

**Efecto de la adición de estabilizadores en el  
rendimiento, propiedades físico-químicas y  
sensoriales del queso crema Zamorano**

**Alvaro Nicolás Chiriboga Arteta**

**Zamorano, Honduras**

Diciembre, 2008

ZAMORANO  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

# **Efecto de la adición de estabilizadores en el rendimiento, 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

**Alvaro Nicolás Chiriboga Arteta**

**Zamorano, Honduras**

Diciembre, 2008

# **Efecto de la adición de estabilizadores en el rendimiento, propiedades físico-químicas y sensoriales del queso crema Zamorano**

Presentado por:

Alvaro Nicolás Chiriboga Arteta

Aprobado:

---

Luis Fernando Osorio, Ph.D.  
Asesor Principal

---

Luis Fernando Osorio, Ph.D.  
Director  
Carrera Agroindustria Alimentaria

---

Francisco Javier Bueso, Ph.D.  
Asesor

---

Raúl Espinal, Ph.D.  
Decano Académico

---

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

## RESUMEN

Chiriboga, A. 2008. Efecto de la adición de estabilizadores en el rendimiento, propiedades físico-químicas y sensoriales del queso crema Zamorano. Proyecto de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 43p.

El queso crema es un producto fresco obtenido por coagulación enzimática, desuerado y madurado a base de leche. Actualmente el rendimiento del queso crema de la planta de lácteos de Zamorano es 11.5%. El objetivo general del estudio fue determinar el efecto de la adición de mezclas de estabilizadores en el rendimiento, propiedades físico-químicas y sensoriales del queso crema. Con esta finalidad se evaluó la adición de 100 gramos de estabilizador, compuesto por mezclas de goma Guar, Xanthan, Carragenina, Algarrobo y UNIESTAB por cada 100 litros de leche en la producción de queso crema. Se utilizó un diseño experimental BCA con 4 tratamientos y 3 repeticiones para un total de 12 unidades experimentales. La textura y purgas de suero fueron evaluadas en el día 1, 7, 14, 21, 28 después de elaborados. En el día 14, se evaluó cada tratamiento sensorialmente con un panel de 12 personas no capacitadas consumidoras de queso. Las características físico-químicas evaluadas en el día 1 fueron: color, humedad, cenizas, grasa y proteína. El tratamiento más aceptado fue el que contiene 80% de Guar y 20% Xanthan. El uso de estabilizadores aumentó en 3.92% el rendimiento teniendo texturas similares entre el control y el mejor tratamiento ( $P < 0.05$ ). El costo variable de elaborar un kilogramo de queso crema fue de L. 79.69 y al adicionar el mejor tratamiento disminuyó a L. 59.64 generando un ahorro de L. 20.05/ kg. Elaborar queso crema con estabilizador (80% Guar y 20% Xanthan) disminuyó los costos variables y aumentó el rendimiento en la producción de queso crema sin que los consumidores noten una diferencia sensorial.

**Palabras clave:** estabilidad en anaquel, gomas, hidrocoloides.

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>6</b>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>13</b>
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>23</b>
<b>6. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>24</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>25</b>
<b>8. ANEXOS .....</b>	<b>27</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro	Página
1. Composición del queso crema.....	3
2. Formulación del queso crema Zamorano.....	7
3. Diseño experimental.....	9
4. Nueva formulación del queso crema.....	13
5. Análisis sensorial del queso crema.....	13
6. Análisis de preferencia del queso crema.....	14
7. Rendimiento del queso crema.....	15
8. Análisis de grasa del queso crema.....	16
9. Análisis de humedad del queso crema.....	16
10. Análisis de ceniza del queso crema.....	16
11. Análisis de proteína del queso crema.....	17
12. Análisis de color del queso crema.....	18
13. Análisis de textura del queso crema.....	18
14. Purgas de suero durante el almacenamiento.....	20
15. Conteo de coliformes totales en el queso crema.....	21
16. Costos de formulación del queso crema.....	21
17. Costos de estabilizadores.....	22
18. Costos variables del queso crema por tratamiento.....	22
Figura	Página
1. Flujo de proceso del queso crema.....	10
2. Textura en la vida de anaquel.....	19
3. Comportamiento de las purgas en la vida de anaquel del queso.....	20

Anexo	Página
1. Formato de evaluación sensorial.....	28
2. Cuadros del SAS para evaluación sensorial.....	29
3. Cuadros del SAS para rendimiento.....	32
4. Cuadros del SAS para grasa.....	33
5. Cuadros del SAS para humedad.....	34
6. Cuadros del SAS para cenizas.....	35
7. Cuadros del SAS para proteína.....	36
8. Cuadros del SAS para color.....	37
9. Cuadros del SAS para textura.....	40
10. Cuadros del SAS para purgas de suero.....	42

## 1. INTRODUCCIÓN

El queso crema Zamorano es un queso tipo fresco, obtenido mediante coagulación enzimática. El cuajo tiene la propiedad de romper la molécula de kappa caseína a nivel del enlace entre los aminoácidos 105-106 (fenilalanina-metionina), lo cual desestabiliza las micelas y provoca la coagulación de la leche dándose la formación de la cuajada, que al final del proceso dará origen al queso (Universidad de Zulia, 2007).

Según la formulación de queso crema establecida en el manual de Industrias Lácteas (Revilla, 1995) usada en la Planta de Lácteos, el queso crema debería rendir un 12% (12 kg. de queso / 100 kg. de leche). Actualmente en la Planta de Lácteos de Zamorano el queso crema presenta rendimientos que oscilan entre 11-11.5%; esto es un factor limitante en la planeación de pedidos e influye en la precisión para determinar con cuanta cantidad de leche puede suplirse un pedido, además de tener un efecto negativo sobre las ganancias a percibir.

Estudios anteriores muestran mejoras significativas en rendimiento y disminución en las purgas de suero al agregar estabilizadores en la formulación del queso. Se comprobó que UNIESTAB, una mezcla de gomas comerciales de la casa Universal Química, es capaz de causar dichos efectos en rendimiento y purgas (Sagastume, 2007).

Se analizaron las devoluciones hechas los meses de julio y agosto del año 2008. Para estos meses se observó que el 60% de las devoluciones se deben a que el empaque pierde el vacío por las purgas de suero; 30% se debe a deformaciones por una textura deficiente. Con estos datos podemos determinar que el mayor porcentaje de devoluciones se da por purgas de agua y mala textura (sumados son el 90% de las devoluciones) que suman L. 2000 mensuales en pérdidas para la planta. La importancia de este estudio se centró en poder aportar soluciones prácticas para mejorar los rendimientos, evitar las purgas de suero del queso crema y mejorar la textura del queso. De esta forma se contribuirá directamente con la Planta de Procesamiento de Productos Lácteos en Zamorano en la solución de un problema de importancia en su producción.

Para la elaboración de este estudio se utilizaron 4 gomas comerciales, estas fueron: Algarrobo, Carrageninas, Guar y Xanthan; todas estas gomas son aprobadas por el Codex alimentarius para la elaboración de queso crema. Se analizo los ingredientes de UNISTAB y los principales son Algarrobo y Carragenina por lo tanto se uso estos variando en porcentajes para llegar a una mezcla que reaccione similar a UNIESTAB. También se analizo los estabilizadores que usa la competencia (Dos Pinos) y son Guar y Xanthan por lo tanto se añaden estas al estudio también.

### **1.1 Limitantes**

- El presupuesto para el estudio fue limitado, lo que impidió la realización de más repeticiones para cada tratamiento.
- No se cuenta con un panel sensorial entrenado que ayude a determinar las características sensoriales ideales para el queso crema.

### **1.2 Alcances**

- Aumentar el rendimiento del queso crema.
- Disminuir las purgas de suero del queso crema en su vida de anaquel.
- Mejorar la textura del queso crema.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo General**

- Determinar el efecto de la adición de estabilizadores en rendimiento, propiedades físico-químicas y sensoriales del queso crema Zamorano.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Determinar el efecto de la adición de 4 mezclas de estabilizadores en el rendimiento del queso crema.
- Determinar cambios sensoriales en el queso crema elaborado con leche a la cual se le ha agregado 4 mezclas de estabilizadores.
- Determinar si existen cambios físico-químicos en el queso crema con la adición de 4 mezclas de estabilizadores.
- Determinar la carga microbiana del queso crema.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 DEFINICIÓN

El queso crema (queso de nata) es un queso blando, no madurado y sin corteza de conformidad con la Norma del CODEX STAN 221-2001, para el queso no madurado. Este presenta una coloración que va de casi blanco a amarillo claro. Su textura es suave o ligeramente cremosa y sin agujeros y el queso se puede untar y mezclar fácilmente con otros alimentos (USDA, 1994). El Cuadro 1 muestra la composición del queso crema.

Cuadro 1. Composición del queso crema.

<b>Constituyente lácteo:</b>	<b>Contenido mínimo (m/m):</b>	<b>Contenido máximo (m/m):</b>	<b>Nivel de referencia (m/m):</b>
Grasa láctea en el extracto seco:	25%	No restringido	60%-70%
Humedad del producto desgrasado:	67 %	-	No especificado

Fuente: Codex alimentarius, 1999

### 2.2 ESTABILIZADORES

De acuerdo con Provisco (2006), los estabilizadores son combinaciones balanceadas de hidrocoloides que también pueden contener emulsificadores dependiendo de las funciones requeridas. Según Miller (2006), los hidrocoloides son polímeros que cuando se disuelven o dispersan en agua producen espesamiento o gelificación. Hidrocoloides es el término científico pero un sinónimo común es goma; también se utiliza mucílago.

De acuerdo con el Codex Alimentarius (1999), la norma para el queso crema establece que la cantidad máxima permitida de estabilizadores en el queso es de 0.5%.

Según Davis (1965), el objetivo de la adición de estabilizadores a los quesos es mejorar el cuerpo del queso y reducir las pérdidas de sólidos en el suero. Existe una alta interacción entre las gomas Guar y Xanthan con las proteínas de la leche, la viscosidad de la leche aumenta tres veces al utilizar estas gomas en una concentración de 0.2%.

### **2.3 GOMA GUAR**

La goma guar se deriva del endospermo molido de la planta de guar, *Cyamopsis tetragonolobus*, de la familia de las leguminosas. Esta goma se dispersa e hidrata completamente en agua fría o caliente, formando soluciones muy viscosas. (QuimiNet, 2001). Las propiedades de los hidrocoloides no iónicos tales como la goma guar o la goma de algarrobo se mantienen constantes sobre una amplia gama de pH. No obstante, un bajo valor de pH retrasa la hidratación, e influye así también en la viscosidad final (PROVISCO, 2006). Flores *et al.* (2002), logró aumentar los rendimientos en el queso manchego 1.21% utilizando goma guar.

### **2.4 GOMA ALGARROBO**

La goma de algarrobo (GCB) es una goma natural extraída del árbol de algarrobo *Ceratonia silicua Lin.*

La goma de algarrobo derivada del árbol del algarrobo, ha sido conocida como un componente nutricional desde hace siglos. La goma de algarrobo es, al igual de la goma guar, un galactomanano que contiene galactosa y manosa en una proporción aproximada de 1:4.

A diferencia del guar, la goma de algarrobo solamente es soluble en agua caliente y alcanza su completa viscosidad a una temperatura mayor a 85° C. GCB muestra efectos sinérgicos con xantano, carragenina y agar. GCB se usa en combinación con otros hidrocoloides específicamente para influir en la textura del producto. Es un excelente agente estabilizante y espesante que otorga una estructura cremosa (Neo alimentos, 2006).

### **2.5 GOMA XANTHAN**

La goma xántica, es un polisacárido lineal de alto peso molecular producido por la cepa de la bacteria *Xanthomonas campestris*, diseñado particularmente para uso en productos alimenticios, farmacéuticos y cosméticos. Este producto funciona como un coloide hidrófilo que espesa, suspende y estabiliza emulsiones y otros sistemas basados en agua. Por su extraordinaria combinación de propiedades su gama de aplicaciones es verdaderamente extraordinaria. Entre las características más importantes de esta goma se encuentran su alta viscosidad y pseudoplasticidad, bajo valor calórico, su gran solubilidad en agua fría y caliente, su alta estabilidad frente a procesos de congelación/fusión, su alta resistencia a variaciones de pH y de temperatura. Es compatible con la mayoría de las sales presentes en los alimentos así como con todos los estabilizadores comerciales. Tiene un efecto sinérgico con la goma guar; produce un gel termorreversible con la goma de algarrobo (Grupo industrial AISA, 2008).

## 2.6 CARRAGENINA

La carragenina es un hidrocoloide extraído de algas marinas rojas de las especies *Gigartina*, *Hypnea*, *Eucheuma*, *Chondrus* y *Iridaea*. Es utilizada en diversas aplicaciones en la industria alimentaria como espesante, gelificante, agente de suspensión y estabilizante, tanto en sistemas acuosos como en sistemas lácticos. La carragenina es un ingrediente multifuncional y se comporta de manera diferente en agua y en leche. En el agua, se presenta típicamente como un hidrocoloide con propiedades espesantes y gelificantes. En la leche tiene además la propiedad de reaccionar con las proteínas y proveer funciones estabilizantes. La carragenina posee una habilidad exclusiva de formar una amplia variedad de texturas de gel a temperatura ambiente: gel firme o elástico; transparente o turbio; fuerte o débil; termorreversible o estable al calor; alta o baja temperatura de fusión/gelificación. Puede ser utilizado, también, como agente de suspensión, retención de agua, gelificación, emulsificación y estabilización en otras diversas aplicaciones industriales (Porto, 2003).

## 2.7 ESTUDIOS ANTERIORES

Sagastume (2007), evaluó el efecto de la adición de 100 gramos de gomas guar, xanthan y UNIESTAB por cada 100 litros de leche en la producción de queso crema. Obteniendo como resultado lo siguiente:

Todos los tratamientos con estabilizador mostraron rendimientos significativamente superiores que oscilan entre 14.6-15.67% comparado con el queso normal de la planta que mostró un rendimiento de 13.25%, por lo que la adición de estabilizadores en el proceso de elaboración de queso crema ayudó a incrementar los rendimientos hasta en un 2.42%.

El control (sin estabilizador) y el queso con UNIESTAB tuvieron una fuerza de corte (textura) superior a los quesos con goma guar y xanthan, no existiendo diferencias significativas en dureza entre el queso sin estabilizador y el elaborado con UNIESTAB.

El comportamiento que tuvieron todos los quesos fue la expulsión de más suero a medida que pasaban los días, destaca el tratamiento con goma xanthan ya que es la que menos suero retuvo, debido a que este tratamiento fue el que mayor rendimiento mostró, sin embargo expulso más rápido el suero dentro de su estructura.

Los quesos con goma xanthan y guar tuvieron una vida de anaquel de solamente 21 días, ya que a partir de ese día se deformó completamente la masa volviéndose una especie de puré. Los demás tratamientos (queso con UNIESTAB y el control) sí duraron los 30 días que representan la vida de anaquel estimada del producto en la planta de Lácteos de Zamorano, estos tratamientos alcanzaron un nivel de purga al día 30 de 42 ml de suero dentro del empaque el cual es el punto crítico que determina la vida de anaquel ya que el aspecto que muestra no es aceptado por los consumidores.

## **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1 UBICACIÓN**

La elaboración del queso crema se realizó en las instalaciones de la Planta de Procesamiento de Productos Lácteos de Zamorano. La toma de datos físico-químicos del queso se llevó a cabo en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ). La evaluación sensorial se realizó en el laboratorio de análisis sensorial de la Planta Agroindustrial de Investigación y Desarrollo (PAID), y las instalaciones del puesto de ventas de Zamorano. Todas estas instalaciones están localizadas en el Departamento de Francisco Morazán, 30 km. al este de Tegucigalpa, Honduras.

### **3.2 MATERIALES UTILIZADOS**

#### **3.2.1 Materiales**

- Leche estandarizada (2.9% de grasa) pasteurizada.
- Cultivo láctico DVS marca Chr. Hansen (*Lactococcus lactis ssp*).
- Cloruro de Calcio (CaCl<sub>2</sub>) marca Calsol.
- Cuajo líquido de doble potencia 1:15 000 marca “Chymax” de Chr. Hansen.
- Sal refinada.
- Algarrobo
- Carrageninas.
- Goma Guar.
- Goma Xanthan.
- Uniestab (Universal Química).
- Empaques de poliestireno.

#### **3.2.2 Equipos**

- Pasteurizador HTST de Tetra Pak.
- Liras horizontales y verticales.
- Quesera de 200 litros de capacidad.
- Empacadora al vacío ULTRAVAC
- Centrifuga Garver Electrífuge. Modelo 224 de 60 ciclos.
- Balanza analítica METTLER AE200.
- INSTRON Modelo 4444, Instron Corporation.
- Colorflex™ Hunterlab, Diffuse model, The Color Management Company®.
- Horno Isotemp Oven FS (105° C). Fisher Scientific.

### 3.2.3 Utensilios

- Moldes cilíndricos de PVC, 4x12 pulgadas.
- Balones KONTES de 100ml.
- Balones LABCONCO de 100ml.
- Butirómetros 0-50 (9g).
- Probetas de 50 y 100 ml.
- Termómetros.
- Crisoles Coors USA.
- Pipetas Corex de 1ml.

### 3.3 NUEVA FORMULACIÓN

Para la elaboración de la nueva formulación del queso crema Zamorano se tomó como base la formulación ya existente en la planta de lácteos Zamorano (Cuadro 2) con la diferencia de que se agregó 100 gramos de mezcla de estabilizadores, por cada tratamiento, respectivamente.

Cuadro 2. Formulación del queso crema Zamorano.

<b>Ingredientes</b>	<b>Cantidad</b>
Leche estandarizada al 2.9% grasa	100 litros
Sal refinada	2 kg
Cloruro de Calcio	20 cc
Cultivo láctico	0.15 g
Cuajo de doble potencia	10 cc

Fuente: Revilla (1996), adaptado por el autor.

### 3.4 PRUEBAS PRELIMINARES

Se aplicaron 100 gramos de cada mezcla de estabilizadores por cada 100 litros de leche. El estabilizador fue disuelto previamente en 5 litros de la misma leche con agitación manual.

Se utilizaron estabilizadores previamente autorizados por el Codex (Guar, Xanthan, Carragenina y Algarrobo). Para determinar los 100 g / 100 litros de leche, se asumió que el estabilizador se mantiene en el queso, debido al rendimiento el estabilizador es el 0.5% del peso en queso; fue tomado en cuenta el máximo permitido por el Códex Alimentarius (0.5%) y se asume que de la totalidad del estabilizador (100 g), cierto porcentaje se perdía en el suero y/o no se diluía bien en la leche.

### **3.4.1 Control**

Este es el queso realizado en la planta de procesamiento de lácteos de Zamorano, adicionado con 100 gramos de estabilizador comercial llamado UNIESTAB de la casa Universal Química.

#### **3.4.1.1 Control**

Tratamiento 1: 100 g UNIESTAB (100U)

- Este tratamiento se utilizó como control, usando resultados de estudios anteriores. (Sagastume, 2007)
- Según la hoja técnica de este producto, contiene una mezcla de ésteres de mono y diglicéridos, harina de algarrobo, carrageninas y alginatos. El porcentaje de cada uno de los ingredientes que componen este producto comercial no está disponible ya que son derechos de la empresa (Universal Química, 2006).

#### **3.4.1.2 Mezcla 1**

Tratamiento 2: 50g Algarrobo, 40g Carrageninas y 10 g Xanthan (50A, 40C, 10X)

- El Tratamiento se obtuvo al analizar la composición de la goma comercial UNIESTAB. Sus ingredientes principales son Algarrobo y Carragenina. La goma Xanthan se usa debido a que tiene sinergia con las gomas antes mencionadas.

#### **3.4.1.3 Mezcla 2**

Tratamiento 3: 35g Guar, 35g Carrageninas y 30g Algarrobo (35G, 35C, 30A)

- El Tratamiento se obtuvo al analizar la composición de la goma comercial UNIESTAB. Sus ingredientes principales son Algarrobo y Carragenina. En las pruebas preliminares se comprobó que al adicionar goma Guar el efecto del estabilizador es aparentemente mejor (mayor viscosidad en leche, y mejor dilución del estabilizador).

#### **3.4.1.4 Mezcla 3**

Tratamiento 4: 80g Goma Guar y 20g Xanthan (80G, 20X)

- Se analizaron los estabilizadores que utiliza la competencia y se comprobó que Dos Pinos en Costa Rica, una de las empresas más grandes de lácteos en Centro América; utiliza una mezcla de Guar con Xanthan, las proporciones no están bien definidas. Se utilizó 80-20 por buenas pruebas de dilución.

### 3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

El análisis de los datos se realizó mediante un diseño de bloques completos al azar (BCA) con 4 tratamientos y 3 repeticiones para un total de 12 unidades experimentales. El Cuadro 3 muestra el arreglo que se utilizó para el proyecto, donde cada repetición es un bloque individual.

Cuadro 3. Diseño experimental.

<b>BCA</b>	<b>Control</b>	<b>Mezcla 1</b>	<b>Mezcla 2</b>	<b>Mezcla 3</b>
Repetición 1	TRT 1	TRT 2	TRT 3	TRT 4
Repetición 2	TRT 4	TRT 3	TRT 2	TRT 1
Repetición 3	TRT 2	TRT 1	TRT 4	TRT 3

### 3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En el proyecto se evaluaron las características físico-químicas, y sensoriales del queso. Usando una separación de medias Tukey ( $P < 0.05$ ). Como herramienta de análisis se utilizó el programa estadístico “Statistical Analysis System” SAS<sup>®</sup> Versión 9.1.

Para el análisis de vida de anaquel del queso se utilizó un BCA con medidas repetidas en el tiempo, donde se analizaron cambios en textura y en purgas de suero. Para evaluarlos se utilizó una separación de medias de Tukey ( $P < 0.05$ ).

### 3.7 PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO CREMA

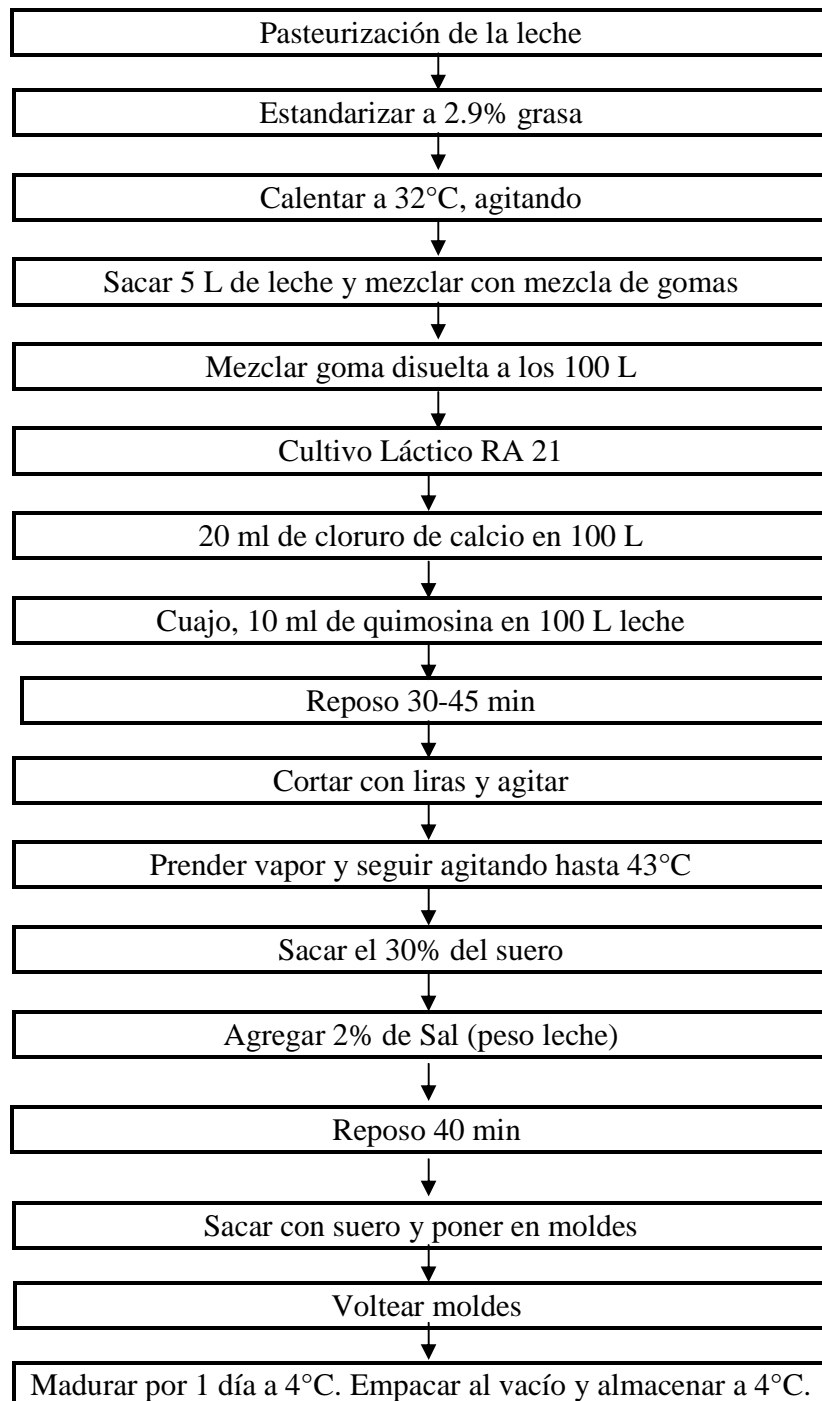


Figura 1. Flujo de proceso del queso crema.

### **3.8 ANÁLISIS FÍSICOS**

Cada una de las variables se evaluó en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ), haciendo uso de aparatos especiales como:

- Textura: INSTRON 4444, con acople Compression Warner Bratzer Crosshead Speed, este acople es una guillotina que mide la fuerza de corte del queso en KN (kilo Newtons). Se realizó el análisis por triplicado para cada unidad experimental.
- Color: Colorflex Hunterlab, se midieron los valores de L, a\* y b\*. Se realizó el análisis por triplicado para cada unidad experimental.

### **3.9 ANÁLISIS QUÍMICOS**

Se realizaron análisis proximales a cada uno de los tratamientos utilizando los métodos de la AOAC. Los resultados mostrados fueron expresados como el promedio de tres repeticiones, calculándose el porcentaje basado en diferencia de pesos (peso inicial/ peso final).

- Grasa – método de Babcock AOAC 989.04.
- Proteína cruda - método de Kjeldahl AOAC 991.20.
- Humedad - deshidratación en horno a 105°C AOAC 33.7.03 Método 926.08
- Cenizas – incineración AOAC 33.7.07 Método 930.30.

### **3.10 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

Se realizó un conteo de coliformes durante la vida útil del queso crema. El resultado de coliformes totales según las normas ICAITI (2002), debe de ser menor a 10 UFC/ml para productos lácteos y derivados. Se utilizó agar rojo violeta como medio de crecimiento. Se realizó la técnica de vertido colocando 1 ml de la muestra en cada plato, con una dilución de 1:10. El tiempo de incubación fue de 24 horas a 32° C.

### **3.11 ANÁLISIS SENSORIAL**

Se realizaron 3 análisis sensoriales, uno de aceptación y dos de preferencia.

Se realizó un análisis sensorial de aceptación con un panel de 12 personas, no entrenadas, con el fin de determinar si existe variación en los atributos sensoriales del producto. Todos los análisis se realizaron en el día 15 después de la elaboración del queso. Las variables medidas fueron:

- Apariencia.
- Aroma.
- Acidez.
- Textura.
- Sabor.

El siguiente paso fue realizar un análisis exploratorio de preferencia donde se tomaron los datos de aceptación general obtenidos de los 12 panelista y se le aplicó una prueba de CHI-cuadrado para obtener un tratamiento preferido.

Para finalizar se realizó un análisis de preferencia con cien panelistas no entrenados; los productos a evaluar fueron el tratamiento de preferencia vs. Control; y se usó una prueba T8 para analizar los datos.

### **3.12 ANÁLISIS ECONÓMICO**

Se evaluaron los costos de elaboración del queso crema para cada uno de los tratamientos, luego se compararon los costos de elaboración del producto con los rendimientos obtenidos en cada tratamiento y la conveniencia de aplicar un tratamiento u otro para así maximizar las utilidades.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 FORMULACIÓN

Basado en las pruebas preliminares se logró determinar las proporciones de gomas para crear mezclas idóneas para llevar a cabo las evaluaciones, el Cuadro 4 muestra la formulación utilizada en el estudio.

Cuadro 4. Nueva formulación del queso crema.

Ingredientes	Cantidad
Leche estandarizada al 2.9% grasa	100 Litros
Sal refinada	2 Kg
Cloruro de calcio	20 ml
Cultivo láctico	0.05 g
Cuajo de doble potencia	10 ml
Estabilizador	100 g

### 4.2 ANÁLISIS SENSORIAL

Según los datos del Cuadro 5, el tratamiento 4 (80G, 20X) y el tratamiento 1 (100 U) fueron los más aceptados para los atributos de apariencia y textura. Para los parámetros de aroma, sabor y acidez no se muestran diferencias significativas entre los 4 tratamientos; es decir que todos fueron igualmente aceptados, ya que todos los tratamientos fueron bien evaluados (media superior a 3, que significa: ni me gusta ni me disgusta).

El Cuadro 5 muestran los resultados obtenidos en el análisis sensorial, donde los panelistas calificaron en una escala de 1 a 5 los atributos de apariencia, aroma, sabor, textura y acidez.

Cuadro 5. Análisis sensorial del queso crema.

Tratamiento	Apariencia	Aroma	Sabor	Textura	Acidez
Trt 4	4.12 ±0.83 <sup>a</sup>	3.66 ±0.77 <sup>a</sup>	3.87 ±1.07 <sup>a</sup>	4.04 ±1.05 <sup>a</sup>	3.79 ±0.87 <sup>a</sup>
Trt 1	3.75 ±0.83 <sup>ab</sup>	3.66 ±0.77 <sup>a</sup>	3.54 ±1.07 <sup>a</sup>	3.45 ±1.05 <sup>ab</sup>	3.62 ±0.87 <sup>a</sup>
Trt 2	3.12 ±0.83 <sup>b</sup>	3.45 ±0.77 <sup>a</sup>	3.62 ±1.07 <sup>a</sup>	3.08 ±1.05 <sup>b</sup>	3.45 ±0.87 <sup>a</sup>
Trt 3	3.29 ±0.83 <sup>b</sup>	3.20 ±0.77 <sup>a</sup>	3.50 ±1.07 <sup>a</sup>	2.91 ±1.05 <sup>b</sup>	3.42 ±0.87 <sup>a</sup>

\* Medias en la misma columna con diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05).

Los tratamientos son:

Trt 1. 100% UNIESTAB

Trt 2. 50% Algarrobo, 40% Carrageninas y 10% Xanthan.

Trt 3. 35% Guar, 35% Carrageninas y 30% Algarrobo

Trt 4. 80% Goma Guar y 20% Xanthan.

#### 4.2.1 Análisis de preferencia

Para obtener el tratamiento preferido sensorialmente, se aplicó una prueba de CHI-cuadrado, donde se encontró un coeficiente de 17.66 el cual es mayor al coeficiente encontrado en la tabla G 7 con una probabilidad de 0.05 (6.25); por lo tanto sí se encontró un tratamiento preferido, el cual fue el tratamiento 4 (80G, 20X). Este fue seleccionado para compararse sensorialmente contra el queso de la planta de lácteos de Zamorano.

Se realizó un análisis de preferencia a 100 panelistas no entrenados, consumidores de queso crema Zamorano. Los tratamientos a evaluar fueron el tratamiento 4 (80G, 20X) vs el queso producido por la planta de lácteos de Zamorano.

De acuerdo a los datos mostrados en el Cuadro 6 se determinó que no existen diferencias sensoriales para los 100 panelistas no experimentados, habiendo preferido 50 de ellos el tratamiento 4, y 50 de ellos el queso crema Zamorano.

Cuadro 6. Análisis de preferencia del queso crema.

Tratamiento	Descripción	Preferencia
Tratamiento 4	80% Guar y 20% Xanthan	50
Queso crema Zamorano	Sin estabilizador	50

Para determinar si existieron diferencias sensoriales se aplicó una prueba de preferencia, utilizando una probabilidad  $P < 0.05$ . Al analizar los datos en la tabla T8 “duo-trio test for difference or one-sided paired comparison test for difference”, se observó que con 100 panelistas es necesario que un tratamiento sea preferido 59 veces, dato que no se dio en este análisis lo cual nos muestra que no existieron diferencias estadísticas.

#### 4.2.2 Relación entre análisis sensorial y análisis físico-químico

Al comparar los datos de color con los obtenidos por el análisis sensorial para apariencia, se puede observar que sensorialmente el tratamiento 4 y el tratamiento 1 tuvieron una mayor aceptación. El tratamiento 4 mostró la menor intensidad de rojo; mientras el tratamiento 1 mostró la mayor intensidad de rojo. Esta variación nos muestra que en aceptación por apariencia los gustos de los consumidores son muy variables.

En textura el tratamiento sensorialmente mas aceptado fue el tratamiento 4; los datos de textura mostraron que este tratamiento fue el único que perdió textura para conseguir una diferencia estadísticamente significativa. Para el día 15 (día en el que se realizó el análisis sensorial) el tratamiento 4 mostró diferencias significativas en el análisis de tiempo. La

diferencia se debe a que este tratamiento tiene mayor variabilidad en sus datos y por esto cambia de letra antes. Si se analiza el dato aritméticamente, se observa que este es el tratamiento con textura más firme, lo cual muestra que los consumidores de queso prefieren una textura más firme en el queso crema.

### 4.3 ANÁLISIS DE RENDIMIENTO

Al analizar los datos del Cuadro 7 se observa que no hay diferencias estadísticas de rendimiento entre los tratamientos. El rendimiento oscila entre 14.92% y 14.07%, esto se debe a que todos los tratamientos tienen 100 gramos de estabilizadores en su estructura; si comparamos estos contra el rendimiento actual de la planta de lácteos de Zamorano que oscila entre 11% a 11.5% vemos que si existen diferencias, con aproximadamente un 3.22% de incremento en rendimiento al aplicar estabilizadores.

El Cuadro 7 muestra el porcentaje de rendimiento obtenido de la relación leche/queso de cada uno de los tratamientos, este dato se obtuvo al pesar la cantidad de queso obtenida por los 100 litros de leche estandarizada a 2.9% de grasa.

Cuadro 7. Rendimiento del queso crema.

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>	<b>% Rendimiento</b>
Tratamiento 4	80% Guar y 20% Xanth.	14.92 ±0.76 <sup>a</sup>
Tratamiento 3	35% Guar 35% Carra. 30% Alg.	14.85 ±0.76 <sup>a</sup>
Tratamiento 1	100% UNIESTAB	14.07 ±0.76 <sup>a</sup>
Tratamiento 2	50% Alg. 40% Carra. 10% Xan.	14.07 ±0.76 <sup>a</sup>

\* Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (P>0.05).

### 4.4 ANÁLISIS QUÍMICOS

#### 4.4.1 Análisis de Grasa

El Cuadro 8 muestra que para grasa los tratamientos 1, 2 y 4 no tienen diferencias estadísticas, mientras que el tratamiento 3 (35G, 35C, 30A) es el que menor porcentaje de grasa muestra. El tratamiento 3 presenta un nivel de rendimiento igual al de los demás tratamientos, lo que muestra que esta mezcla de estabilizadores retuvo menos grasa que las demás y formó más gel por lo cual no afectó su rendimiento.

Como muestra la literatura (Sagastume, 2007), no se encontraron diferencias en grasa al aplicar 100 gramos de estabilizadores (Guar, Xanthan Y UNIESTAB). Mostrando que los estabilizadores por sí solos no influyen en el porcentaje de grasa presente en el queso.

Cuadro 8. Análisis de grasa del queso crema.

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>	<b>% Grasa</b>
Tratamiento 1	100% UNIESTAB	22.33 ±1.11 <sup>a</sup>
Tratamiento 2	50% Alg. 40% Carra. 10% Xan.	21.33 ±1.11 <sup>a</sup>
Tratamiento 4	80% Guar y 20% Xanth.	20.00 ±1.11 <sup>a</sup>
Tratamiento 3	35% Guar 35% Carra. 30% Alg.	16.33 ±1.11 <sup>b</sup>

\* Medias seguidas con diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05).

#### 4.4.2 Análisis de humedad

Según la literatura (Sagastume, 2007) el uso de estabilizadores no influye en la humedad encontrada en el queso. Con los resultados obtenidos en este estudio se ratificó esta información, mostrando que no existen diferencias significativas en los datos de humedad de los tratamientos.

El Cuadro 9 muestra que la adición de las mezclas de estabilizadores no cambió significativamente el porcentaje de humedad dentro de los quesos.

Cuadro 9. Análisis de humedad del queso crema.

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>	<b>% Humedad</b>
Tratamiento 4	80% Guar y 20% Xanth.	62.88 ±2.42 <sup>a</sup>
Tratamiento 2	50% Alg. 40% Carra. 10% Xan.	58.81 ±2.42 <sup>a</sup>
Tratamiento 3	35% Guar 35% Carra. 30% Alg.	58.03 ±2.42 <sup>a</sup>
Tratamiento 1	100% UNIESTAB	56.96 ±2.42 <sup>a</sup>

\* Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (P>0.05).

#### 4.4.3 Análisis de ceniza

Según los resultados observados en el Cuadro 10 se determinó que la adición de las diferentes mezclas de estabilizadores no afectó significativamente el porcentaje de ceniza encontrado en los diferentes tratamientos.

Cuadro 10. Análisis de ceniza del queso crema.

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>	<b>% Ceniza</b>
Tratamiento 2	50% Alg. 40% Carra. 10% Xan.	4.11±0.19 <sup>a</sup>
Tratamiento 4	80% Guar y 20% Xanth.	3.95 ±0.19 <sup>a</sup>
Tratamiento 3	35% Guar 35% Carra. 30% Alg.	3.90 ±0.19 <sup>a</sup>
Tratamiento 1	100% UNIESTAB	3.59 ±0.19 <sup>a</sup>

\* Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (P>0.05).

#### 4.4.4 Análisis de Proteína

El Cuadro 11 muestra las diferencias que existen para proteína debido a la adición de estabilizadores. Los tratamientos 4 (80G, 20X) y 3 (35G, 35C, 30A) muestran un contenido de proteína más alto que el de los demás tratamientos. Esto se debe a que estos tratamientos formaron redes más fuertes para capturar la molécula de agua, por lo tanto también capturó más proteínas presentes en la leche. El tratamiento 4 es el tratamiento con mayor rendimiento, lo cual también muestra que las gomas cumplen un mayor efecto de retención. Los resultados de humedad también ratifican esto, el tratamiento 4 es el tratamiento que mayor porcentaje de humedad muestra. A pesar de no mostrar diferencias significativas para los atributos antes mencionados, rendimiento y humedad, el tratamiento 4 es numéricamente mayor a los demás.

Cuadro 11. Análisis de proteína del queso crema.

Tratamiento	Descripción	% Proteína
Tratamiento 4	80% Guar y 20% Xanth.	20.31±0.86 <sup>a</sup>
Tratamiento 3	35% Guar 35% Carra. 30% Alg.	18.41±0.86 <sup>ab</sup>
Tratamiento 2	50% Alg. 40% Carra. 10% Xan.	17.69±0.86 <sup>b</sup>
Tratamiento 1	100% UNIESTAB	17.59±0.86 <sup>b</sup>

\* Medias seguidas con diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05).

Al revisar la literatura, podemos observar que según Sagastume (2007), el queso sin estabilizadores muestra un porcentaje de proteína de 19.71%, dato que encaja dentro del rango de datos de este estudio. Sin embargo este dato (19.71%) mostró ser significativamente mayor a los resultados de proteína obtenidos de los tratamientos adicionados con Xanthan, Guar y UNIESTAB.

## 4.5 ANÁLISIS FÍSICOS

### 4.5.1 Análisis de Color

Como lo muestra el Cuadro 12, no existen diferencias significativas en el valor L\*, lo cual indica que no existen diferencias en claridad entre los tratamientos. Para el valor a\* sí existen diferencias significativas, siendo el tratamiento 1 (100 U) el que presenta mayor intensidad de rojo y el tratamiento 4 (80G, 20X) el que menor intensidad de rojo presenta. Para el valor b\* no existen diferencias significativas mostrando que todos los tratamientos tienen la misma intensidad de amarillo.

Cuadro 12. Análisis de color del queso crema.

Tratamiento	L*	a*	b*
1- 100% UNIESTAB	88.38 ±0.47 <sup>a</sup>	1.72 ±0.26 <sup>a</sup>	19.72 ±1.28 <sup>a</sup>
2- 50%Alg. 40%Carr. 10%Xan.	87.69 ±0.47 <sup>a</sup>	1.63 ±0.26 <sup>ab</sup>	18.89 ±1.28 <sup>a</sup>
3- 35%Guar 35%Carr. 30% Alg.	87.67 ±0.47 <sup>a</sup>	1.29 ±0.26 <sup>ab</sup>	18.77 ±1.28 <sup>a</sup>
4- 80% Guar y 20% Xan.	87.54 ±0.47 <sup>a</sup>	0.95 ±0.26 <sup>b</sup>	19.07 ±1.28 <sup>a</sup>

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

Los resultados obtenidos por Sagastume, 2007; muestran que al igual que en este estudio, sólo se dieron diferencias significativas para el valor a\* manteniendo iguales los valor b\* y L. Sensorialmente también fueron preferidos los tratamientos con mayor y menor intensidad de rojo en valor a\* mostrando los gustos variables de los consumidores.

#### 4.5.2 Análisis de Textura

Como muestra en el Cuadro 13, ninguno de los tratamientos muestra diferencias significativas de textura, para el día que fueron evaluados (letra x asignada). Al analizar los datos de textura por cada día se observa que el único tratamiento que mostró diferencias significativas en la textura es el tratamiento 4 (80g guar, 20 g xanthan), el cual tiene diferencias a partir del día 7 en adelante. El resto de tratamientos lograron mantener su textura en la vida de anaquel.

El Cuadro 13 muestra la textura del queso medida en N (newtons) y se tomaron medidas repetidas en el tiempo para analizar la vida de anaquel.

Cuadro 13. Análisis de textura del queso crema.

Tratamiento	Día 1	Día 7	Día 14	Día 21	Día 28
Trt 1	23.30 <sup>a(x)</sup>	17.13 <sup>a(x)</sup>	17.11 <sup>a(x)</sup>	15.75 <sup>a(x)</sup>	17.88 <sup>a(x)</sup>
Trt 2	21.46 <sup>a(x)</sup>	15.81 <sup>a(x)</sup>	14.98 <sup>a(x)</sup>	16.93 <sup>a(x)</sup>	18.48 <sup>a(x)</sup>
Trt 3	22.71 <sup>a(x)</sup>	16.31 <sup>a(x)</sup>	15.13 <sup>a(x)</sup>	17.48 <sup>a(x)</sup>	17.38 <sup>a(x)</sup>
Trt 4	28.15 <sup>a(x)</sup>	17.86 <sup>a(y)</sup>	17.15 <sup>a(y)</sup>	15.58 <sup>a(y)</sup>	16.45 <sup>a(y)</sup>

\* Medias seguidas con la misma letra en cada columna son significativamente iguales (P>0.05).

\* Letras diferentes entre paréntesis indican diferencias significativas en el tiempo (P<0.05).

Los tratamientos son:

- 1.- 100% UNIESTAB
- 2.- 50% Algarrobo 40% Carragenina 10% Xanthan
- 3.- 35% Guar 35% Carragenian 30% Algarrobo
- 4.- 80% Guar y 20% Xanthan

La Figura 2 muestra el comportamiento de la textura del queso en su vida de anaquel. Como se puede observar existe una tendencia clara a perder textura mientras los días en anaquel transcurren. El tratamiento 4 (80G, 20X) es el tratamiento que mayores cambios muestra, ya que empieza siendo el tratamiento con mayor textura y termina como el de menor textura. Esto explica los cambios significativos que se observan en el cuadro 13. La

gráfica muestra una leve tendencia de los tratamientos a ganar textura en los últimos días de la vida de anaquel. Esto se debe a que la purga de suero fue tanta que el queso perdió humedad, al perder humedad su estructura queda más seca y por lo tanto más fuerte.

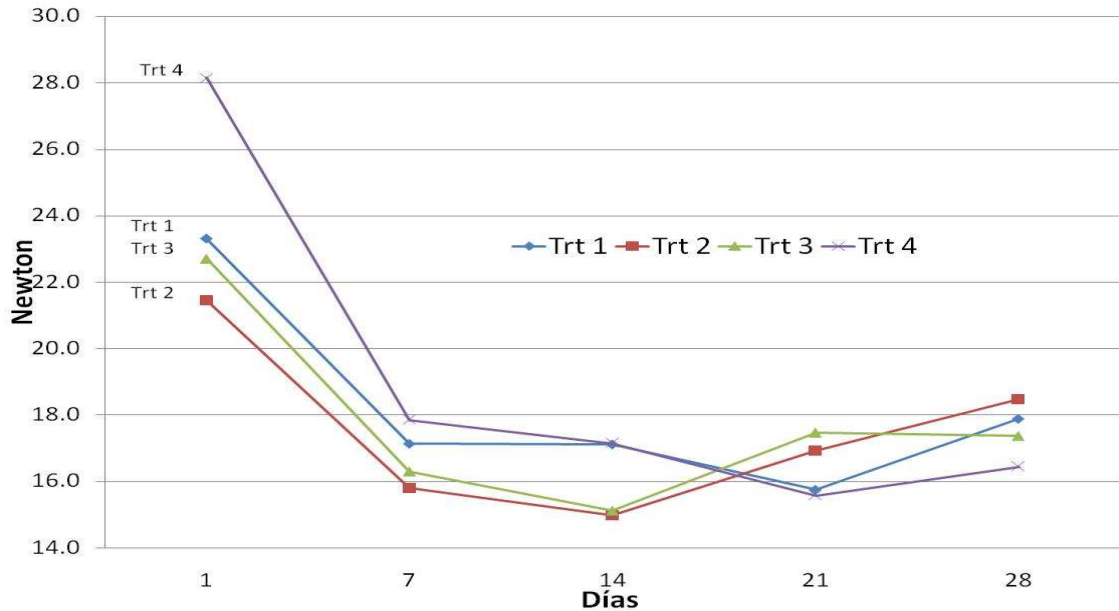


Figura 2. Textura en la vida de anaquel.

Al revisar la literatura observamos que según Sagastume, 2007; el tratamiento con UNIESTAB pierde textura más rápido que el queso sin estabilizador. En este experimento el queso con UNIESTAB tuvo menor textura que el tratamiento 4 hasta el día 14. Es decir que el tratamiento 4 tiene una textura igual o mejor a la del queso sin estabilizador hasta el día 14.

#### 4.5.3 Análisis de Purgas de suero

Como se observa en el Cuadro 14, ninguno de los tratamientos muestra diferencias significativas de purgas de suero, para el día que fueron evaluados. En lo que a vida de anaquel se refiere, diferencias significativas son evidentes. La mayoría de quesos perdió más suero a medida que aumentaron los días en anaquel. Se observa que el tratamiento 2 (50g Algarrobo, 40g Carrageninas y 10g Xanthan), no mostró ninguna diferencia significativa en la vida de anaquel. Los tratamientos 1, 3 y 4 muestran diferencias significativas en el día 14, y el tratamiento 4 (80G, 20X) cambia nuevamente en el día 21.

A pesar de que el tratamiento 4 (80G, 20X) es estadísticamente el que más cambios mostró, si se analizan los datos aritméticamente observamos que este mismo tratamiento es generalmente el que muestra un menor porcentaje de purga. Si se saca un promedio de sus purgas en la vida de anaquel vemos que este tiene 3.28% de purga en promedio, mientras que los tratamientos 1, 2 y 3 muestran un promedio de 3.32%, 3.74% y 3.58% respectivamente; estos datos muestran que el tratamiento 4 es el que menor promedio de purga de suero mostró. Debido a que este tratamiento tiene mayor variabilidad en sus

datos al analizarlo estadísticamente resulta el más variable, pero al analizar los datos podemos ver que resulta ser el mejor tratamiento en cuanto a purgas de suero.

El Cuadro 14 muestra las purgas de suero en la vida de anaquel del queso, medidas en porcentaje, relacionando la purga y el peso inicial del queso (alrededor de 440 gramos). Los quesos fueron empacados al vacío para analizar su vida útil.

Cuadro 14. Purgas de suero durante el almacenamiento.

Tratamiento	Día 1	Día 7	Día 14	Día 21	Día 28
Trt 1	1.80 <sup>a</sup> (x)	2.06 <sup>a</sup> (x)	3.92 <sup>a</sup> (xy)	3.86 <sup>a</sup> (xy)	5.00 <sup>a</sup> (y)
Trt 2	2.13 <sup>a</sup> (x)	1.98 <sup>a</sup> (x)	3.72 <sup>a</sup> (x)	5.19 <sup>a</sup> (x)	5.68 <sup>a</sup> (x)
Trt 3	2.02 <sup>a</sup> (x)	1.72 <sup>a</sup> (x)	3.29 <sup>a</sup> (xy)	4.69 <sup>a</sup> (xy)	6.18 <sup>a</sup> (y)
Trt 4	1.62 <sup>a</sup> (x)	1.72 <sup>a</sup> (x)	3.37 <sup>a</sup> (xy)	4.66 <sup>a</sup> (y)	5.07 <sup>a</sup> (y)

\* Medias seguidas con la misma letra en cada columna son significativamente iguales ( $P > 0.05$ ).

\* Letras diferentes entre paréntesis indican diferencias significativas en el tiempo ( $P < 0.05$ ).

Los tratamientos son:

- 1.- 100% UNIESTAB
- 2.- 50% Algarrobo 40% Carragenina 10% Xanthan
- 3.- 35% Guar 35% Carragenian 30% Algarrobo
- 4.- 80% Guar y 20% Xanthan

La Figura 3 muestra el comportamiento de las purgas de suero en la vida de anaquel del queso, se logra observar una tendencia clara a expulsar más suero a medida que pasan los días en anaquel. La vida de anaquel no se redujo debido a la adición de estabilizadores, logrando mantener el queso en condiciones aceptables hasta el día 30.

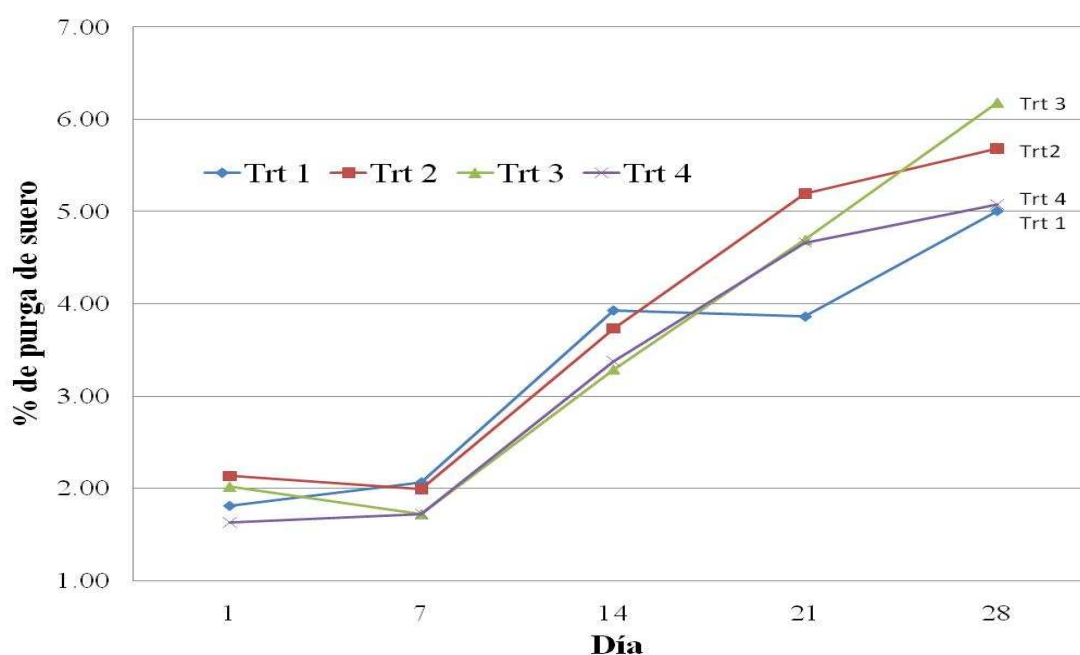


Figura 3. Comportamiento de las purgas en la vida de anaquel del queso.

La literatura no muestra que el tratamiento con UNIESTAB y el queso sin estabilizador no muestran diferencias significativas para las purgas de suero; se pueden utilizar estos datos para determinar que los tratamientos de este estudio tampoco muestran cambio significativo en las purgas de suero utilizando como control el queso con UNIESTAB.

#### 4.6 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Como lo muestra el Cuadro 15 en ninguno de los 4 tratamientos se encontró más de 10 UFC por ml de coliformes totales (máximo legal según ICAITI, 2002), lo que demuestra que es un producto seguro microbiológicamente, que fue creado bajo medidas de higiene apropiadas.

Cuadro 15. Conteo de coliformes totales en el queso crema.

Tratamiento	Descripción	UFC/ml	Máximo legal
Tratamiento 1	100% UNIESTAB	3.00	≤ 10 UFC/ml
Tratamiento 2	50% Alg. 40% Carra. 10% Xan.	3.00	≤ 10 UFC/ml
Tratamiento 3	35% Guar 35% Carra. 30% Alg.	2.00	≤ 10 UFC/ml
Tratamiento 4	80% Guar y 20% Xanth.	2.00	≤ 10 UFC/ml

#### 4.7 ANÁLISIS DE COSTO

El Cuadro 16 muestra que el costo total para realizar una tanda de queso crema de 100 litros en la planta de lácteos de Zamorano es de L. 877.35.

Cuadro 16. Costos de formulación del queso crema.

Ingredientes	Unidad	Cantidad	Costo (L.)
Leche 2.9%	kg	100	830.00
Cultivo	G	0.05	0.86
Cloruro de calcio	ml	20	0.47
Cuajo	ml	10	1.04
Sal	kg	2	3.48
Etiqueta	Unidad	25	29.5
Bolsa/ vacío	Unidad	25	12
Costo total			877.35

Con un rendimiento calculado en 11% (rendimiento del queso de la planta de lácteos de Zamorano) el costo por cada kilogramo de queso sería de L. 79.75.

El Cuadro 17 muestra los costos de un kilogramo de los distintos estabilizadores usados en el estudio. La goma más costosa es Xanthan mientras la más económica es la goma Guar.

Cuadro 17. Costos de estabilizadores.

<b>Estabilizador</b>	<b>Kilogramos</b>	<b>Costo (L.)</b>
Xanthan	1	433.50
Algarrobo	1	428.96
Carragenina	1	256.50
UNIESTAB	1	162.10
Guar	1	50.90

Según los datos del Cuadro 18 se observa una disminución considerable en los costos ya que el incremento en el rendimiento justificó el costo incurrido por la adición de los estabilizadores. Se observa que el tratamiento que menor costo variable presenta es el tratamiento 4 (80 g Guar y 20 g Xanthan), mostrando una diferencia de L. 20.11 por cada kilogramo de queso entre este tratamiento y el queso de la planta de lácteos Zamorano (L. 79.75 – L. 59.64). La planta de lácteos de Zamorano vende en promedio 1750 kilogramos de queso crema al mes, con esta reducción de costos de producción la planta estaría ahorrando L. 35,175 o \$ 1851 US al mes.

Cuadro 18. Costos variables del queso crema por tratamiento.

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo por tanda (L.) 100 Litros</b>	<b>Costo por kg de queso (L.)</b>
Trt 1	100% UNIESTAB	893.56	63.51
Trt 2	50% Alg. 40% Carra. 10% Xant.	913.39	64.90
Trt 3	35% Guar 35% Carra. 30% Alg.	901.01	60.65
Trt 4	80% Guar y 20% Xant.	890.17	59.64

Sagastume (2007), demostró que usar estabilizadores en la planta de lácteos traería un beneficio económico a la planta; él concluye que el mejor estabilizador a usar es UNIESTAB. En este estudio se comparó UNIESTAB contra otras mezclas de gomas obteniendo un tratamiento con mejores resultados para la planta. Si la planta de lácteos de Zamorano aplica UNIESTAB ahorraría L. 28,420 ó \$ 1495 US al mes. Al utilizar un estabilizador compuesto de 80% goma Guar y 20% Xanthan los ahorros son mayores (L. 35,198 o \$1852), existiendo una diferencia de L. 6783 o \$357 US al mes, entre ambos tratamientos.

## 5. CONCLUSIONES

- El tratamiento 4 (80g Goma Guar y 20g Xanthan) mostró ser preferido sensorialmente a los otros tratamientos y no mostró diferencias significativas frente al queso producido en la planta de lácteos de Zamorano.
- Los quesos con 0.05% de estabilizador en su fórmula mostraron un incremento significativo en su rendimiento en comparación al queso de la planta de lácteos de Zamorano, pero no diferencias entre los tratamientos.
- En los análisis químicos de proteína el tratamiento 4 (80g Guar, 20g Xanthan) mostró mayor porcentaje de proteína en su estructura debido a redes más firmes creadas por las gomas que retienen mas proteína.
- En el parámetro de grasa sólo el tratamiento 3 (35g Guar, 35g Carrageninas y 30g Algarrobo) muestra un porcentaje significativamente menor que los demás tratamientos debido a las gomas retienen menos grasa y forman más gel.
- El Tratamiento 4 mostró una textura mas firme hasta el día 15; por lo tanto para comercializar este queso se debe crear una rotación de inventario alta para vender el producto.
- El tratamiento 4 mostró ser el más rentable para la planta de lácteos de Zamorano, ya que debido al incremento en rendimiento, la planta se ahorra L. 9.14 por cada libra de queso a producir.

## **6. RECOMENDACIONES**

- Elaborar un estudio completo de la vida de anaquel del queso crema, con la adición del tratamiento 4, cuya formulación incluye 0.5% de estabilizador, 80% de goma Guar y 20% de goma Xanthan.
- Realizar más repeticiones del estudio para comprobar las características físico-químicas, sensoriales y el aumento en rendimiento del tratamiento 4.
- Realizar pruebas para encontrar las condiciones óptimas para una dilución más fácil y completa del estabilizador en la leche.
- Determinar si existen cambios en el tiempo de cuajado debido a la adición de estabilizadores.
- Capacitar a un panel sensorial, para así disminuir la variabilidad en los resultados sensoriales.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1997. Methods of Analysis of the AOAC International. 3 ed. Volumen II. Maryland, USA.

Codex Alimentarius. 1999. Norma Internacional Individual del Codex para el Queso de Nata (crema) (Rahmfrischkäse) (CODEX STAN 275-1973) (en línea). Consultado el 05 de Septiembre del 2008. Disponible en:  
<http://www.codexalimentarius.net/search/advancedsearch.do>

DAVIS, J. 1965. Cheese, Basic Technology. Volumen 1. Primera Edición. American Elsevier Publishing Company, Inc. 463 p.

FLORES, GARCÍA Y GIMÉNEZ. 2002. Uso de un cultivo filante y estabilizantes en la elaboración de queso tipo manchego (en línea). Consultado el 26 de septiembre de 2008. Disponible en:  
<http://www.alfa-editores.com/carnilac/Abril%20Mayo%2005/TECNOLOGIA%20Uso%20de%20un%20Cultivo.htm>

Grupo Industrial AISA. 2008. Goma Xanthan (en línea). Consultado el 22 de Septiembre del 2008. Disponible en: <http://www.geocities.com/grupoindustrialaisa/xantana.html>

Instituto de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI). 2002. Normas Centroamericanas, Guatemala, C.A.

MILLER, D. 2006. Química de alimentos: Manual de laboratorio. Editorial LIMUSA, Grupo Noriega Editores, México D.F. 176 p.

NEOALIMENTOS. 2006. Goma algarrobo (en línea). Consultado el 16 de Septiembre del 2008. Disponible en:  
[http://www.foroswebgratis.com/foro-Mensajes.php?id\\_foro=53875&id\\_tema=386504&id\\_mensaje=1213550&NumPage=1](http://www.foroswebgratis.com/foro-Mensajes.php?id_foro=53875&id_tema=386504&id_mensaje=1213550&NumPage=1)

Porto, Samuel. 2003. Agargel – Carragenina (en línea). Consultado el 17 de Agosto del 2008. Disponible en: <http://www.agargel.com.br/carragenina.html>

PROVISCO. 2006. Descripción de estabilizadores (en línea). Consultado el 20 de Septiembre del 2008. Disponible en: <http://www.provisco.com.ar/index.htm>

QUIMINET. 2001. Goma guar y xanthan (en línea). Consultado el 15 de Septiembre del 2008. Disponible en:  
[http://www.quiminet.com.mx/art/ar\\_%25B4%2580b%2503j%2540%2518%25F1.php](http://www.quiminet.com.mx/art/ar_%25B4%2580b%2503j%2540%2518%25F1.php)

Revilla, A. 1995. Industria Láctea, Curso Práctico. Queso Crema. 2 edición. Zamorano Academia Press. Zamorano, Honduras. 70p.

Revilla, A. 1996. Tecnología de la leche. 3 ed. Zamorano Honduras. Zamorano Academia Press. 369 p.

Sagastume, F. 2007. Efecto del uso de estabilizadores en el rendimiento, características físico-químicas y sensoriales del queso crema Zamorano. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria, Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras.

UNIVERSAL QUIMICA. 2006. Productos UNIESTAB (en línea). Consultado el 16 de Septiembre de 2008. Disponible en: [http://www.universalquimica.com/qu\\_uniestab.htm#](http://www.universalquimica.com/qu_uniestab.htm#)

UNIVERSIDAD DE ZULIA. 2007. Estandarización de la detección del Glicomacropéptido Por Page-SDS como índice de Adulteración de Leche (en línea). Consultado el 23 de Septiembre del 2008. Disponible en: [http://www.serbi.luz.edu.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-22592006006000013&lng=es&nrm=iso](http://www.serbi.luz.edu.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592006006000013&lng=es&nrm=iso)

USDA. 1994. Specifications for Cream Cheese, Cream Cheese with other foods, and related products. Consultado el 19 de junio de 2007. Disponible en: <http://www.ams.usda.gov/dairy/creamche.pdf>

## **8. ANEXOS**

**Anexo 1** Formato de evaluación sensorial.

**Hoja de Evaluación Sensorial**

Análisis exploratorio de queso fresco, elaborado con estabilizadores.

**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

**Instrucciones:** Marque con una X para cada variable según su criterio. Las muestras no tienen ningún orden.

<b>Muestra #</b> _____	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Apariencia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aroma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sabor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Textura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Acidez	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<p>Parámetros de escala:</p> <p>1- Me desagrada mucho</p> <p>2- Me desagrada</p> <p>3- No me agrada, ni me desagrada</p> <p>4- Me agrada</p> <p>5- Me agrada mucho</p>
--

<b>Muestra #</b> _____	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Apariencia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aroma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sabor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Textura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Acidez	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<b>Muestra #</b> _____	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Apariencia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aroma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sabor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Textura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Acidez	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<b>Muestra #</b> _____	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Apariencia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aroma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sabor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Textura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Acidez	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Qué muestra le agrada más?** \_\_\_\_\_

## Anexo 2. Cuadros del SAS para evaluación sensorial

Sistema SAS	52	21:26 Saturday, September 18, 2008		
Procedimiento GLM				
Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para <b>apariencia</b>				
NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.				
Alfa		0.05		
Error de grados de libertad		88		
Error de cuadrado medio		0.697917		
Valor crítico del rango estudentizado		3.70356		
Diferencia significativa mínima		0.6316		
Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.				
Tukey Agrupamiento	Media	N	trt	
	A	4.1250	24	4
	A			
B	A	3.7500	24	1
B				
B		3.2917	24	2
B				
B		3.1250	24	3

Sistema SAS	53	21:26 Saturday, September 18, 2008		
Procedimiento GLM				
Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para <b>aroma</b>				
NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.				
Alfa		0.05		
Error de grados de libertad		88		
Error de cuadrado medio		0.596591		
Valor crítico del rango estudentizado		3.70356		
Diferencia significativa mínima		0.5839		
Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.				
Tukey Agrupamiento	Media	N	trt	
	A	3.6667	24	1
	A			
	A	3.6667	24	4
	A			
	A	3.4583	24	2
	A			
	A	3.2083	24	3

Sistema SAS	54	21:26 Saturday, September 18, 2008
Procedimiento GLM		
Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para <b>sabor</b>		
NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.		
Alfa	0.05	
Error de grados de libertad	88	
Error de cuadrado medio	1.160038	
Valor crítico del rango estudentizado	3.70356	
Diferencia significativa mínima	0.8142	
Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.		
Tukey Agrupamiento	Media	N trt
A	3.8750	24 4
A		
A	3.6250	24 2
A		
A	3.5417	24 1
A		
A	3.5000	24 3

Sistema SAS	55	21:26 Saturday, September 18, 2008
Procedimiento GLM		
Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para <b>textura</b>		
NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.		
Alfa	0.05	
Error de grados de libertad	88	
Error de cuadrado medio	1.106061	
Valor crítico del rango estudentizado	3.70356	
Diferencia significativa mínima	0.7951	
Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.		
Tukey Agrupamiento	Media	N trt
A	4.0417	24 4
A		
B A	3.4583	24 1
B		
B	3.0833	24 2
B		
B	2.9167	24 3

```

Sistema SAS 56
21:26 Saturday, September 18, 2008

Procedimiento GLM

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para acidez

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente
tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa 0.05
Error de grados de libertad 88
Error de cuadrado medio 0.764205
Valor crítico del rango estudentizado 3.70356
Diferencia significativa mínima 0.6609

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento Media N trt
A 3.7917 24 4
A 3.6250 24 1
A 3.4583 24 2
A 3.4167 24 3
    
```

```

The SAS System 6
13:20 Thursday, September 30, 2008

The FREQ Procedure

trt Frequency Percent Test Percent Cumulative Frequency Cumulative Percent
1 7 29.17 25.00 7 29.17
2 1 4.17 25.00 8 33.33
3 2 8.33 25.00 10 41.67
4 14 58.33 25.00 24 100.00

Chi-Square Test
for Specified Proportions
Chi-Square 17.6667
DF 3
Pr > ChiSq 0.0005
    
```

### Anexo 3. Cuadros del SAS para rendimiento

The SAS System	20	19:27 Sunday, September 19, 2008			
The GLM Procedure					
Dependent Variable: <b>Rendimiento</b>					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	12.14240833	2.42848167	4.14	0.0564
Error	6	3.51708333	0.58618056		
Corrected Total	11	15.65949167			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	kg Mean	
	0.775402	5.287156	0.765624	14.48083	

The SAS System	21	19:27 Sunday, September 19, 2008			
The GLM Procedure					
Tukey's Studentized Range (HSD) Test for kg					
NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.					
	Alpha	0.05			
	Error Degrees of Freedom	6			
	Error Mean Square	0.586181			
	Critical Value of Studentized Range	4.89559			
	Minimum Significant Difference	2.164			
Means with the same letter are not significantly different.					
	Tukey Grouping	Mean	N	trt	
	A	14.9233	3	4	
	A	14.8533	3	1	
	A	14.0767	3	3	
	A	14.0700	3	2	

#### Anexo 4. Cuadros del SAS para grasa

The SAS System	17	19:27 Sunday, September 19, 2008			
The GLM Procedure					
Dependent Variable: <b>grasa</b>					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	62.5000000	12.5000000	10.00	0.0071
Error	6	7.5000000	1.2500000		
Corrected Total	11	70.0000000			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	grasa Mean		
0.892857	5.590170	1.118034	20.00000		

The SAS System	18	19:27 Sunday, September 19, 2008		
The GLM Procedure				
Tukey's Studentized Range (HSD) Test for <b>grasa</b>				
NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.				
Alpha	0.05			
Error Degrees of Freedom	6			
Error Mean Square	1.25			
Critical Value of Studentized Range	4.89559			
Minimum Significant Difference	3.1601			
Means with the same letter are not significantly different.				
Tukey Grouping	Mean	N	trt	
A	22.3333	3	1	
A	21.3333	3	2	
A	20.0000	3	4	
B	16.3333	3	3	

### Anexo 5. Cuadros del SAS para humedad

The SAS System		23			
		19:27 Sunday, September 19, 2008			
The GLM Procedure					
Dependent Variable: <b>humedad</b>					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	69.3044917	13.8608983	2.36	0.1627
Error	6	35.2314000	5.8719000		
Corrected Total	11	104.5358917			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	humedad Mean	
	0.662973	4.095031	2.423200	59.17417	

The SAS System		24			
		19:27 Sunday, September 19, 2008			
The GLM Procedure					
Tukey's Studentized Range (HSD) Test for <b>humedad</b>					
NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.					
	Alpha	0.05			
	Error Degrees of Freedom	6			
	Error Mean Square	5.8719			
	Critical Value of Studentized Range	4.89559			
	Minimum Significant Difference	6.8491			
Means with the same letter are not significantly different.					
Tukey Grouping	Mean	N	trt		
A	62.883	3	4		
A	58.813	3	2		
A	58.033	3	3		
A	56.967	3	1		

## Anexo 6. Cuadros del SAS para cenizas

The SAS System						26
		19:27 Sunday, September 19, 2008				
The GLM Procedure						
Dependent Variable: <b>ceniza</b>						
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F	
Model	5	0.43242500	0.08648500	2.31	0.1684	
Error	6	0.22440000	0.03740000			
Corrected Total	11	0.65682500				
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	ceniza Mean		
	0.658356	4.974683	0.193391	3.887500		

The SAS System						27
		19:27 Sunday, September 19, 2008				
The GLM Procedure						
Tukey's Studentized Range (HSD) Test for <b>ceniza</b>						
NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.						
	Alpha					0.05
	Error Degrees of Freedom					6
	Error Mean Square					0.0374
	Critical Value of Studentized Range					4.89559
	Minimum Significant Difference					0.5466
Means with the same letter are not significantly different.						
Tukey Grouping	Mean	N	trt			
A	4.1100	3	2			
A	3.9500	3	4			
A	3.9000	3	3			
A	3.5900	3	1			

### Anexo 7. Cuadros del SAS para proteína

The SAS System		2		13:20 Thursday, September 30, 2008	
The GLM Procedure					
Dependent Variable: proteina					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	27.16068333	5.43213667	7.36	0.0153
Error	6	4.43038333	0.73839722		
Corrected Total	11	31.59106667			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	proteina Mean		
0.859758	4.644030	0.859300	18.50333		

The SAS System		3		13:20 Thursday, September 30, 2008	
The GLM Procedure					
Tukey's Studentized Range (HSD) Test for proteina					
NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.					
Alpha			0.05		
Error Degrees of Freedom			6		
Error Mean Square			0.738397		
Critical Value of Studentized Range			4.89559		
Minimum Significant Difference			2.4288		
Means with the same letter are not significantly different.					
Tukey Grouping	Mean	N	trt		
A	20.3100	3	4		
A					
B A	18.4133	3	3		
B					
B	17.6933	3	2		
B					
B	17.5967	3	1		

### Anexo 8. Cuadros del SAS para color

The SAS System		10		19:27 Sunday, September 19, 2008	
The GLM Procedure					
Dependent Variable: l					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	45.22240000	9.04448000	40.17	0.0002
Error	6	1.35086667	0.22514444		
Corrected Total	11	46.57326667			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	l Mean	
	0.970995	0.540282	0.474494	87.82333	

The SAS System		11		19:27 Sunday, September 19, 2008	
The GLM Procedure					
Dependent Variable: a					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	4.20057500	0.84011500	12.00	0.0044
Error	6	0.41991667	0.06998611		
Corrected Total	11	4.62049167			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	a Mean	
	0.909119	18.90760	0.264549	1.399167	

The SAS System		12		19:27 Sunday, September 19, 2008	
The GLM Procedure					
Dependent Variable: b					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	21.18915000	4.23783000	2.55	0.1429
Error	6	9.97415000	1.66235833		
Corrected Total	11	31.16330000			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	b Mean	
	0.679939	6.745094	1.289325	19.11500	

The SAS System	13	19:27 Sunday, September 19, 2008	
The GLM Procedure			
Tukey's Studentized Range (HSD) Test for 1			
NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.			
Alpha	0.05		
Error Degrees of Freedom	6		
Error Mean Square	0.225144		
Critical Value of Studentized Range	4.89559		
Minimum Significant Difference	1.3411		
Means with the same letter are not significantly different.			
Tukey Grouping	Mean	N	trt
A	88.3867	3	1
A			
A	87.6967	3	2
A			
A	87.6700	3	4
A			
A	87.5400	3	3

The SAS System	14	19:27 Sunday, September 19, 2008	
The GLM Procedure			
Tukey's Studentized Range (HSD) Test for a			
NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.			
Alpha	0.05		
Error Degrees of Freedom	6		
Error Mean Square	0.069986		
Critical Value of Studentized Range	4.89559		
Minimum Significant Difference	0.7477		
Means with the same letter are not significantly different.			
Tukey Grouping	Mean	N	trt
A	1.7200	3	1
A			
B A	1.6300	3	2
B A			
B A	1.2933	3	3
B			
B	0.9533	3	4

The SAS System

15

19:27 Sunday, September 19, 2008

## The GLM Procedure

## Tukey's Studentized Range (HSD) Test for b

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	1.662358
Critical Value of Studentized Range	4.89559
Minimum Significant Difference	3.6442

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	trt
A	19.720	3	1
A			
A	19.077	3	4
A			
A	18.897	3	2
A			
A	18.767	3	3

### Anexo 9. Cuadros del SAS para textura

```

The SAS System                               114
                                             11:24 Thursday, September 23, 2008
----- tiempo=1 -----
                                The GLM Procedure

Dependent Variable: text

Source              DF          Sum of Squares    Mean Square    F Value    Pr > F
Model                4          306.8672223       76.7168056     11.06     0.0385
Error                3           20.8166666        6.9388889
Corrected Total      7          327.6838890

R-Square      Coeff Var      Root MSE      text Mean
0.936473      11.01782      2.634177      23.90833

```

```

The SAS System                               116
                                             11:24 Thursday, September 23, 2008
----- tiempo=1 -----
                                The GLM Procedure

                                Tukey's Studentized Range (HSD) Test for text

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a
      higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha                                0.05
Error Degrees of Freedom              3
Error Mean Square                     6.938889
Critical Value of Studentized Range   6.82453
Minimum Significant Difference        12.712

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping      Mean      N      trt
A                   28.150    2      4
A
A                   23.300    2      1
A
A                   22.717    2      3
A
A                   21.467    2      2

```

The SAS System	17	22:04 Thursday, September 23, 2008			
----- trt=4 -----					
The GLM Procedure					
Dependent Variable: text					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	232.7951111	46.5590222	17.15	0.0083
Error	4	10.8600000	2.7150000		
Corrected Total	9	243.6551111			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	text Mean	
	0.955429	8.654022	1.647726	19.04000	

The SAS System	19	22:04 Thursday, September 23, 2008			
----- trt=4 -----					
The GLM Procedure					
Tukey's Studentized Range (HSD) Test for text					
NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.					
	Alpha	0.05			
	Error Degrees of Freedom	4			
	Error Mean Square	2.715			
	Critical Value of Studentized Range	6.28702			
	Minimum Significant Difference	7.3251			
Means with the same letter are not significantly different.					
Tukey Grouping	Mean	N	tiempo		
A	28.150	2	1		
B	17.867	2	7		
B	17.150	2	14		
B	16.450	2	28		
B					

### Anexo 10. Cuadro del SAS para purgas de suero

```

The SAS System          94
                        11:24 Thursday, September 23, 2008
----- tiempo=1 -----
                        The GLM Procedure

Dependent Variable: purga

Source                   DF          Sum of
                        Squares      Mean Square    F Value    Pr > F
Model                   5          1.52675833    0.30535167    4.53    0.0466
Error                   6          0.40426667    0.06737778
Corrected Total         11          1.93102500

                        R-Square    Coeff Var    Root MSE    purga Mean
                        0.790647    13.71584    0.259572    1.892500

```

```

The SAS System          96
                        11:24 Thursday, September 23, 2008
----- tiempo=1 -----
                        The GLM Procedure

                        Tukey's Studentized Range (HSD) Test for purga

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a
      higher Type II error rate than REGWQ.

                        Alpha          0.05
                        Error Degrees of Freedom      6
                        Error Mean Square      0.067378
                        Critical Value of Studentized Range 4.89559
                        Minimum Significant Difference      0.7337

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping      Mean      N      trt
A      2.1333      3      2
A
A      2.0033      3      3
A
A      1.8067      3      1
A
A      1.6267      3      4

```

Sistema SAS 14:10 Tuesday, September 23, 2008 2

----- trt=1 -----  
 ----

Procedimiento GLM

Variable dependiente: purga

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	27.77700000	4.62950000	4.50	0.0274
Error	8	8.23169333	1.02896167		
Total correcto	14	36.00869333			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	purga Media
0.771397	30.43741	1.014377	3.332667

Sistema SAS 14:10 Tuesday, September 23, 2008 3

----- trt=1 -----  
 ----

Procedimiento GLM

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para purga

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	8
Error de cuadrado medio	1.028962
Valor crítico del rango estudentizado	4.88575
Diferencia significativa mínima	2.8613

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	Número de observaciones	tiempo
A	5.0067	3	28
A			
B A	3.9267	3	14
B A			
B A	3.8600	3	21
B A			
B	2.0633	3	7
B			
B	1.8067	3	1