de grasa del queso crema durante 30 días……...……...
8. Comportamiento de la humedad durante los 30 días evaluados…….

Anexo Página

1. Formato de evaluación sensorial..... 30

1. INTRODUCCIÓN

Queso es el producto fresco o maduro, sólido o semisólido, obtenido por separación del suero después de la coagulación de la leche natural, de la leche desnatada total o parcialmente, de la nata, del suero de mantequilla, o de una mezcla de algunos o de todos estos productos, por la acción del cuajo u otros coagulantes apropiados, con o sin hidrólisis previa de la lactosa (Chamorro *et al.*, 2002).

De acuerdo a Urdaneta *et al.* (2004), a partir de la elaboración del queso se busca obtener un producto con las características similares, por lo que la leche es sometida a un proceso de disminución de sus partículas de grasa, proceso conocido como homogenización.

Generalmente no es usual homogenizar la leche para quesería, aunque algunos industriales lo hacen. La homogenización de la leche causa una reducción en el tamaño de los glóbulos de grasa y por consiguiente un aumento en el área superficial de la materia grasa, lo que altera la membrana original debido a que la concentración de este complejo es ahora insuficiente para cubrir toda la superficie resultante de la homogenización (Inda, 2000).

La homogenización tiene como finalidad estabilizar la emulsión grasa y mantenerla dispersa de forma uniforme en el líquido; esta le da a la leche un sabor más dulce y una textura más suave. Según Urdaneta *et al.* (2004), cuanto más estrecha es la distribución del tamaño y cuanto más bajo sea el valor promedio del diámetro de la gota, más estable es la emulsión. La homogenización de la leche produce una modificación en la estabilidad de las gotas de grasa, y la leche coagula más fácilmente, y el coagulo formado es mucho más blando, poroso y permeable. De acuerdo a Heinemann (1921), cuando la caseína es coagulada, la cuajada atrapa la mayor parte de la grasa, quedando de 0.4% a 1.3% de grasa en el suero, siendo la cantidad de sólidos mucho menor en el suero que en la leche. El diámetro de gota de la leche ya homogenizada es alrededor de 1 µm, reflejando las longitudes de ondas largas, motivo que permite un aumento del color blanco de la leche y el poder colorante de la nata luego de la homogenización (Urdaneta *et al*., 2004).

La planta de lácteos de Zamorano no emplea un proceso de homogenización de la leche para la elaboración del queso crema. La finalidad del presente estudio es analizar el efecto de dicho proceso en las características físico-químicas y sensoriales del queso crema.

1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En la planta de lácteos de Zamorano, la elaboración del queso crema ha tenido diversas implementaciones para mejorar su calidad. La falta de un proceso de homogenización en su flujo de proceso ha mostrado un efecto en la textura y rendimiento del queso. Su ausencia implica un efecto en el tamaño y la mala distribución de los glóbulos grasos de la leche y en las propiedades sensoriales del queso crema.

2 ANTECEDENTES

Según estudios efectuados anteriormente en la planta de lácteos de Zamorano, se ha elaborado varios análisis para el mejoramiento del rendimiento del queso crema, pero no se ha relacionado el efecto de los procesos de elaboración del queso crema sobre las propiedades organolépticas del producto, en este caso el proceso de homogenización. Sin embargo, en otras universidades se ha tomado en cuenta este proceso como estudio para el mejoramiento de la elaboración del queso.

En el año 2002, la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile, realizó un estudio basado en el desarrollo de queso chanco de reducido tenor graso utilizando proceso de homogenización en la leche. Se estudió los efectos de la leche homogenizada a diferentes porcentajes de grasa en las características sensoriales y físico-químico del producto, concluyendo que el queso con leche homogenizada obtuvo mayor retención de humedad pero baja aceptación sensorial por el consumidor (Brito *et al*., 2002).

Un estudio realizado en Venezuela-Maracaibo en el año 2004, analizó la influencia de la homogenización sobre el tamaño y distribución de los glóbulos grasos de la leche, así como, el efecto de dicha distribución sobre el rendimiento y las propiedades organolépticas de los quesos de pasta blanda. Los quesos a partir de leche pasteurizada y homogenizada, presentaron mejor coloración que los de leche pasteurizada sin homogenizar. El índice de penetración para los quesos con leche homogenizada fue más alto que para quesos con leche sin homogenizar; así como su rendimiento (Urdaneta *et al*., 2004).

3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Existen pruebas directas que evalúan la eficacia de una homogenización como efecto principal en el rendimiento del queso. La homogenización de la leche disminuye significativamente la velocidad de sinéresis, mejora la estabilidad de la leche y a su vez la del producto final.

La razón principal de este estudio, es implementar el proceso de homogenización en la elaboración del queso crema y mejorar sus propiedades sensoriales, así como la textura.

1 Limitantes del estudio

- La implementación de la homogenización en la elaboración del queso crema implica una re-elaboración del flujo de procesos.

- El presupuesto para el estudio es limitado, lo que impide realizar más repeticiones, debido a que se aplicarán tres presiones distintas en el proceso.
- El análisis sensorial aplicado requiere de un panel que tenga conocimientos sobre productos lácteos, lo cual influye en los resultados del análisis.

2 Alcances

- Implementar el proceso de homogenización en la elaboración del queso crema.
- Mejorar la textura y apariencia del queso crema.

4. OBJETIVOS

1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de la presión de homogenización de la leche en las propiedades físico- químicas y sensoriales del queso crema.

2. Objetivos específicos

- Determinar los cambios físico- químicos y sensoriales del queso crema debido a la aplicación de presión de homogenización de 0 MPa, 1.38 MPa y 4.14 MPa
- Determinar los cambios en la textura del queso crema debido a la aplicación de presión de homogenización de 0 MPa, 1.38 MPa y 4.14 MPa.
- Determinar los cambios en el porcentaje de humedad del queso crema debido a la aplicación de presión de homogenización de 0 MPa, 1.38 MPa y 4.14 MPa.
- Determinar cambios en el rendimiento del queso crema debido a la aplicación de presión de homogenización de 0, 1.38 y 4.14 MPa.
- Determinar los costos variables de los tratamientos de 0, 1.38 y 4.14 MPa.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

1. GENERALIDADES

El queso es una de las formas más antiguas que se conocen de poder conservar la leche durante un tiempo prolongado, en condiciones ambientales, concentrando y manteniendo su valor nutricional (Fundación EROSKI, 2005).

La materia grasa es el componente de mayor tamaño de la leche, y por esta razón, forma parte del queso. En la leche, la grasa se encuentra en forma de emulsión, y una de sus propiedades más relevantes, es el tamaño de gota, ya que influye en la viscosidad, el color, el sabor y la densidad de la leche. El potencial de la leche para la fabricación de quesos está determinado principalmente por tres factores:

1. El contenido de proteínas coagulables (caseínas)
2. El contenido de materia grasa
3. La calidad sanitaria y microbiológica de la leche

Un factor son las proteínas coagulables mediante la acción del cuajo y la acidez, ya que la proteína presente en el queso es la que retiene prácticamente toda la humedad del queso (Cuadro 1), estas constituyen cerca del 79%, y las proteínas no coagulables o proteínas del lacto-suero representan el 21% (Inda, 2000).

Cuadro 1. Distribución de sólidos de 100 kg de leche en el queso blanco.

Componente	Leche	Queso
Proteínas	3.1 kg	2.3 kg
Grasas	3.4 kg	3.1 kg
Lactosa	4.7 kg	0.2 kg
Mineral	0.9 kg	0.5 kg
TOTAL	12.1 kg	6.1 kg
	100%	≈50%

Fuente: Inda, 2000.

2. HOMOGENIZACIÓN

Se define homogenización de la leche como el proceso mecánico donde los glóbulos de grasa son divididos de manera que tienden a ser tan pequeños, que no forman nata en la superficie después de 48 horas en almacenamiento (Babcock, 1947). En un homogenizador la leche se somete a una gran presión y se le fuerza a pasar por una estrecha abertura, válvula de homogenización (Figura 1).

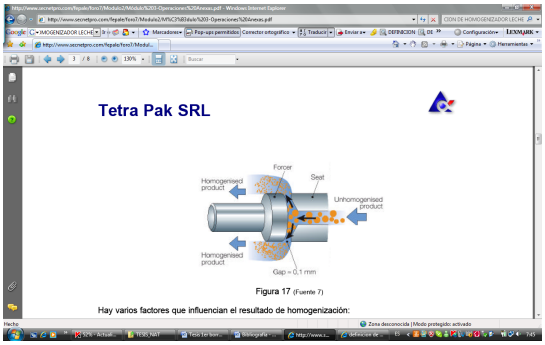


Figura 1. Homogenización en dos etapas. Fuente: Birollo, 2003.

Normalmente la homogenización de simple etapa se utiliza para productos de alto contenido graso que requieran viscosidad elevada. La homogenización de la leche se da en dos etapas, lo que permite una mejor homogenización y la ruptura de los aglomerados de glóbulos que se puedan generar en la primera etapa (Birollo, 2003).

3. TEMPERATURA

La temperatura es una medida del calor o energía térmica de las partículas en una sustancia. Este efecto se relaciona con la cristalización de la materia grasa. La temperatura no depende del número de partículas en un objeto y por lo tanto no depende de su tamaño (Daou y Hermans, 2001).

4. PRESIÓN

Presión es una magnitud física que mide la fuerza por unidad de superficie, y sirve para caracterizar cómo se aplica una determinada fuerza resultante sobre una superficie. En el Sistema Internacional de Unidades la presión se mide en una unidad derivada que se denomina pascal (Pa) (SENAMHI, 2008).

5. TEXTURA

Según Montero (1999), la textura puede ser definida como una manifestación de las propiedades reológicas de un alimento. Los sistemas de caracterización de la textura de

los alimentos se reducen generalmente a dos grandes grupos, basados en los métodos de análisis sensoriales o instrumentales.

Los métodos sensoriales de análisis están sujetos a una alta variabilidad, aunque existen sistemas para reducir esta variación mediante la utilización de evaluadores especializados. Es preferible utilizar métodos instrumentales en lugar de análisis sensorial, puesto que pueden realizarse bajo condiciones mucho más definidas y controladas (Análisis de Textura, 2002).

6. LÍPIDOS

De acuerdo a Chamorro *et al*. (2002), la materia grasa de la leche se encuentra en forma de glóbulos grasos, constituidos por pequeñas gotas de grasa, principalmente triglicéridos, que son líquidos a temperatura ambiente y rodeadas por una membrana lipoproteica, que estabiliza la emulsión al impedir que los glóbulos grasos se agrupen. El diámetro medio de los glóbulos grasos varía con la especie (Cuadro 2).

Cuadro 2. Tamaño de los glóbulos grasos de las diferentes leches.

Especie	Vaca	Oveja	Cabra
Diámetro medio de los glóbulos grasos (μm)	4.55	3.30	3.50

Fuente. Chamorro *et al.*, 2002.

El tamaño de los glóbulos grasos en leche cruda no homogeneizada está entre 1-10 μm, mientras que en la homogenizada entre 0.2-2 μm (CATLAB, 2008). El color de la leche depende del tamaño de los glóbulos de grasa, ya que generan un efecto de dispersión de la luz, así como las micelas de caseína y el fosfato de calcio coloidal. Mientras menor sea el tamaño de los glóbulos de grasa, más intenso será el color blanco de la leche; por ello, la homogenización aumenta la intensidad del color blanco de la leche (Gervilla, 2001).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

1. LOCALIZACIÓN

La elaboración del producto queso crema y el análisis sensorial, se realizó en la Planta de Lácteos Zamorano, los análisis físico-químicos se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos (LAAZ) y el análisis microbiológico se realizó en el Laboratorio de la Planta de Lácteos Zamorano. Dichos lugares pertenecen a la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; ubicada en el Departamento de Francisco Morazán, Km 30 Carretera a Danlí, Honduras.

2. MATERIALES

1. Materiales para la elaboración del producto

- Leche entera, estandarizada al 2.8% de grasa, pasteurizada y homogenizada.
- Solución de cloruro de calcio al 40%, marca Calsol.
- Cultivo láctico (*Lactococcus lactis)*, CHOOTIZ RA 21.
- Cuajo, marca Chymax.
- Sal refinada.
- Bolsas de PE.

2. Materiales para los análisis físico- químicos y sensorial

- Termómetro.
- Beakers.
- Mascarilla y guantes.
- Cuchillo.
- Agua destilada.
- Cronómetro Ohaus.
- Violet Red Bile Agar BD DIFCO.
- Pipetas Corex de 1 ml y 10 ml.
- Probetas de 50 ml.
- Butirómetros 50 ml.
- Crisoles Coors USA.
- Yogos Imusa – 40 L.

- Liras verticales y horizontales.
- Moldes cilíndricos PVC, 4x12 pulgadas.

3. EQUIPO

1. Equipo para la elaboración del producto

- Quesera para 1.38 litros de leche.
- Homogenizador Tetra Pak, Tetra Alex ®S15 T5856866125.
- Pasteurizador CP – Creamery Package Size 5, Serial 8011.
- Refrigeradora Atlas AC35.
- Selladora Ultravac HOCH Packaging Model 2100ª.
- Báscula Yamato DP-8100.
- Descremadora Alfa Laval S2181 M.
- Balanza OHAUS.

2. Equipo para los análisis físico- químicos

- Colorflex Hunter L*a*b*, modelo 40/0, serie número ex0687.
- Instron, Número de sistema 4444-P-2927.
- Horno Fisher Scientific Isotemp Oven – 105°C.
- Incubador a 32°C Precision Model 2.
- Incubador a 43°C Precision Thelco Model 4.
- Esterilizador Sterilmatic Market Forge.
- Centrifuga Garver Electifuge Model 224.
- Cronómetro Comark.
- Hornilla Fisher Scientific.
- Horno Fisher Scientific Isotemp Oven – 105°C.
- Desecador Pyrex®.
- Balanza analítica Mettler AE1.38.

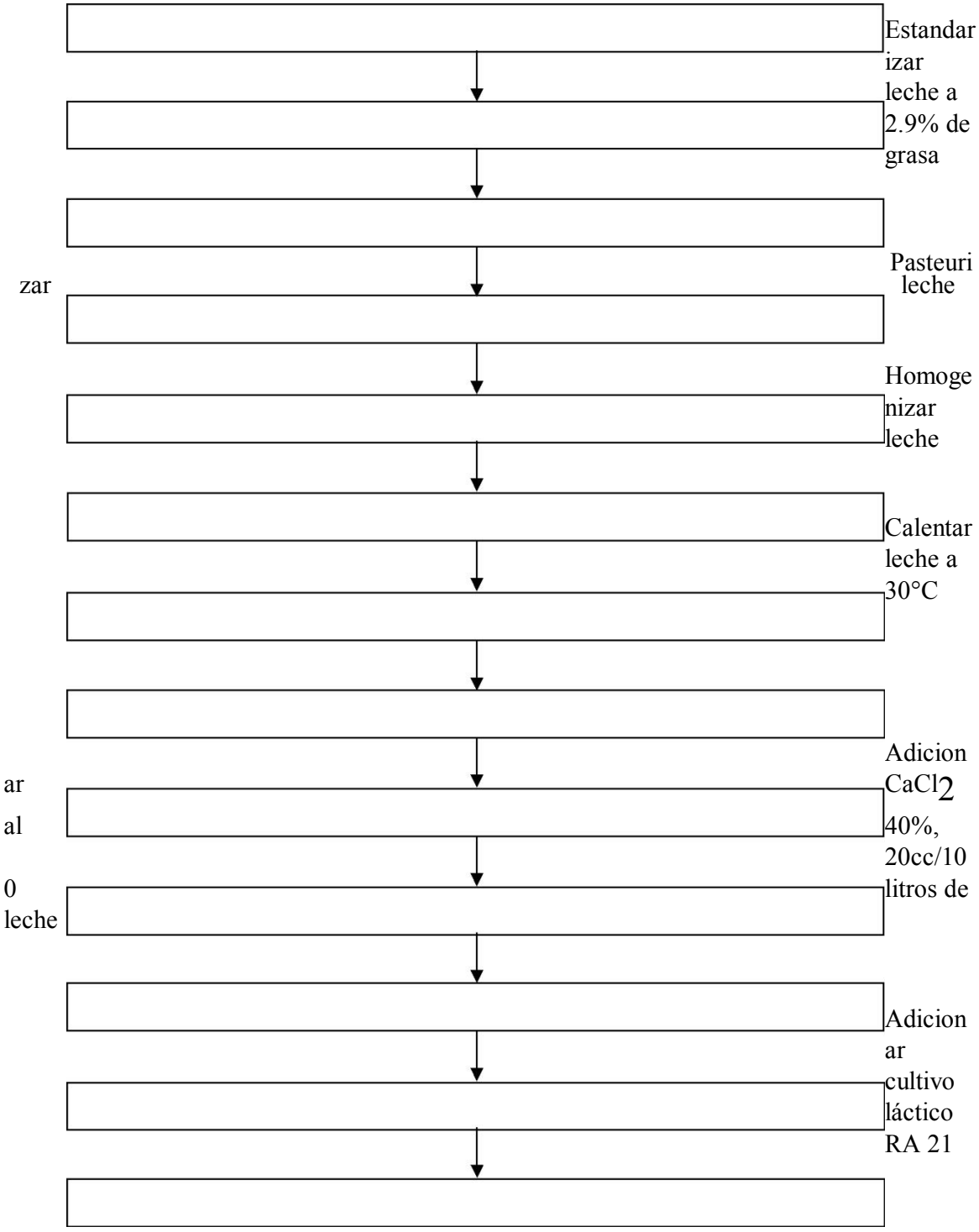
4. MÉTODOS

1. Elaboración del producto

Se estandarizó 100 litros de leche a 2.9% grasa. Se pasteurizó a 65°C por 30 minutos y se homogenizó a las diferentes presiones a evaluar. Se colocó 50 litros de la leche recién homogenizada en la quesera y se procedió a calentar a 30°C. Al alcanzar dicha temperatura, se realizó la adición de 0.025 gramos de la bacteria *Lactococcus lactis,* 10 ml de cloruro de calcio y 5 ml de cuajo y se procedió a agitar manualmente por tres minutos. La leche se dejó reposar por 45 minutos para que pueda cuajarse.

Cuando la consistencia fue la adecuada, se procedió a cortar la cuajada en forma horizontal y vertical. Se dejó en reposo por cinco minutos, para calentar la cuajada lentamente hasta llegar a 38°C, con agitación continua. Se eliminó parcialmente el suero de la quesera, se agregó de 1 kg de sal y se dejó en reposo por 20 minutos para eliminar completamente el suero y finalmente realizar el llenado en los moldes, previamente desinfectados. Cada molde se invirtió cada 30 minutos y después se llevó a la cámara fría. Después de 24 horas, se procedió a sacar los quesos del molde, para realizar el cortado y empacado al vacío. Los quesos ya empacados se almacenaron en la cámara fría a 4°C (Figura 2).

2. Proceso de elaboración del queso crema



Adicionar cuajo doble potencia, 10cc/100L de leche, dejar reposar por 45 min

Cortar la cuajada, dejar reposar por 5 min

Calentar con agitación hasta 38°C

Eliminar 30% del suero

Agregar 2 kg sal/100L leche, agitar 1 min y dejar reposar por 20 min

Llenar moldes e invertir cada 30 min

Madurar por 24 h a 4°C. Empacar al vacío. Almacenar a 4°C

Figura 2. Flujo de Proceso del Queso Crema.

3. Diseño Experimental

Se evaluaron tres presiones de homogenización de leche para la elaboración del queso crema. Se utilizaron tres repeticiones por tratamiento, para un total de nueve unidades experimentales. Se usó un diseño de bloques completos al azar (BCA) con medidas repetidas en el tiempo para los análisis físico- químicos y el análisis microbiológico.

Los tratamientos a evaluar fueron tres, cada uno con tres repeticiones. Se evaluaron los tratamientos a los 0, 15 y 30 días. La composición de cada tratamiento es la siguiente:

- Tratamiento 1: Leche homogenizada a 0 MPa (leche no homogenizada).
- Tratamiento 2: Leche homogenizada a presión de 1.38 MPa.
- Tratamiento 3: Leche homogenizada a presión de 4.14 MPa.

4. Análisis físicos

Se analizó la textura y el color del queso, en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano.

Para la evaluación del color se utilizó el Colorflex Hunter Lab®, evaluando los valores de L*, a* y b*, siendo L* la luminosidad reflejada en un rango de +100 blanco a 0 negro. El

valor a* representa la escala de rojo a verde en un rango de +60 rojo a -60 verde y el valor b* representa la escala de amarillo a azul en un rango de +60 amarillo a -60 azul.

Para realizar el análisis de textura se utilizó el Instron modelo 4444®. Para la medición del queso crema se procedió a cortar cada muestra en cubos de 2*2 cm., evaluando la fuerza de corte del queso (kN) con un acople en forma de guillotina, acople Compression Warner Bratzer Crosshead Speed.

5. Análisis químicos

- Contenido de Humedad
  AOAC 33.7.03. Método 926.08. Determinación del contenido de humedad.

- Contenido de Grasa
  AOAC 33.7.18. Método de Babcock 933.05. Determinación del contenido de materia grasa.

6. Análisis microbiológicos

Se cuantificaron los coliformes totales (UFC/g) de los tratamientos, a los 0 y 30 días. Se utilizó Agar rojo-violeta de bilis en cada placa como medio de crecimiento para los coliformes. Para la siembra del cultivo se utilizó la técnica de vertido, colocando 1 ml de la muestra en la placa con una dilución de 1:10. El tiempo de incubación fue de 24 horas a una temperatura de 32°C.

7. Análisis sensorial

Se realizó una prueba de análisis sensorial el día 30 de cada repetición, con la finalidad de conocer la preferencia, aceptación y grado de satisfacción de los consumidores; así como determinar la posible diferencia entre los caracteres sensoriales de los quesos. Los atributos evaluados fueron color, aroma, textura, sabor y aceptación general.

Cada prueba tuvo la participación de un panel no entrenado, formado por 12 degustadores. Se realizó una prueba afectiva, utilizando una escala del 1-5, de un rango de menor a mayor aceptación, y otra discriminatoria. Se realizó una prueba de preferencia entre los tres tratamientos, para evaluar cual es el tratamiento preferido por el consumidor. Para el diseño experimental, cada panelista analizó 3 repeticiones por cada uno de los 3 tratamientos. Cada dato se analizó en el programa estadístico SAS, para determinar cuál es el mejor tratamiento con el uso de un análisis de varianza (ANDEVA) y la separación de medias Tukey.

8. Análisis estadístico

La evaluación de los datos se realizó mediante una separación de medias Tukey para determinar si existen diferencias entre los tratamientos ($P< 0.05$) y se realizó una correlación entre los análisis físico-químicos y los análisis sensoriales utilizando un análisis de correlación de Pearson. Como herramienta de análisis se utilizará el programa estadístico SAS ® Versión 9.1.

3.4.9. Determinación de costos

Para analizar los costos de cada tratamiento, se realizó un análisis de los costos variables en la producción de queso crema.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. ANALISIS FÍSICOS

1. Análisis de textura

El queso crema elaborado bajo una presión de homogenización de 0 MPa presentó un descenso significativo de 47% a los 30 días del estudio con un valor promedio de 0.00645 kN, siendo el valor más alto entre los 3 tratamientos debido a que no existió presión de homogenización indicándonos que los glóbulos grasos están intactos causando un mayor esfuerzo de penetración en el acople del Instron (guillotina). El queso crema elaborado bajo una presión de homogenización de 1.38 MPa presentó un descenso significativo de 40% a los 30 días del estudio. El queso crema elaborado bajo una presión de homogenización de 4.14 MPa presentó el menor valor entre los 3 tratamientos debido a que bajo esta presión existe rompimiento de glóbulos grasos causando una textura más suave (Figura 3).

Tratamiento	Textura kN *	
0 MPa	0.00645 ± 0.0022	a
1.38 MPa	0.00530 ± 0.0011	a
4.14 MPa	0.00264 ± 0.0004	b

Cuadro 3. Análisis promedio de textura del queso crema.

* Medias seguidas con diferente letra en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).

Como se puede apreciar en el Cuadro 3, se realizó una separación de medias entre tratamientos (0 MPa, 1.38 MPa y 4.14 MPa). Los tratamientos de 0 MPa y 1.38 MPa no presentaron diferencias significativas entre ellos. Relacionando los resultados con los datos del análisis sensorial, el queso que presentó menor fuerza de corte (4.14 MPa), fue el más aceptado por los panelistas.

Se realizó una separación de medias entre los días evaluados (0, 15 y 30 días). De acuerdo al Cuadro 4, existió diferencia significativa en el tiempo, siendo el día 0 el que mayor fuerza de corte presenta. Se presentó variación en la textura debido al tiempo que se mantiene el queso en almacenamiento, existe perdida de humedad, lo que hace que pierda su textura y el queso se deforme.

Cuadro 4. Análisis de textura (kN) del queso crema.

Tratamiento	día 0 **	día 15 **	día 30 **
0 MPa	0.0097± 0.00003 a (x)	0.0050± 0.00007 a (y)	0.0046± 0.00009 a (z)
1.38 MPa	0.0076± 0.00050 b (x)	0.0052± 0.00003 a (y)	0.0031± 0.00003 b (z)
4.14 MPa	0.0032± 0.00003 c (x)	0.0027± 0.00003 b (y)	0.0020± 0.00004 c (z)

* Medias seguidas con diferente letra en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).
* Letras diferentes entre paréntesis en cada fila indican diferencias significativas en el tiempo (P<0.05).

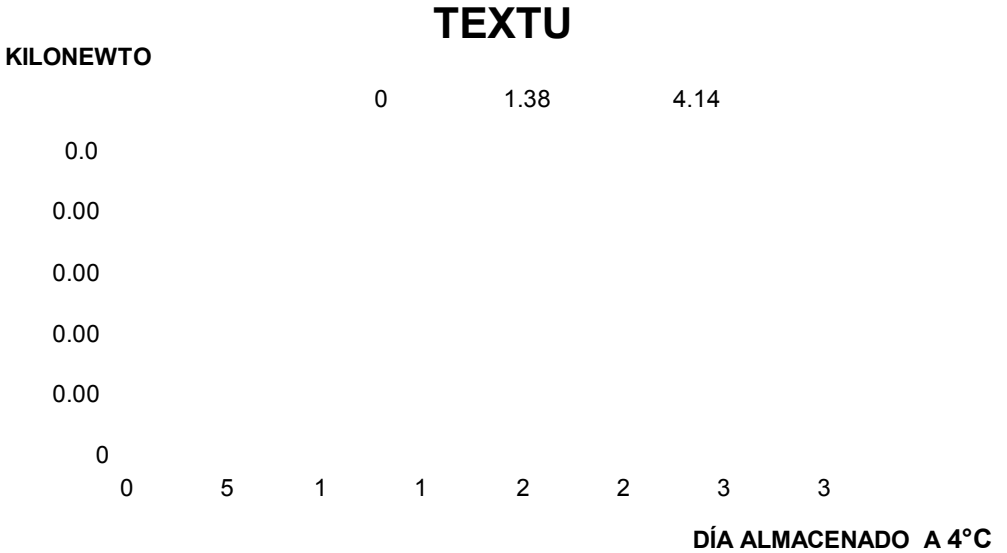


Figura 3. Comportamiento de la textura del queso crema durante 30 días.

2. Análisis de color – valor L*

El valor L* representa la luminosidad del producto, en un rango de 0 (negro) a +100 (blanco). Según el Cuadro 5, se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, siendo los tratamientos de 1.38 MPa y 4.14 MPa los que presentan mayor claridad y el tratamiento de 0 MPa el que presenta menor valor L* (84.44).

Cuadro 5. Análisis promedio del valor L* del queso crema.

Tratamiento	Valor L* *
1.38 MPa	87.94 ± 1.95 a
4.14 MPa	86.84 ± 1.92 a
0 MPa	84.44 ± 3.05 b

* Medias seguidas con diferente letra en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).

No se encontró diferencia significativa en el tiempo (P>0.05), por lo cual no hubo variación en el rango de luminosidad en los 30 días de almacenamiento de los tres tratamientos de queso crema.

Cuadro 6. Análisis del valor L* del queso crema.

Tratamiento	día 0 **		día 15 **		día 30 **	
1.38 MPa	87.66± 0.28	a (x)	89.67± 1.77	a (x)	86.49± 2.15	a (x)
4.14 MPa	87.40± 0.63	a (x)	88.06± 2.30	a b (x)	85.07± 1.19	a (x)
0 MPa	86.22± 1.11	a (x)	83.25± 4.56	b (x)	83.84± 2.77	a (x)

* Medias seguidas con diferente letra en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).

* Letras iguales entre paréntesis en cada fila no indican diferencias significativas en el tiempo (P>0.05).

Relacionando los resultados con el análisis sensorial, los panelistas mostraron mayor aceptación por el tratamiento de 4.14 MPa, que presentó mayor valor L*, mayor claridad en el queso crema, esto debido a la aplicación de la presión de homogenización en la leche (Figura 4).

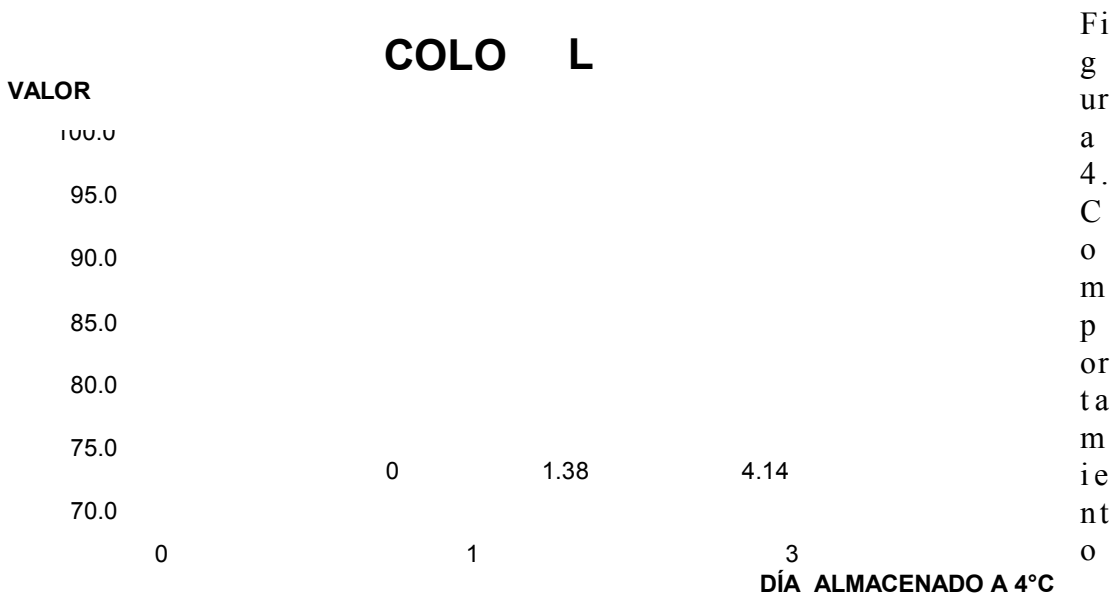


Figura 4. Comportamiento

d

el valor L* del queso crema durante 30 días.

3. Análisis de color – valor a*

El valor a* se encuentra en el rango de rojo a verde (+, -). Como se observa en el Cuadro 7, sí existió diferencia entre los tratamientos. El tratamiento de 0 MPa presentó mayor rango de valor a* (2.52) comparado con los tratamientos de 1.38 MPa y de 4.14 MPa, en los que no existió diferencia significativa.

Tratamiento	Color a*	*
0 MPa	2.52 ± 0.97	a
4.14 MPa	1.50 ± 0.41	b
1.38 MPa	1.43 ± 0.83	b

Cuadro 7. Análisis promedio del valor a* del queso crema.

* Medias seguidas con diferente letra en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).

Según el Cuadro 8, no existieron diferencias significativas del valor a* entre los días de almacenamiento.

* Medias seguidas con igual letra en cada columna no son significativamente diferentes (P>0.05).
* Letras iguales entre paréntesis en cada fila no indican diferencias significativas en el tiempo (P>0.05).

Cuadro 8. Análisis del valor a* del queso crema.

Tratamiento	día 0 **		día 15 **		día 30 **	
0 MPa	1.52± 0.27	a (x)	2.71± 0.17	a (x)	3.32± 1.08	a (x)
1.38 MPa	1.11± 0.36	a (x)	1.49± 0.38	a (x)	1.69± 0.36	a (x)
4.14 MPa	1.04± 0.52	a (x)	1.66± 0.94	a (x)	1.79± 1.08	a (x)

Relacionando estos resultados con el análisis sensorial de apariencia, para los panelistas, el queso crema con menor valor a* (4.14 MPa) fue el más aceptado (Figura 5).

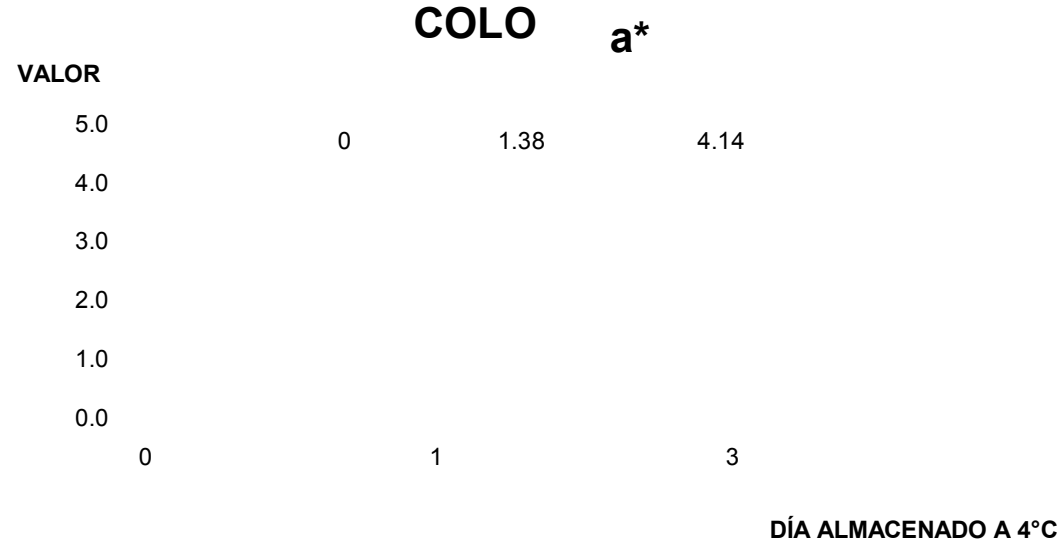


Figura 5. Comportamiento del valor a* del queso crema durante 30 días.

4. Análisis de color – valor b*

El valor b* se encuentra en un rango de amarillo a azul (+, -). De acuerdo con los datos expuestos en el Cuadro 9, sí existieron diferencias significativas entre los tratamientos, siendo el tratamiento de 0 MPa el que presentó un valor b* más alto y los tratamientos de 1.38 MPa y 4.14 MPa presentaron un valor b* más bajo. Esta diferencia de valor b* (más amarillo), se debe a que el proceso de homogenización influye en la variación de color del queso crema. A mayor presión, mayor cambio de color en el queso crema. El color de la leche depende del tamaño de los glóbulos de grasa, ya que generan un efecto de dispersión de la luz, mientras menor sea el tamaño de los glóbulos de grasa, más intenso será el color blanco de la leche; por ello, la homogenización aumenta la intensidad del color blanco de la leche.

Cuadro 9. Análisis promedio del valor b* del queso crema.

Tratamiento	Color b*		*
0 MPa	23.61	± 2.87	a
1.38 MPa	18.92	± 2.55	b
4.14 MPa	17.33	± 2.02	b

* Medias seguidas con diferente letra en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).

Como se observa en el Cuadro 10, en los tres tratamientos se obtuvo un incremento de valor b* similar en los 30 días, lo que indica que no existió diferencia significativa en el tiempo.

Cuadro 10. Análisis del valor b* del queso crema.

Tratamiento	día 0 **		día 15 **		día 30 **	
0 MPa	20.58± 0.54	a (x)	23.96± 0.91	a (x)	26.30± 3.58	a (x)
1.38 MPa	17.15± 0.92	b (x)	18.11± 0.94	b (x)	21.51± 2.92	b (x)
4.14 MPa	15.69± 1.23	b (x)	17.09± 1.01	b (x)	19.21± 2.12	b (x)

* Medias seguidas con diferente letra en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).

* Letras iguales entre paréntesis en cada fila no indican diferencias significativas en el tiempo (P>0.05).

Relacionando los datos del valor b* con los resultados del análisis sensorial, los panelistas prefirieron los quesos cremas con menor valor b*, mostraron mejor aceptación por los tratamientos con menor intensidad de amarillo (1.38 MPa y 4.14 MPa) (Figura 6).

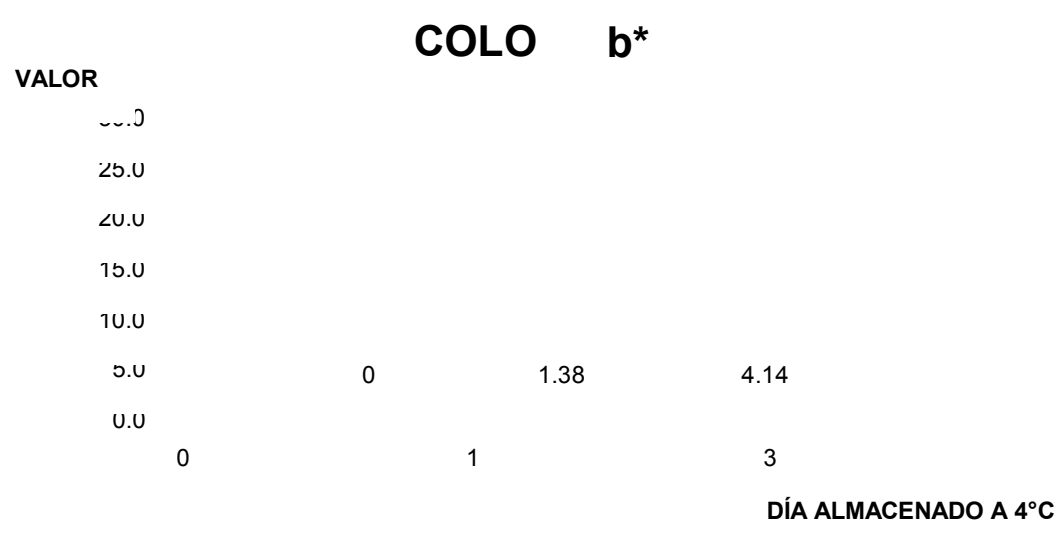


Figura 6. Comportamiento del valor b* del queso crema, durante 30 días.

2. ANÁLISIS QUÍMICOS

1 Análisis de grasa

De acuerdo con el Cuadro 11, sí existieron diferencias significativas (P>0.05) entre los tratamientos evaluados. El efecto de la presión de homogenización logró un cambio en el porcentaje de grasa de los tratamientos, siendo el tratamiento de 4.14 MPa el que mayor porcentaje de grasa presenta (23.44%) y el tratamiento de 0 MPa el que menor porcentaje de grasa presenta (Figura 7).

Cuadro 11. Análisis de grasa del queso crema.

Tratamiento	% Grasa	*
4.14 MPa	23.44 ± 2.75	a
1.38 MPa	22.89 ± 1.73	ab
0 MPa	21.78 ± 1.01	b

* Medias seguidas con diferente letra en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).

Esta variación en el porcentaje de grasa entre los tratamientos, se debe a la aplicación de distintas presiones de homogenización, ya que hay menor perdida de compuestos grasos (Morr, 1975).

La homogenización de la leche reduce el tamaño de los glóbulos grasos, alterando su membrana y aumentando el área superficial, por lo cual hay una mejor distribución de la grasa y una mayor posibilidad de lipólisis. Se reduce también el nitrógeno caseínico y aumenta la fracción proteasas-peptonas lo que provoca mayor hidratación de la caseína y formación de un complejo caseína-glóbulo graso, por lo cual, un mayor nivel de la grasa contenida en la leche queda retenida en la cuajada (Cano-Ruiz y Richter, 1997).

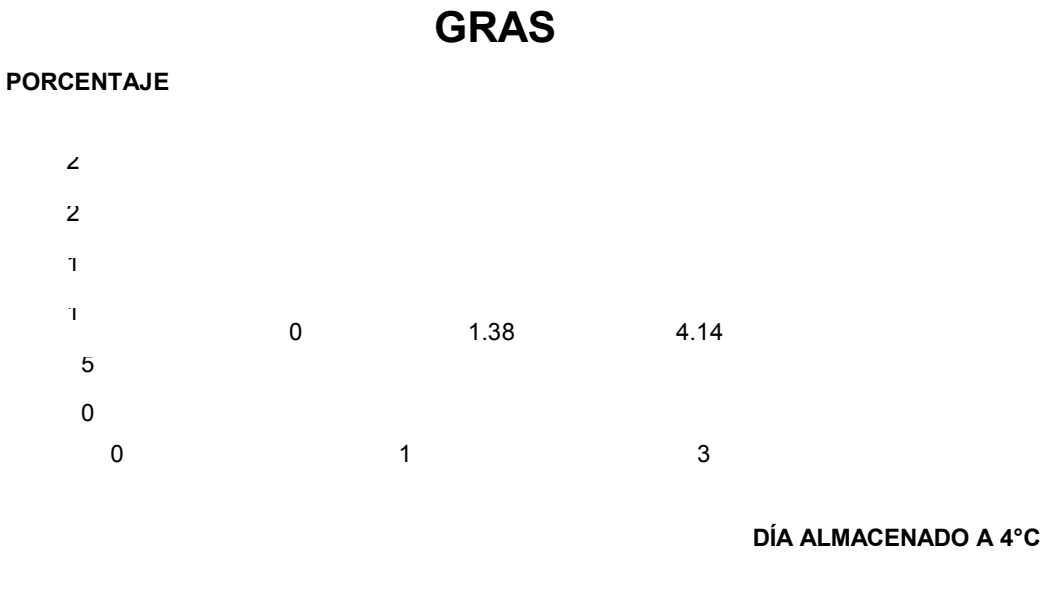


Figura 7. Comportamiento de porcentaje de grasa del queso crema durante 30 días.

2. Análisis de humedad

Como se observa en el Cuadro 12, sí existió diferencia significativa ($P< 0.05$) entre los tratamientos. El tratamiento de 4.14 MPa presentó el porcentaje de humedad más alto (55.94%), mientras que el tratamiento de 0 MPa presentó el porcentaje de humedad más bajo (47.21%).

Cuadro 12. Análisis de humedad del queso crema.

.

Tratamiento	% Humedad *
4.14 MPa	55.94 ± 2.98 a
1.38 MPa	50.30 ± 0.57 b
0 MPa	47.21 ± 0.31 c

* Medias seguidas con diferente letra en cada columna son significativamente diferentes ($P<0.05$).

En la Figura 8, se explica la diferencia que existe en el porcentaje de humedad de los diferentes tratamientos, indicando que los tratamientos bajo presión de homogenización mantienen un mayor porcentaje de humedad. La homogenización de la leche disminuye significativamente la velocidad de sinéresis. Esto está relacionado con la incorporación de caseína micelar en el recubrimiento superficial de los glóbulos de grasa, que causa que los glóbulos de grasa sean parte de la red de paracaseína, lo cual, a su vez, puede obstaculizar la contracción de la red (Inda, 1.380) y así evitar perdida mayor de suero.

Relacionando los resultados obtenidos con el análisis de textura existe una correlación alta negativa, lo que indica que cuando hay menor perdida de porcentaje de humedad, la textura del queso es mejor.

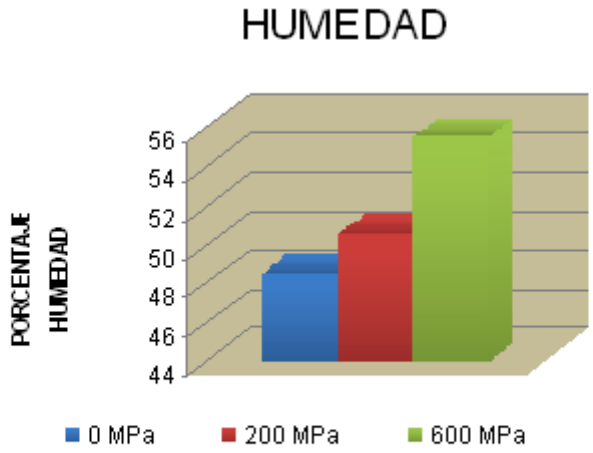


Figura 8. Comportamiento de la humedad durante los 30 días evaluados.

4.3 ANÁLISIS DE RENDIMIENTO

Se puede observar en el Cuadro 13, el porcentaje de rendimiento del queso crema de cada una de las presiones de homogenización aplicadas, la cantidad de kilogramos de queso obtenidos de 100 litros de leche estandarizada a 2.9% de grasa. Estos datos se tomaron pesando la cantidad de queso obtenida después de la maduración y dividiéndola entre la cantidad de leche utilizada.

Cuadro 13. Análisis de rendimiento del queso crema.

Tratamiento	Rendimiento % *		
4.14 MPa	13.50	± 0.29	a
1.38 MPa	13.00	± 0.29	a
0 MPa	11.00	± 0.29	b

* Medias seguidas con diferente letra en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).

Los tratamientos de 1.38 MPa y 4.14 MPa mostraron rendimientos significativamente superiores que oscilan entre 13-13.5% comparado con el queso normal de la planta (0 MPa) que mostró un rendimiento de 11%, por lo que la aplicación del proceso de homogenización en el proceso de elaboración del queso crema ayudó a incrementar el rendimiento hasta un 2.5% (P<0.05).

2. ANÁLISIS SENSORIAL

2. Apariencia

De acuerdo con los resultados observados en el Cuadro 14, el tratamiento de 0 MPa fue el menos aceptado, mientras que no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos de 1.38 MPa y de 4.14 MPa. Los panelistas indicaron mayor aceptación por los quesos elaborados bajo presión de homogenización, esto debido al cambio de color del producto, dando como resultado un queso más blanco.

3. Aroma

Según el Cuadro 14, se encontró diferencia significativa entre los tratamientos de 0 MPa y de 4.14 MPa, siendo el tratamiento de 4.14 MPa con mejor aroma y el tratamiento de 0 MPa el menos aceptado por los panelistas. La aplicación de presión de homogenización influyó en el aroma del producto, dando como resultado mejor aceptación por los panelistas un queso elaborado bajo presión de homogenización.

4. Textura

En el Cuadro 14 se puede apreciar los resultados evaluados, donde sí existe diferencia significativa entre los tratamientos. Los panelistas prefirieron los tratamientos de 4.14 MPa y de 1.38 MPa, mientras que el tratamiento de 0 MPa fue el menos aceptado ($P<0.05$). Los panelistas aceptaron un queso elaborado bajo presión de homogenización, debido que a mejor la textura del queso, brindando mayor suavidad al producto.

5. Sabor

Como se observa en el Cuadro 14, sí existió diferencia significativa entre los tratamientos siendo el tratamiento de 4.14 MPa el que tiene mayor aceptación por su sabor de acuerdo a los panelistas, mientras que no existió diferencia entre los tratamientos de 1.38 MPa y de 4.14 MPa. Como se puede apreciar, los panelistas aceptaron el sabor del queso elaborado bajo presión de homogenización, debido a que existe mayor retención de los compuestos del producto, brindando un mejor sabor.

1. Aceptación

De acuerdo con los resultados observados en el Cuadro 14, sí existió diferencia significativa ($P< 0.05$) entre los tratamientos, siendo el tratamiento de 4.14 MPa el más aceptado (4,33). Los panelistas indicaron mayor aceptación por los quesos elaborados bajo presión de homogenización, esto debido a que sus propiedades sensoriales mejoran, brindando un producto de mejor calidad.

Cuadro 14. Análisis sensorial.

Tratamiento	Apariencia*		Aroma*		Textura*		Sabor*		Aceptación*	
4.14 MPa	4.23 ±0.38	a	3.89 ±0.38	a	3.97 ±0.13	a	4.42 ±0.24	a	4.33 ±0.22	a
1.38 MPa	4.22 ±0.19	a	3.64 ±0.17	ab	4.11 ±0.09	a	3.53 ±0.25	b	3.47 ±0.17	b
0 MPa	3.36 ±0.17	b	3.28 ±0.25	b	3.33 ±0.44	b	3.36 ±0.34	b	3.25 ±0.30	b

* Medias seguidas con diferente letra en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).

6. Análisis Sensorial de Preferencia

De acuerdo con el Cuadro 15, se realizó un análisis de preferencia conformado por 36 panelistas, de los cuales 21 personas prefirieron el tratamiento de 4.14 MPa, 10 personas prefirieron el tratamiento de 0 MPa y 5 personas prefirieron el tratamiento de 1.38 MPa. Se realizó una prueba de chi- cuadrado para evaluar la preferencia entre tratamientos, siendo el tratamiento de 4.14 MPa el más preferido por los panelistas. La prueba de chi- cuadrado con 2 grados de libertad, presentó un DF de 4, un valor de 12 y una probabilidad de 0.0174 (P<0.05).

Cuadro 15. Análisis de preferencia.

Tratamiento	Preferencia
4.14 MPa	50.00 %
1.38 MPa	33.33 %
0 MPa	16.67 %

3. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

El análisis microbiológico se realizó el día 0 y el día 30 de cada tratamiento, se detectó diferencia significativa entre el día 30 (8.89 UFC/g) y el día 0 (5.93 UFC/g), esto se debe a que existió crecimiento de microorganismos durante la vida de anaquel. En el Cuadro 16, se puede apreciar que no existe diferencia significativa entre los tratamientos aplicados. El conteo de coliformes, se encuentra bajo el rango permitido por las Normas Reguladoras Hondureñas (≤ 10 UFC/g) (Decreto Legislativo No. 157-94, 1995).

Cuadro 16. Análisis microbiológico de coliformes totales.

∞ Medias seguidas con igual letra en cada columna no son significativamente diferentes (P>0.05).

Tratamiento	Coliformes (UFC/g) ∞ (UFC/g)	Máximo Permitido
4.14 MPa	7.77 ± 2.72 a	≤ 10
1.38 MPa	6.66 ± 2.10 a	≤ 10
0 MPa	7.77 ± 2.72 a	≤ 10

4.5. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

4.5.1. Correlación entre el análisis físico de textura vs. el atributo textura

El atributo sensorial textura mostró una correlación alta negativa con el análisis físico de textura, medida en el Instron, lo que indica que mientras más alto sea el valor de textura obtenida en el Instron menor será la aceptación por los panelistas.

Cuadro 17. Correlación entre el valor de textura (Instron) vs. textura sensorial

Parámetro	Atributo textura
Textura	-0.84
E.S.	0.37

4.5.2. Correlación entre el análisis de color (L* a* b*) vs. el atributo apariencia

Se realizó una correlación entre los valores del análisis físico de color, medidos en el Colorflex Hunter L*a*b* y el atributo sensorial apariencia. El valor L* mostró una alta correlación positiva con el atributo apariencia, en cambio los valores de a* y b* presentaron una correlación alta negativa, lo que indica que cuando el queso crema presenta mayor claridad (color blanco) tiene mejor apariencia y cuando el queso crema presenta un valor b* (color amarillo) más intenso, tendrá menor apariencia a percepción del consumidor.

Parámetro	Atributo apariencia
Valor L*	0.82
E.S.	0.39
Valor a*	- 0.99
E.S.	0.06
Valor b*	- 0.96
E.S.	0.17

Cuadro 18. Correlación entre análisis de color (L* a* b*) vs. atributo apariencia

4.6. ANÁLISIS DE COSTOS

De acuerdo al Cuadro 19, el costo para elaborar una tanda de quesos utilizando 100 litros de leche fue de L. 836.34.

Cuadro 19. Costos de la formulación actual de queso crema Zamorano

Ingrediente	Precio (L.)	Unidad	Cantidad	Costo (L.)
Leche 2.8%	8.30	kg	100.00	830.00
Cultivo (*Lactoccocus lactis*)	17.20	g	0.05	0.86
Cloruro de calcio	23.80	L	0.02	0.48
Cuajo	104.00	L	0.01	1.04
Sal	1.74	kg	2.00	3.48
Total				836.34

Los costos variables entre los tratamientos no varían, debido a que no hay modificación en la formulación, sin embargo el rendimiento de cada tratamiento aumenta debido a la aplicación de presión de homogenización. Se puede observar en el Cuadro 20, la comparación de los costos variables entre los tres tratamientos por kilogramo de queso producido.

Cuadro 20. Costos variables por tratamientos

Tratamiento	Costo L./kg	Costo L./lb
0 MPa	74.54	33.87
1.38 MPa	63.07	28.66
4.14 MPa	60.72	27.60

Según los datos mostrados en el Cuadro 20, el costo variable para la producción de queso crema en la planta (0 MPa) es de L. 74.54/kg En el caso del queso crema de 4.14 MPa los costos disminuyeron a L. 60.72/kg con una diferencia de L. 13.82/kg de queso crema.

4. CONCLUSIONES

- El queso crema con presión de homogenización de 4.14 MPa presentó una textura más suave, comparado con los tratamientos de 1.38 MPa y de 0 MPa.

- El queso crema con presión de homogenización de 1.38 MPa presentó menor índice de valor L* (color blanco), mientras que el tratamiento de 0 MPa presentó mayor valor a* (intensidad rojo) y mayor valor b* (tonalidad amarillo).

- El queso crema con presión de homogenización de 0 MPa presentó menor porcentaje de grasa y el de 4.14 MPa presentó mayor porcentaje de humedad.

- Existió mayor aceptación por el queso crema con presión de homogenización de 4.14 MPa para los atributos aroma, sabor y aceptación general; y para los atributos apariencia y textura, el queso crema con presión de homogenización de 0 MPa fue el menos aceptado.

- El queso crema con presión de homogenización de 4.14 MPa fue el más preferido por el panel.

- El queso crema con presión de homogenización de 4.14 MPa presentó mejor rendimiento, comparado con los tratamientos de 1.38 MPa y de 0 MPa.

- Los costos variables para la elaboración de queso crema aplicando presión de homogenización disminuyo, siendo el tratamiento de 4.14 MPa el que presentó mayor diferencia, ahorrándose L. 13.82/ kg producido.

5. RECOMENDACIONES

- Evaluar diferentes presiones de homogenización, para comparar hasta que rango puede mejorar las propiedades del queso crema.

- Analizar un mayor número de repeticiones por tratamiento para mejorar la precisión de los resultados.

- Realizar el análisis sensorial con un panel capacitado, de esta manera, la variabilidad de las evaluaciones sería menor.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Análisis de textura. 2002. Principios generales del análisis de textura de alimentos. [En línea]. Consultado el 30 de agosto de 2008. Disponible en: http://analisisdetextura.com/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=3

- BABCOCK, A. 1947. Homogenización de la leche. Lechería. [En línea]. Consultado el 1 de septiembre de 2008. Disponible en: www.hipotesis.com.ar/hipotesis/Agosto2001/Catedras/Lecheria.htm - 639k -

- BIROLLO, G. 2003. Novedades tecnológicas en la industria láctea. Nuevas tecnologías en procesos industriales. Operaciones en el proceso continuo de esterilización de productos lácteos. [En línea]. Consultado el 2 de septiembre de 2008. Disponible en: http://www.secnetpro.com/fepale/foro7/Modulo2/M%C3%B3dulo%203Operaciones%20Anexas.pdf

- BRITO, C. 2002. Desarrollo de queso chanco de reducido tenor graso utilizando proceso de homogenización en la leche**.** [En línea]. Consultado el 7 de septiembre de 2008. Disponible en: http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S030488021.381.380100009&lng=es&nrm=iso

- CANO-RUIZ, M.; RICHTER, R. 1997. Formación de la estructura básica del queso. [En línea]. Consultado el 3 de septiembre de 2008. Disponible en: http://www.portalechero.com/ver_items_descrip.asp?wVarItem=1946

- CATLAB. 2008. La homogenización de la leche. [En línea]. Consultado el 31 de agosto de 2008. Disponible en: http://www.catlab.com.ar/imprimir_art.php?accion=imprimir&idm=412

- CHAMORRO, M. 2002. El análisis sensorial de los quesos. Tecnología de alimentos. 1ª ED. Madrid, España. 240 p.

- DAOU, D.; HERMANS, L. 2001. Calor y temperatura. ¿Qué es la temperatura?. [En línea]. Consultado el 14 de agosto de 2008. Disponible en: http://www.spitzer.caltech.edu/espanol/edu/thermal/temperature_sp_06sep01.html

- Decreto Legislativo No. 157-94. 1995. Reglamento para la inspección y certificación sanitaria de la leche y los productos lácteos. [En línea]. Consultado el 18 de septiembre de 2008. Disponible en: http://www.infomipymehonduras.com/uploaded/content/category/772139254.pdf

- Fundación EROSKI. 2005. Ideas Sanas. El queso: mil y un sabores. [En línea]. Consultado el 18 de septiembre de 2008. Disponible en: http://ideasana.fundacioneroski.es/web/es/11a/escuela_5/escuela5_queso.pdf

- GERVILLA, R. 2001. Estudio de los tratamientos por alta presión hidrostática en la leche de oveja. [En línea]. Consultado el 18 de septiembre de 2008. Disponible en: http://www.tdx.cbuc.es/TESIS_UAB/AVAILABLE/TDX0716101091346//rgf1de8.pdf

- HEINEMANN, P. 1921. Milk. General Chemistry of Milk. [En línea]. Consultado el 18 de septiembre de 2008. Disponible en: http://books.google.com.pe/books?id=et2eIBGt8GcC&pg=PA74&dq=milk+whey+composition&sig=ACfU3U0jpOf2iWWLlYxBzkiMUftjQ_VbUg#PPA73,M1

- INDA, A. 2000. Optimización de rendimiento y aseguramiento de inocuidad en la industria de la quesería. OEA. [En línea]. Consultado el 7 de septiembre de 2008. Disponible en: http://www.science.oas.org/OEA_GTZ/LIBROS/QUESO/pres_que.htm

- MONTERO, C. 1999. Textura de alimentos. Biblioteca digital de la Universidad de Chile. [En línea]. Consultado el 3 de septiembre de 2008. Disponible en: http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/castroe09/.

- MORR, C. 1975. Formación de la estructura básica del queso. [En línea]. Consultado el 3 de septiembre de 2008. Disponible en: http://www.portalechero.com/ver_items_descrip.asp?wVarItem=1946

- SENAMHI. 2008. La presión atmosférica, Capítulo 4 manual meteorológico. [En línea]. Consultado el 1 de septiembre de 2008. Disponible en: http://www.senamhi.gob.pe/pdf/manualmeteo/cap4.pdf

- URDANETA, R. 2004. Effect of milk homogenization in yield and properties on soft ripening cheese. [En línea]. Consultado el 31 de agosto de 2008. Disponible en: http://www2.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025407701.3840001.38002&lng=en&nrm=iso

8. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de evaluación sensorial.

Evaluación Sensorial de QUESO CREMA ZAMORANO

¿Cuál prefiere usted? Por favor, comente las razones de su preferencia

Indicaciones: Pruebe la muestra e identifique el grado en el que le gusta o le disgusta de acuerdo a los atributos a evaluar en la hoja. Para marcar el grado de aceptación, encierre en un círculo correspondiente el número, según su criterio, de acuerdo a la siguiente escala.

	1	**2**	**3**	**4**	**5**
	Me disgusta mucho	Me disgusta poco	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta poco	Me gusta mucho

Muestra No. _____

Apariencia	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Aroma	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Textura	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Sabor	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Apreciación General	**1**	**2**	**3**	**4**	

Muestra No. _____

Apariencia	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Aroma	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Textura	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Sabor	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**

Muestra No. _____

Apariencia	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Aroma	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Textura	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Sabor	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Apreciación General	**1**	**2**	**3**	**4**	