

ZAMORANO  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Efecto del porcentaje de grasa y el tiempo  
de maduración en las propiedades físico-  
químicas y sensoriales del queso  
Zamodelfia**

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

Presentado por

**Ángel Santiago Guaraca Bedón**

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 2008

## RESUMEN

Guaraca, A. 2008. Efecto del porcentaje de grasa y el tiempo de maduración en las propiedades físico-químicas y sensoriales del queso Zamodelfia. Proyecto de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 36 p.

El queso Zamodelfia se caracteriza por ser un queso de tipo untable y madurado. Este estudio permitió evaluar el efecto del porcentaje de grasa y el tiempo de maduración en las características físico-químicas y sensoriales del queso Zamodelfia. Se utilizó un diseño experimental DCA con un arreglo de parcelas divididas con 4 tratamientos y 3 repeticiones para un total de 12 unidades experimentales. Se evaluaron dos porcentajes de grasa (5 y 7%) y dos tiempos de maduración (3 y 4 días). Se realizó un análisis sensorial exploratorio utilizando un panel compuesto por 12 personas no capacitadas, involucrados en el área láctea. Respecto a las características sensoriales, el queso elaborado a partir de leche estandarizada al 5% de grasa y con 4 días de maduración fue el menos aceptado ( $p < 0.05$ ). Las correlaciones encontradas indican que los consumidores prefieren un queso menos ácido, textura más dura y mayor porcentaje de grasa. Los tratamientos elaborados a partir de 7% de grasa y con tiempos de maduración de 3 y 4 días no tuvieron diferencia significativa en la medición de ATECAL, apariencia y composición grasa. La textura fue significativamente diferente para todos los tratamientos, siendo el queso elaborado a partir de 7% de grasa y 4 días de maduración el de textura más dura ( $p < 0.05$ ). El rendimiento más alto fue el del queso elaborado a partir de 7% de grasa y 3 días de maduración, el mismo que tuvo el menor costo unitario 41.9 L. por kg.

**Palabras clave:** queso crema, textura, rendimiento.

## 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>5</b>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>18</b>
<b>6. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>19</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>20</b>
<b>8. ANEXOS .....</b>	<b>22</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS.

Cuadro	Página
1. Requerimiento de composición del queso crema y queso crema reducido en grasa.....	3
2. Diseño experimental.....	8
3. Evaluación de apariencia del queso Zamodelfia.....	10
4. Evaluación de aroma del queso Zamodelfia .....	10
5. Evaluación de textura del queso Zamodelfia.....	11
6. Evaluación de acidez del queso Zamodelfia.....	11
7. Evaluación de sabor del queso Zamodelfia .....	12
8. Aceptación general del queso Zamodelfia.....	12
9. Análisis físico de textura para queso Zamodelfia .....	12
10. Análisis físico de color para queso Zamodelfia L* .....	13
11. Análisis físico de color para queso Zamodelfia a* .....	13
12. Análisis físico de color para queso Zamodelfia b* .....	13
13. Análisis de acidez para queso Zamodelfia .....	14
14. Análisis de grasa para queso Zamodelfia .....	14
15. Conteo de coliformes totales.....	15
16. Rendimiento de queso Zamodelfia expresado en porcentajes.....	16
17. Costos variables para queso Zamodelfia .....	17
Figura	Página
1. Flujo de proceso de queso Zamodelfia.....	14
Anexo	Página
1. Formato de evaluación sensorial.....	23
2. Cuadros del SAS para textura .....	24
3. Cuadros del SAS para grasa.....	25
4. Cuadros del SAS para Color .....	26
5. Cuadros del SAS para acidez.....	27
6. Cuadros del SAS para análisis sensorial .....	28
7. Cuadros del SAS para análisis de rendimiento .....	36

## 1. INTRODUCCIÓN

Según Guinee *et al.* (1993; citado por Phadungath, 2005), el queso crema se caracteriza por su textura blanda, suave y apariencia blanca cremosa, de sabor ligeramente ácido. Es fabricado por la coagulación de la mezcla de leche y crema por la acidificación de un cultivo iniciador (*Lactococcus lactis*).

En la Planta de Lácteos de Zamorano se elabora queso Zamodelfia; el proceso de manufactura se realiza a partir de leche estandarizada a 7% de grasa. Tradicionalmente este queso no es madurado, pero recibe un periodo corto de maduración para mejorar sus características de sabor, acidez y textura, a través de procesos de proteólisis o lipólisis que se desarrollan durante dicho tiempo.

Tradicionalmente, los quesos se consumían por su valor nutritivo y características organolépticas, sin embargo las innovaciones tecnológicas en cuanto a procesos estaban encaminadas a conseguir productos con las mínimas variaciones en el gusto y aroma y a la vez con un alto poder nutritivo. La tendencia actual radica en el desarrollo de nuevos quesos con propiedades beneficiosas para la salud. En este último grupo tenemos los quesos con bajo contenido en grasa y los quesos con microorganismos probióticos (Dairy National Council, 2008).

El contenido de grasa juega un papel destacado en el sabor y aroma del queso, ya que contribuye a disolver compuestos del aroma y enmascarar sabores, tales como el sabor amargo. Los quesos bajos en grasa presentan comúnmente defectos en las características organolépticas, como un bajo nivel de aroma y sabor. El origen de estos defectos normalmente radica en una considerable reducción del contenido graso, menor grado de lipólisis, así como modificaciones en la densidad de la matriz proteica. (Valencia *et al.*, 2007).

El desarrollo de una metodología que permita uniformizar el proceso de maduración y analizar el efecto de la reducción de grasa; en las características físico-químicas y sensoriales del queso Zamodelfia es el objetivo principal de este estudio.

Este estudio se logro evaluando cuatro tipos diferentes de queso Zamodelfia en los que vario el contenido de grasa de la leche estandarizada a partir de la cual se elaboraron (5%, 7%) y el tiempo de maduración (3, 4 días).

## **1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

El queso Zamodelfia que se elabora en la planta de Lácteos de Zamorano presenta una textura blanda, que no es muy aceptada por los consumidores del producto. El queso Zamodelfia tiene un elevado costo y se elabora regularmente en la planta de lácteos una mejora en las características de textura contribuiría a una mejor aceptación.

## **1.2 ANTECEDENTES**

En Zamorano no se ha realizada ningún estudio para mejorar las características físico-químicas y sensoriales del queso Zamodelfia. Este estudio pretende mejorar la textura del queso Zamodelfia para una mayor aceptación de los consumidores.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

### **1.3.1 Limitantes**

- No se cuenta con un panel sensorial capacitado que ayude a determinar las características sensoriales ideales para el queso Zamodelfia.

### **1.3.2 Alcances**

- Mejorar las características físico-químicas y sensoriales del queso Zamodelfia.
- Establecer el tiempo ideal de maduración y el porcentaje de grasa en el queso Zamodelfia.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo general**

- Evaluar el efecto del porcentaje de grasa y tiempo de maduración en las características físico-químicas y sensoriales del queso Zamodelfia.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Determinar el efecto de la reducción de grasa en las características físico-químicas y sensoriales del queso Zamodelfia.
- Determinar el efecto del tiempo de maduración en las características físico-químicas y sensoriales del queso Zamodelfia.
- Determinar costos variables del mejor tratamiento.
- Verificar carga microbiana del producto terminado.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. ORIGEN DEL QUESO CREMA

Kraft Foods (2004), señala que el primer queso crema se hizo en Nueva York en 1872 por un norteamericano William Lawrence; accidentalmente desarrolló un método de producción de queso crema al intentar imitar un queso francés llamado Neufchatel. William Lawrence distribuyó su marca en envolturas de papel de aluminio desde 1880. El llamó a su marca de queso Philadelphia Cream Cheese por considerar en aquella época a Filadelfia una ciudad de alta calidad alimentaria. Philadelphia Cream Cheese marca fue comprada por Kraft Cheese Company en 1928. Kraft Foods aún posee y produce Philadelphia Cream Cheese en una variedad de sabores.

### 2.2. DEFINICIÓN

“Es un queso blando, untable, no madurado y sin corteza de conformidad con la norma para el queso no madurado incluido el queso fresco (CODEX STAN 221-2001) y la norma general para el queso (CODEX STAN A-6-1978). El queso presenta una coloración que va de casi blanco a amarillo claro. Su textura es suave o ligeramente escamosa y sin agujeros y el queso se puede untar y mezclar fácilmente con otros alimentos” (Codex Alimentario, 1973).

Cuadro 1. Requerimiento de composición del queso crema y queso crema reducido en grasa.

Característica	Queso Crema	Queso Crema reducido en grasa
Humedad	No mas de 55%	No mas de 70%
Grasa	No menos de 33%	No menos de 16,5%, pero menos de 20%
pH	4.4 - 4.9	4.4 - 5.1
Sal	No mas de 1.4%	No mas de 1.4%

Fuente: US Department of Agriculture, 1994.

### 2.3. CUALIDADES Y DEFECTOS DEL QUESO CREMA

De acuerdo a la USDA (1994; citado por Phadungath, 2005), el queso crema debe tener una apariencia blanca uniforme a la luz y un color crema; fuera de sabores como amargos. La textura debe ser lisa, sin grumos o grietas y ninguna señal de desuerado. El queso debe ser untable a temperatura de 20° C. Defectos en el queso crema pueden ocurrir en función del pH final del queso. La textura del queso será muy suave y se notara un débil sabor si el pH es demasiado alto (>5.1). Si el pH del queso es demasiado baja (<4.4), la textura puede ser demasiado granuladas, y el sabor será

demasiado ácido. Además, el queso crema tiene defectos de sinéresis durante el almacenamiento especialmente en quesos bajos en grasa.

#### **2.4. EFECTO DE LA GRASA EN LA MICROESTRUCTURA Y FACTORES SENSORIALES DEL QUESO CREMA.**

Según Wendin *et al.* (2000), tanto el contenido de sal como la presión de homogenización y el contenido de grasa afectan la microestructura y propiedades sensoriales del queso crema. Sin embargo el contenido de grasa es el factor de mayor influencia en los parámetros de sabor y textura. La grasa ayuda a intensificar el sabor que aportan los demás componentes del queso, así como la sal. El contenido de sal no solo afecta la salinidad, sino también la acidez. El color amarillo, el tamaño de las partículas y la agregación de las proteínas de la leche son afectadas por el contenido de grasa. Con una mayor presión de homogenización, al reducir el tamaño de los glóbulos de grasa se obtiene un queso menos amarillo y el sabor cremoso tiene menos intensidad.

##### **2.4.1. Efecto del contenido de grasa en el sabor del queso.**

Según Banks *et al.* (1989; citado por Mistry, 2001), los quesos madurados y bajos en grasa generalmente tienen un sabor muy distinto a sus variedades tradicionales; la disminución en el sabor se debe a bajos niveles de ácidos grasos como el butanóico y hexanóico, además de metil cetonas. Delahunty *et al.* (1996, citado por Mistry, 2001) establece que la diferencia en la intensidad de liberación de los componentes del sabor del queso durante la masticación constituyen un factor en la percepción del sabor, un ejemplo son 2-butanona y 2-heptanona, que son liberados con mayor intensidad en quesos reducidos en grasa; esto constituye una percepción distinta del sabor. Otro factor que influye en la diferente percepción del sabor es la interacción de las células del cultivo iniciador y los glóbulos de grasa de la leche.

Según Mistry (2001), el contenido de ácidos grasos de cadena corta en la leche cuando son liberados, a través de la actividad de las lipasas, contribuyen al sabor general del queso. Cuando el contenido de grasa es menor los ácidos grasos están presentes en menor cantidad en el queso y se puede percibir un sabor menos intenso.

##### **2.4.2. Efecto del contenido de grasa en la textura del queso.**

La textura y el cuerpo de los quesos bajos en grasa son afectados por los factores que afectan su sabor, que son más evidentes en los quesos duros y semiduros, menciona Banks (1993); el queso Zamodelfia es considerado un queso semiduro. Estos quesos típicamente poseen una estructura frágil y gomosa (Mistry, 2001). El alto contenido de grasa generalmente provee cremosidad a los quesos, dada su distribución homogénea por la matriz de caseína del queso. Cuando se reduce el contenido graso la caseína juega un rol incluso mayor en el desarrollo de la textura. Los quesos bajos en grasa tienen una inadecuada degradación de la caseína y por lo tanto obtiene una textura relativamente más firme.

## **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1. UBICACIÓN**

La Planta de Industrias Lácteas fue el escenario para la preparación de las unidades experimentales, el análisis químico de las muestras y la caracterización de sus propiedades sensoriales respectivas. Los análisis físicos se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos. Ambas instalaciones están ubicadas en la Universidad "Zamorano", departamento de Francisco Morazán, kilómetro 32 al Este de Tegucigalpa, Honduras.

### **3.2. MATERIALES Y EQUIPO**

#### **3.3. Materia prima**

- Leche estandarizada al 5 y 7 % de grasa.
- Cultivo láctico Rhodia Ezal RA022; Rhodia, C.A.
- Cuajo líquido doble potencia Chymax Ultra; Chr. Hansen, WI, USA.
- Cloruro de Calcio Cal Sol; Chr. Hansen, WI, USA.
- Agua potable a temperatura ambiente.
- Sal refinada.
- Sorbato de Potasio.
- Estabilizador de queso Zamodelfia.

#### **3.4. Reactivos**

- Ácido Sulfúrico al 95% de concentración.
- Hidróxido de Sodio 0.1 N.
- Fenolftaleína.

#### **3.5. Equipo y utensilios**

- Pasteurizador por tandas.
- Homogenizador.
- Enfriador de placas.
- Cuartos fríos.
- Quesera de 200 litros de capacidad.
- Marmita.
- Instron 4444.
- Colorflex Hunterlab.
- Pala de acero inoxidable.
- Probeta graduada de 25 mL.

- Balanza.
- Termómetro.
- Cronómetro.
- Pipeta de 9 mL.
- Sacos de Manta Fina.
- Envases de poliestireno 454 g. para queso Zamodelfia

### 3.6. PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO CREMA

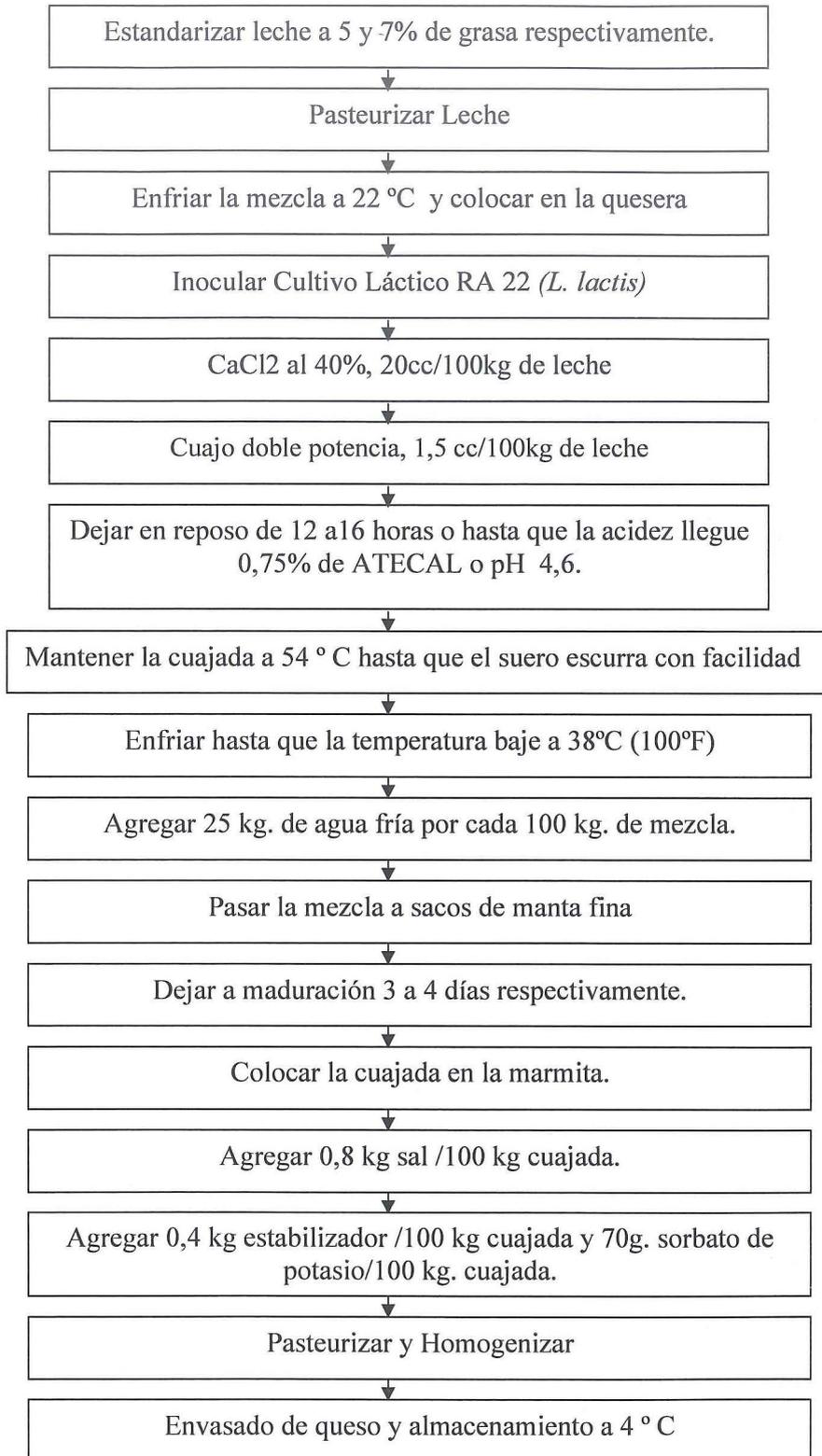


Figura 1. Flujo de proceso de queso Zamodelfia.

### 3.7. ANÁLISIS SENSORIAL

Se realizó en Zamorano con un panel sensorial no capacitado de 12 personas las cuales están relacionadas con el área de lácteos. Se evaluaron 5 características: Apariencia, aroma, textura, acidez, sabor y se consultó la aceptación general del producto. Para la tabulación se usó una escala hedónica de 1 a 5 siendo 1= me disgusta mucho y 5= me gusta mucho. Para la codificación se utilizó una numeración de 3 dígitos al azar. En cada repetición, el orden de las muestras fueron cambiado.

### 3.8. ANÁLISIS FÍSICOS

La textura se evaluó en el Instron 4444® para determinar la resistencia a la penetración que presenta el queso Zamodelfia expresado en N. El color se evaluó en el colorímetro Colorflex Hunterlab.

### 3.9. ANÁLISIS QUÍMICO

La acidez fue determinada mediante titulación con Hidróxido de Sodio 0.1N utilizando fenolftaleína como indicador y expresada en equivalentes de ácido láctico.

El contenido de grasa fue analizado por el método de Babcock AOAC 33.7.18

### 3.10. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Se realizó conteos de coliformes en el día cero de los cuatro tratamientos usando medio Violet Red Bile Agar (VRBA). Las placas se hicieron en el laboratorio de la Planta de Lácteos Zamorano, haciendo uso de autoclave, medio esterilizado, equipos esterilizados, agua peptonada esterilizada y siguiendo procedimientos de asepsia. Se hizo la siembra usando la técnica de vertido y se incubaron los platos a 37° C durante 24 horas, luego se hizo el conteo de UFC/ml.

### 3.11. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizaron 3 repeticiones de cada uno de los 4 tratamientos para tener un total de 12 unidades experimentales. Se realizó un diseño DCA con parcelas divididas donde la parcela principal es el componente grasa y las subparcelas fueron los días de maduración. Los resultados obtenidos fueron analizados por el programa "Statistical Analysis System" (SAS® versión 9.1) con una separación de medias Tukey ( $P < 0.05$ ).

Cuadro 2. Diseño experimental

LECHE 5% GRASA		LECHE 7% DE GRASA	
Maduración 3 días	Maduración 4 días	Maduración 3 días	Maduración 4 días
TRT 1	TRT 2	TRT 3	TRT 4
REP 1	REP 1	REP 1	REP 1
REP2	REP 2	REP 2	REP 2
REP3	REP 3	REP 3	REP 3

### **3.12. ANÁLISIS DE COSTOS**

Se realizó un análisis de costos variables, para determinar la diferencia de elaborar un queso Zamodelfia a partir de 5 y 7 % de grasa respectivamente. No se consideraron los costos fijos de la producción ya que no existe una contabilidad de costos fijos de la producción en la Planta de Industrias Lácteas.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. ANÁLISIS SENSORIAL

#### 4.1.1. Apariencia

El tratamiento 4, 1 y 3 no mostraron diferencia significativa para este atributo. La preferencia en apariencia por el tratamiento 4 y 3 se justifica por la alta calificación en la intensidad de color blanco (Valor L\*) y mayor intensidad a amarillo (Valor b\*) que obtuvo (Cuadro 10) debido al mayor contenido de grasa. Manifestando el criterio de preferencia de los consumidores por una mayor intensidad en el color blanco y amarillo.

Cuadro 3. Evaluación de apariencia del queso Zamodelfia.

TRT	Media $\pm$ D.E	Separación de medias Tukey (P<0.05) *
TRT 4 (7% grasa, 4 días de maduración)	4.15 $\pm$ 0.80	A
TRT 1 (5% grasa, 3 días de maduración)	4.12 $\pm$ 0.80	A
TRT 3 (7% grasa, 3 días de maduración)	4.09 $\pm$ 0.80	A
TRT 2 (5% grasa, 4 días de maduración)	3.56 $\pm$ 0.80	B

\*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

#### 4.1.2. Aroma

Los tratamientos 1 y 4 fueron los más preferidos por los panelistas; sin notar diferencia significativa entre ellos. Los tratamientos 3 y 2 fueron los menos apreciados, pero no diferentes al tratamiento 1. El tratamiento 4 al poseer mayor contenido de grasa (Cuadro 14) y con un tiempo de maduración más largo desarrolló un aroma más intenso fruto de procesos de lipólisis y proteólisis.

Cuadro 4. Evaluación de aroma del queso Zamodelfia.

TRT	Media $\pm$ D.E	Separación de medias Tukey (P<0.05) *
TRT 4 (7% grasa, 4 días de maduración)	3.96 $\pm$ 0.72	A
TRT 1 (5% grasa, 3 días de maduración)	3.85 $\pm$ 0.72	AB
TRT 3 (7% grasa, 3 días de maduración)	3.64 $\pm$ 0.72	B
TRT 2 (5% grasa, 4 días de maduración)	3.48 $\pm$ 0.72	B

\*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

#### 4.1.3. Textura

A pesar de existir diferencias significativas en la medición de textura a través del instron. Los panelistas no encontraron diferencias entre los tratamientos 4, 3 y 1; estos mostraron mejor textura. El tratamiento 2 fue el menos preferido mostró ser muy blando. Los panelistas prefirieron una textura más dura. Los resultados de la separación de medias se observan en el Cuadro 9.

Cuadro 5. Evaluación de textura del queso Zamodelfia.

TRT	Media $\pm$ D.E	Separación de medias Tukey (P<0.05) *
TRT 4 (7% grasa, 4 días de maduración)	3.90 $\pm$ 0.89	A
TRT 3 (7% grasa, 3 días de maduración)	3.88 $\pm$ 0.89	A
TRT 1 (5% grasa, 3 días de maduración)	3.77 $\pm$ 0.89	A
TRT 2 (5% grasa, 4 días de maduración)	3.35 $\pm$ 0.89	B

\*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

#### 4.1.4. Acidez

Es el parámetro sensorial que recibió la más baja calificación. Los tratamientos 3 4 y 1 no tuvieron diferencia significativa. El análisis de ATECAL (Cuadro 13) muestra que los tratamiento 1 y 2 fueron los más ácidos. El panel sensorial prefiere los tratamientos menos ácidos.

Cuadro 6. Evaluación de acidez del queso Zamodelfia.

TRT	Media $\pm$ D.E	Separación de medias Tukey (P<0.05) *
TRT 3 (7% grasa, 3 días de maduración)	3.80 $\pm$ 0.73	A
TRT 4 (7% grasa, 4 días de maduración)	3.63 $\pm$ 0.73	A
TRT 1 (5% grasa, 3 días de maduración)	3.47 $\pm$ 0.73	AB
TRT 2 (5% grasa, 4 días de maduración)	3.33 $\pm$ 0.73	B

\*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

#### 4.1.5. Sabor

Los panelistas encontraron al tratamiento 4, 3 y 1 como los más preferidos; sin notar diferencia significativa, mientras el tratamiento 2 fue el menos apreciado en cuanto al sabor, pero no diferente del tratamiento 1. El motivo de que el tratamiento 4 y 3 se encuentran entre los mejor evaluados es que normalmente los quesos con mayor porcentaje de grasa desarrollan mejor sabor debido a un mayor contenido de componentes grasos (Cuadro 14). El tratamiento 1 al recibir un periodo más corto de maduración desarrollo un mejor sabor respecto al tratamiento 2, que fue significativamente diferente al tratamiento 4 y 3, pero no diferente al tratamiento 1.

Cuadro 7. Evaluación de sabor del queso Zamodelfia.

TRT	Media $\pm$ D.E	Separación de medias Tukey (P<0.05) *
TRT 4 (7% grasa, 4 días de maduración)	4.02 $\pm$ 0.76	A
TRT 3 (7% grasa, 3 días de maduración)	3.91 $\pm$ 0.76	A
TRT 1 (5% grasa, 3 días de maduración)	3.70 $\pm$ 0.76	AB
TRT 2 (5% grasa, 4 días de maduración)	3.49 $\pm$ 0.76	B

\*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

#### 4.1.6. Aceptación General

El panel sensorial determino que no existen diferencias significativas en la aceptación de los tratamientos 4, 1 y 3. Se muestra que entre los tratamientos más aceptados se encuentran los que tienen mayor contenido de grasa 7%, así también el tratamiento 1 elaborado a partir de 5% de grasa y 3 días de maduración debido a la alta aceptación que recibe en atributos como apariencia y aroma.

Cuadro 8. Aceptación general del queso Zamodelfia.

TRT	Media $\pm$ D.E	Separación de medias Tukey (P<0.05) *
TRT 4 (7% grasa, 4 días de maduración)	3.95 $\pm$ 0.82	A
TRT 1 (5% grasa, 3 días de maduración)	3.90 $\pm$ 0.82	A
TRT 3 (7% grasa, 3 días de maduración)	3.77 $\pm$ 0.82	A
TRT 2 (5% grasa, 4 días de maduración)	3.40 $\pm$ 0.82	B

\*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

## 4.2. ANÁLISIS FÍSICOS

### 4.2.1. Textura

La textura fue medida tomando la primera lectura dada por el instron y con todos los tratamientos a 12° C . Los resultados se detallan a continuación:

Cuadro 9. Análisis físico de textura para queso Zamodelfia.

TRT	Media (N) $\pm$ D.E	Separación de medias Tukey (P<0.05) *
TRT 4 (7% grasa, 4 días de maduración)	13.67 $\pm$ 0.29	A
TRT 3 (7% grasa, 3 días de maduración)	11.17 $\pm$ 0.29	B
TRT 1 (5% grasa, 3 días de maduración)	10.16 $\pm$ 0.29	C
TRT 2 (5% grasa, 4 días de maduración)	8.50 $\pm$ 0.29	D

\*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05).

Todos los tratamientos fueron diferentes significativamente. El tratamiento 4 fue el que obtuvo mayor resistencia a la penetración siendo el más duro y el tratamiento 2 el más blando. (Cuadro 5). A mayor contenido de grasa la textura es más dura, porque provee una mayor consistencia durante el periodo de maduración.

#### 4.2.2 Color

Los tratamientos 3 y 4 no tuvieron diferencia significativa para el valor  $L^*$ , mostraron mayor intensidad (blanco), mientras el tratamiento 2 y 1 fueron diferentes al tratamiento 4, pero no al tratamiento 3 (Cuadro 3). Para el calor  $a^*$  no se presentó diferencia significativa. Respecto al valor  $b^*$  los tratamientos 3 y 4 no mostraron diferencia significativa tuvieron una mayor intensidad a amarillo que el tratamiento 1 y 2. Debido al mayor contenido de grasa de estos tratamientos mostraron mayor intensidad blanco y amarillo (Cuadro 14).

Cuadro 10. Análisis físico de color para queso Zamodelfia  $L^*$ .

TRT	Media $\pm$ D.E	Separación de medias Tukey (P<0.05) *
TRT 3 (7% grasa, 3 días de maduración)	92.61 $\pm$ 0.13	A
TRT 4 (7% grasa, 4 días de maduración)	92.49 $\pm$ 0.13	AB
TRT 2 (5% grasa, 4 días de maduración)	92.29 $\pm$ 0.13	B
TRT 1 (5% grasa, 3 días de maduración)	92.27 $\pm$ 0.13	B

\*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

Cuadro 11. Análisis físico de color para queso Zamodelfia  $a^*$ .

TRT	Media $\pm$ D.E	Separación de medias Tukey (P<0.05) *
TRT 4 (7% grasa, 3 días de maduración)	-0.08 $\pm$ 0.09	A
TRT 3 (7% grasa, 4 días de maduración)	-0.13 $\pm$ 0.09	A
TRT 2 (5% grasa, 4 días de maduración)	-0.15 $\pm$ 0.09	A
TRT 1 (5% grasa, 3 días de maduración)	-0.20 $\pm$ 0.09	A

\*Tratamientos seguidos de letras iguales no son significativamente diferentes (P>0.05)

Cuadro 12. Análisis físico de color para queso Zamodelfia  $b^*$ .

TRT	Media $\pm$ D.E	Separación de medias Tukey (P<0.05) *
TRT 3 (7% grasa, 3 días de maduración)	14.60 $\pm$ 0.33	A
TRT 4 (7% grasa, 4 días de maduración)	14.54 $\pm$ 0.33	A
TRT 1 (5% grasa, 3 días de maduración)	13.75 $\pm$ 0.33	B
TRT 2 (5% grasa, 4 días de maduración)	13.70 $\pm$ 0.33	B

\*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

### 4.3. ANÁLISIS QUÍMICOS

#### 4.3.1. Acidez Titulable

Sí existió diferencia significativa entre los tratamientos elaborados a partir de 5% y 7% de grasa. El menor contenido de grasa y mayor humedad de los tratamientos 1 y 2 (Cuadro 14), hacen propicio el trabajo del cultivo iniciador para el desarrollo de acidez ya que encuentra mas disponible la lactosa para transformarla en ácido láctico lo queda como resultado un aumento en el ATECAL. Los panelistas prefirieron los tratamientos que poseen menor acidez (0.87-0.88) respecto al análisis sensorial realizado.

Cuadro 13. Análisis de acidez para queso Zamodelfia

TRT	Media (%) ± D.E	Separación de medias Tukey (P<0.05) *
TRT 2 (5% grasa, 4 días de maduración)	0.90± 0.002	A
TRT 1 (5% grasa, 3 días de maduración)	0.89± 0.002	A
TRT 4 (7% grasa, 4 días de maduración)	0.88± 0.002	B
TRT 3 (7% grasa, 3 días de maduración)	0.87 ± 0.002	B

\*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

#### 4.3.2. Grasa

Naturalmente al iniciar con niveles diferentes de grasa (5 y 7%), se notó diferencia significativa entre los tratamiento. Los quesos elaborados a partir de 5% de grasa mostraron un contenido final 17.33 – 17.83%; los tratamientos de 7% de grasa finalizaron con 22.83 – 23.17%.

Cuadro 14. Análisis de grasa para queso Zamodelfia

TRT	Media (%) ± D.E	Separación de medias Tukey (P<0.05) *
TRT 4 (7% grasa, 4 días de maduración)	23.17± 0.5	A
TRT 3 (7% grasa, 3 días de maduración)	22.83± 0.5	A
TRT 2 (5% grasa, 4 días de maduración)	17.83± 0.5	B
TRT 1 (5% grasa, 3 días de maduración)	17.33 ± 0.5	B

\*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

### 4.4. CORRELACIONES

#### 4.4.1. Acidez-ATECAL

Existió una correlación alta negativa de -0.84 (P<0.05) entre el ATECAL y el atributo sensorial de acidez, es decir, que a menor es el ATECAL del queso Zamodelfia mayor puntaje obtendrá por parte del panel sensorial. Esta correlación se refleja en el tratamiento 3 y 4 los cuales tuvieron el ATECAL más bajo (Cuadro 13) y se encuentran entre los mejores aceptados para el atributo acidez (Cuadro 6). Como resultado una menor acidez en el queso Zamodelfia es más aceptado.

## Textura-Instron

Existe una correlación positiva de 0.73 ( $P < 0.05$ ) entre el atributo sensorial de textura y la resistencia a la penetración analizadā con el instron, así que a más dura es la textura del queso Zamodelfia mayor será la calificación que obtendrá por este atributo. Esto se demuestra en el tratamiento 4 que obtuvo la textura más consistente (Cuadro 9), así también se encontró entre los más aceptadas por parte de los panelistas para este atributo (Cuadro 5). Como resultado una textura más dura en el queso Zamodelfia es mejor aceptado.

### 4.4.2. Sabor -% de Grasas

El atributo sensorial de sabor y el contenido de graso en el queso Zamodelfia tiene una correlación alta positiva de 0.88 ( $P < 0.05$ ) los panelistas evaluaron con mejor puntaje aquellos quesos que se elaboraron con más contenido de grasa. El tratamiento 3 y 4 tienen el mayor contenido de grasa (Cuadro 14) y recibieron promedios altos de calificación (Cuadro 7), a pesar de que no existe diferencia significativa con el tratamiento 1. Como resultado un mayor contenido de grasa en el queso Zamodelfia es más aceptado.

## 4.5. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

### 4.5.1. Conteo de coliformes totales

Se cumplió con las regulaciones sanitarias, ya que el conteo de coliformes en todas las unidades experimentales estuvo debajo 10 UFC/g que es el máximo permitido. En el Cuadro 15, se muestran los promedios del conteo de coliformes de cada uno de los tratamientos. Estos resultados indican que no hubo contaminación durante el proceso de elaboración del queso Zamodelfia.

Cuadro 15. Conteo de coliformes totales.

TRT	Media (UFC/g) ± D.E	Separación de medias Tukey ( $P < 0.05$ ) *
TRT 3 (7% grasa, 3 días de maduración)	6.33 ± 3.17	A
TRT 2 (5% grasa, 4 días de maduración)	6.33 ± 3.17	A
TRT 1 (5% grasa, 3 días de maduración)	5.50 ± 3.17	A
TRT 4 (7% grasa, 4 días de maduración)	5.57 ± 3.17	A

\*Tratamientos seguidos de letras iguales no son significativamente diferentes ( $P > 0.05$ )

#### 4.6. ANÁLISIS DE RENDIMIENTO

El contenido de grasa y el tiempo de maduración afectaron significativamente el rendimiento del queso Zamodelfia. Debido a la disminución de grasa el contenido de sólidos totales disminuye y aumenta la humedad que reemplaza a la cantidad de grasa que se ha reducido por esta razón los quesos elaborados a partir de 5% de grasa tienen menos rendimiento. Si hay un mayor tiempo de maduración existe una ligera pérdida de peso en el queso lo que significa una disminución en el rendimiento. El tratamiento 3 elaborado a partir de 7% de grasa y con 3 días de tiempo de maduración obtuvo el más alto rendimiento 29.40%.

Cuadro 16. Rendimiento de queso Zamodelfia expresado en porcentajes.

TRT		Media (kg) $\pm$ D.E	Separación de medias Tukey (P<0.05) *
3	7% grasa, 3 días de maduración	29.40 $\pm$ 0.25	A
4	7% grasa, 4 días de maduración	28.32 $\pm$ 0.25	B
1	5% grasa, 3 días de maduración	26.32 $\pm$ 0.25	C
2	5% grasa, 4 días de maduración	25.48 $\pm$ 0.25	D

\*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

## 4.7. ANÁLISIS DE COSTOS

Cuadro 17. Costos variables para queso Zamodelfia

Costo Variable		TRT 1		TRT2		TRT 3		TRT4	
		Cant.	Costo (L.)						
Leche Estandarizada	kg	100.0	822.0	100.0	822.0	100.0	843.1	100.0	843.1
Cultivo ( <i>L. lactis</i> )	g	2.1	36.8	2.1	36.8	2.1	36.8	2.1	36.8
Cloruro de calcio	ml	20.0	0.5	20.0	0.5	20.0	0.5	20.0	0.5
Cuajo liquido	ml	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1
Estabilizador	g	400.0	145.9	400.0	145.9	400.0	145.9	400.0	145.9
Sal	kg	1.0	1.7	1.0	1.7	1.0	1.7	1.0	1.7
Sorbato de potasio	g	75.0	15.0	75.0	15.0	75.0	15.0	75.0	15.0
Envase (454g)	unid.	59.0	157.3	57.0	157.3	65.0	178.7	63.0	173.8
Sello termoencogible	unid.	59.0	6.8	57.0	6.9	65.0	7.8	63.0	7.7
<b>Total de costos</b>	L.		<b>1186.1</b>		<b>1186.2</b>		<b>1229.6</b>		<b>1224.6</b>
<b>Costo por unidad</b>	L.		<b>20.1</b>		<b>20.8</b>		<b>18.9</b>		<b>19.4</b>

Respecto al contenido de grasa y al rendimiento obtenido por cada uno de los tratamientos, se realizó un análisis de costos variables, se uso la presentación de queso Zamodelfia de 454 g. para el análisis. El tratamiento 3 (7% de grasa, 3 días de maduración) obtuvo el costo unitario más bajo 18.91 L., respecto a los demás A pesar de que los tratamientos bajos en grasa representan una reducción del 2,5% en el costo de la leche estandarizada su rendimiento (Cuadro 16) a comparación con los tratamientos elaborados con 7% de grasa es bajo y por este motivo obtienen un costo más alto.

## 5. CONCLUSIONES

- La reducción de grasa en el queso Zamodelfia significativamente aumento la acidez, disminuyo la textura, la intensidad blanca y la tonalidad amarilla del queso de acuerdo a los análisis físicos realizados.
- El contenido de grasa final para quesos elaborados a partir de 7 % de grasa fue 22.83 – 23.17%; y para los tratamientos que se elaboraron a partir de 5% de grasa fue 17.33 – 17.83%.
- Los panelistas prefieren un queso con menor acidez, una textura más dura y mayor contenido de grasa de acuerdo al análisis de correlación.
- La disminución de grasa y un periodo de maduración más prolongado disminuyen el rendimiento del queso Zamodelfia.
- La reducción de grasa en el queso Zamodelfia significo una disminución en el costo de la leche estandarizada, pero no en el costo unitario del producto debido al bajo rendimiento que tienen los quesos elaborado a partir de 5 % de grasa.
- El tiempo de maduración en el queso Zamodelfia afecto significativamente el rendimiento final, los tratamientos con 3 días de maduración obtuvieron mayor rendimiento que los tratamientos con 4 días de maduración.
- Todos los tratamientos se encontraron bajo el máximo permitido 10 UFC/g.

## 6. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio que evalué el efecto del contenido de sal y presión de homogenización en las características físico-químicas y sensoriales del queso Zamodelfia.
- Establecer el efecto del uso de aditivos y gomas en la textura del queso Zamodelfia con menor contenido de grasa.
- Medir el efecto de la reducción de la grasa en la vida útil del queso Zamodelfia.
- Realizar un estudio de mercado que determine la demanda, factibilidad financiera y rentabilidad, para justificar la producción de quesos reducidos en grasa en la planta de lácteos Zamorano.
- Entrenar un grupo de panelistas para la realización de análisis sensoriales más representativos en la determinación de diferencias entre productos.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

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

Banks, J. 1993. The technology of low-fat cheese manufacture (en línea). Consultado el 11 de Septiembre de 2008. Disponible en:  
<http://www3.interscience.wiley.com/journal/118807347/abstract?CRETRY=1&SRETRY=0>

Codex Alimentarius. 1973. Norma Internacional Individual del Codex para el Queso de Nata (crema) (Rahmfrischkäse) (en línea). Consultado el 15 de septiembre de 2008. Disponible en: [www.codexalimentarius.net/download/standards/216/CXS\\_C31s.pdf](http://www.codexalimentarius.net/download/standards/216/CXS_C31s.pdf)

DAIRY NATIONAL COUNCIL. 2008. Dairy products in human nutrition (en línea). Consultado el 4 de Septiembre de 2008. Disponible en:  
<http://www.nationaldairycouncil.org/nutrition/products/knowledge.aspx>

Kraft Foods. 2004. Philadelphia cream cheese history (en línea). Consultado el 29 de Agosto de 2008. Disponible en:  
<http://www.philadelphia.co.uk/philadelphia2/page?siteid=philadelphia2-prd&locale=uken1&PageRef=584>

Mistry, V. 2001. Low fat cheese technology (en línea). Consultado el 12 de Septiembre de 2008. Disponible en:  
<http://www.aginternetwork.net/whalecomwww.sciencedirect.com/whalecom0/science?ob=ArticleURL&udi=B6T7C-43MV5WK-S&user=2789858&rdoc=1&fnt=&orig=search&sort=d&view=c&acct=C000056118&version=1&urlVersion=0&userid=2789858&md5=8c194d8fd849b2ae09a8d6252223dcf2>

Phadungath, C. 2005. Cream cheese products: A review (en línea). Consultado el 5 de Septiembre de 2008. Disponible en:  
<http://www2.psu.ac.th/PresidentOffice/EduService/journal/27-1-pdf/18cream-cheese.pdf>

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

USDA (United States Department of Agriculture. 1994. USDA Specifications for Cream Cheese, Cream Cheese with other Foods, and Related Products (en línea). Consultado el 10 de Septiembre de 2008. Disponible en:  
<http://www.ams.usda.gov/AMSV1.0/getfile?dDocName=STELDEV3004555>

Wendin, K., Langton M., Caous L., Hall G. 2000. Dynamic analyses of sensory and microstructural properties of cream cheese (en línea). Consultado el 10 de Septiembre de 2008. Disponible en:

[http://www.aginternetwork.net/whalecomwww.sciencedirect.com/whalecom0/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6T6R-416K7G9-9&\\_user=2789858&\\_rdoc=1&\\_fint=&\\_orig=search&\\_sort=d&\\_view=c&\\_acct=C000056118&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=2789858&\\_md5=30aba92530711b3bbbc2d5220961d24d](http://www.aginternetwork.net/whalecomwww.sciencedirect.com/whalecom0/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T6R-416K7G9-9&_user=2789858&_rdoc=1&_fint=&_orig=search&_sort=d&_view=c&_acct=C000056118&_version=1&_urlVersion=0&_userid=2789858&_md5=30aba92530711b3bbbc2d5220961d24d)

Valencia F., Millán L., Restrepo C., Jaramillo Y. (2007). Efecto de Sustitutos de Grasa en las Propiedades Sensoriales y Texturales del Queso Crema (en línea). Consultado el 10 de Septiembre de 2008. Disponible en:

<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/695/69540104.pdf>

## 8. ANEXOS

302689

**Anexo 1.** Formato de evaluación sensorial.

**Queso Zamodelfia**  
**Prueba de preferencia**

**Instrucciones:** Marque con una X la evaluación que se merece cada muestra analizada en cada una de sus características.

1. Me disgusta mucho.
2. No me gusta.
3. No me gusta ni me disgusta.
4. Me gusta.
5. Me gusta mucho.

**Muestra: 092**

Apariencia	1	2	3	4	5
Aroma	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	5
Acidez	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5
Aceptación	1	2	3	4	5
General					

**Muestra: 315**

Apariencia	1	2	3	4	5
Aroma	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	5
Acidez	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5
Aceptación	1	2	3	4	5
General					

**Muestra: 229**

Apariencia	1	2	3	4	5
Aroma	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	5
Acidez	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5
Aceptación	1	2	3	4	5
General					

**Muestra: 163**

Apariencia	1	2	3	4	5
Aroma	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	5
Acidez	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5
Aceptación	1	2	3	4	5
General					

## Anexo 2. Cuadros del SAS para textura.

Sistema SAS Procedimiento GLM					
Variable dependiente: TEXTURA					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	15	93.95833333	6.26388889	75.17	<.0001
Error	8	0.66666667	0.08333333		
Total correcto	23	94.62500000			
	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	TEXTURA Media	
	0.992955	2.654484	0.288675	10.87500	
Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRT	3	84.12500000	28.04166667	336.50	<.0001

Sistema SAS Procedimiento GLM			
Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para TEXTURA			
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			0.083333
Valor crítico del rango estudentizado			4.52880
Diferencia significativa mínima			0.5337
Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	Número de observaciones	TRT
A	13.6667	6	4
B	11.1667	6	3
C	10.1667	6	1
D	8.5000	6	2

## Anexo 3. Cuadros del SAS para grasa.

Sistema SAS Procedimiento GLM					
Variable dependiente: GRASA					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	15	184.9583333	12.3305556	49.32	<.0001
Error	8	2.0000000	0.2500000		
Total correcto	23	186.9583333			
	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	GRASA Media	
	0.989302	2.464066	0.500000	20.29167	
Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRT	3	177.1250000	59.0416667	236.17	<.0001

Sistema SAS Procedimiento GLM			
Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para GRASA			
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			0.25
Valor crítico del rango estudentizado			4.52880
Diferencia significativa mínima			0.9244
Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	Número de observaciones	TRT
A	23.1667	6	4
A			
A	22.8333	6	3
B	17.8333	6	2
B			
B	17.3333	6	1

## Anexo 4. Cuadros del SAS para Color

Sistema SAS Procedimiento GLM					
Variable dependiente: L					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	15	0.98906250	0.06593750	3.67	0.0345
Error	8	0.14360000	0.01795000		
Total correcto	23	1.13266250			
	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	L Media	
	0.873219	0.144968	0.133978	92.41875	
Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRT	3	0.47064583	0.15688194	8.74	0.0066

Sistema SAS Procedimiento GLM					
Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para L					
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					0.01795
Valor crítico del rango estudentizado					4.52880
Diferencia significativa mínima					0.2477
Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.					
Tukey Agrupamiento		Media	Número de observaciones	TRT	
	A	92.61333	6	3	
	A				
	B A	92.49000	6	4	
	B				
	B	92.29500	6	2	
	B				
	B	92.27667	6	1	

Sistema SAS  
Procedimiento GLM

Variable dependiente: a

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	15	0.40425000	0.02695000	3.16	0.0528
Error	8	0.06833333	0.00854167		
Total correcto	23	0.47258333			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	a Media
0.855405	-65.62448	0.092421	-0.140833

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRT	3	0.04328333	0.01442778	1.69	0.2458

Sistema SAS

Procedimiento GLM

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para a

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	0.008542
Valor crítico del rango estudentizado	4.52880
Diferencia significativa mínima	0.1709

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	Número de observaciones	TRT
A	-0.07833	6	4
A	-0.13500	6	3
A	-0.15333	6	2
A	-0.19667	6	1

## Sistema SAS

## Procedimiento GLM

Variable dependiente: b

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	15	8.35619583	0.55707972	5.05	0.0132
Error	8	0.88266667	0.11033333		
Total correcto	23	9.23886250			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	b Media
0.904462	2.347246	0.332165	14.15125

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRT	3	4.26187917	1.42062639	12.88	0.0020

## Sistema SAS

## Procedimiento GLM

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para 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	8
Error de cuadrado medio	0.110333
Valor crítico del rango estudentizado	4.52880
Diferencia significativa mínima	0.6141

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	Número de observaciones	TRT
A	14.6017	6	3
A			
A	14.5417	6	4
B	13.7583	6	1
B			
B	13.7033	6	2

## Anexo 5. Cuadros del SAS para acidez

Sistema SAS					
Procedimiento GLM					
Variable dependiente: ACIDEZ					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	15	0.00311667	0.00020778	24.93	<.0001
Error	8	0.00006667	0.00000833		
Total correcto	23	0.00318333			
	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	ACIDEZ Media	
	0.979058	0.324051	0.002887	0.890833	
Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRT	3	0.00228333	0.00076111	91.33	<.0001

Sistema SAS			
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			8
Error de cuadrado medio			8.333E-6
Valor crítico del rango estudentizado			4.52880
Diferencia significativa mínima			0.0053
Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	Número de observaciones	TRT
A	0.903333	6	2
B	0.896667	6	1
C	0.885000	6	4
D	0.878333	6	3

## Anexo 5. Cuadros del SAS para análisis sensorial

Sistema SAS					
Procedimiento GLM					
Variable dependiente: APARIENCIA					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	15	32.5855556	2.1723704	3.42	<.0001
Error	284	180.1444444	0.6343114		
Total correcto	299	212.7300000			
	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	APA Media	
	0.153178	20.06138	0.796437	3.970000	
Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRT	3	19.22642643	6.40880881	10.10	<.0001

Sistema SAS				
Procedimiento GLM				
Medias de cuadrados mínimos				
TRT	APA LSMEAN	Error estándar	Pr >  t	Número LSMEAN
1	4.12500000	0.09386097	<.0001	1
2	3.55277778	0.08904433	<.0001	2
3	4.09722222	0.09386097	<.0001	3
4	4.15277778	0.09386097	<.0001	4
Medias de cuadrados mínimos para el efecto TRT				
Variable dependiente: APA				
i/j	1	2	3	4
1		<.0001	0.8344	0.8344
2	<.0001		<.0001	<.0001
3	0.8344	<.0001		0.6759
4	0.8344	<.0001	0.6759	

Sistema SAS					
Procedimiento GLM					
Variable dependiente: AROM					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	15	19.5022222	1.3001481	2.48	0.0019
Error	284	148.9777778	0.5245696		
Total correcto	299	168.4800000			
	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	AROM Media	
	0.115754	19.46967	0.724272	3.720000	
Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRT	3	10.52822823	3.50940941	6.69	0.0002

Sistema SAS				
Procedimiento GLM				
TRT	AROM LSMEAN	Error estándar	Pr >  t	Número LSMEAN
1	3.84722222	0.08535625	<.0001	1
2	3.47500000	0.08097605	<.0001	2
3	3.63888889	0.08535625	<.0001	3
4	3.95833333	0.08535625	<.0001	4
Medias de cuadrados mínimos para el efecto TRT				
Variable dependiente: AROM				
i/j	1	2	3	4
1		0.0017	0.0855	0.3581
2	0.0017		0.1647	<.0001
3	0.0855	0.1647		0.0086
4	0.3581	<.0001	0.0086	

Sistema SAS  
Procedimiento GLM

Variable dependiente: TEX

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	15	33.3966667	2.2264444	2.78	0.0005
Error	284	227.0833333	0.7995892		
Total correcto	299	260.4800000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	TEX Media
0.128212	24.03757	0.894198	3.720000

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRT	3	16.65315315	5.55105105	6.94	0.0002

Sistema SAS  
Procedimiento GLM

TRT	TEX LSMEAN	Error estándar	Pr >  t	Número LSMEAN
1	3.77777778	0.10538219	<.0001	1
2	3.33333333	0.09997432	<.0001	2
3	3.88888889	0.10538219	<.0001	3
4	3.90277778	0.10538219	<.0001	4

Medias de cuadrados mínimos para el efecto TRT

Variable dependiente: TEX

i/j	1	2	3	4
1		0.0024	0.4566	0.4023
2	0.0024		0.0002	0.0001
3	0.4566	0.0002		0.9258
4	0.4023	0.0001	0.9258	

Sistema SAS					
Procedimiento GLM					
Variable dependiente: ACI					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	15	29.7000000	1.9800000	3.72	<.0001
Error	284	151.2166667	0.5324531		
Total correcto	299	180.9166667			
	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	ACI Media	
	0.164164	20.36355	0.729694	3.583333	
Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRT	3	13.40795796	4.46931932	8.39	<.0001

Sistema SAS					
Procedimiento GLM					
TRT	Error ACI LSMEAN	Número estándar	Pr >  t	LSMEAN	
1	3.45833333	0.08599524	<.0001	1	
2	3.33888889	0.08158225	<.0001	2	
3	3.80555556	0.08599524	<.0001	3	
4	3.81944444	0.08599524	<.0001	4	
Medias de cuadrados mínimos para el efecto TRT					
Pr >  t  para H0: MediaLS(i)=MediaLSn(j)					
Variable dependiente: ACI					
i/j	1	2	3	4	
1		0.3145	0.0046	0.0032	
2	0.3145		0.0001	<.0001	
3	0.0046	0.0001		0.9092	
4	0.0032	<.0001	0.9092		

Sistema SAS					
Procedimiento GLM					
Variable dependiente: SAB					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	15	24.1541667	1.6102778	2.80	0.0005
Error	284	163.5125000	0.5757482		
Total correcto	299	187.6666667			
	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	SAB Media	
	0.128708	20.14462	0.758781	3.766667	
Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRT	3	12.59485736	4.19828579	7.29	<.0001

Sistema SAS				
TRT	SAB LSMEAN	Error estándar	Pr >  t	Número LSMEAN
1	3.70833333	0.08942317	<.0001	1
2	3.49583333	0.08483427	<.0001	2
3	3.91666667	0.08942317	<.0001	3
4	4.02777778	0.08942317	<.0001	4
Procedimiento GLM				
Medias de cuadrados mínimos				
Medias de cuadrados mínimos para el efecto TRT				
Pr >  t  para H0: MediaLS(i)=MediaLSn(j)				
Variable dependiente: SAB				
i/j	1	2	3	4
1		0.0858	0.1006	0.0121
2	0.0858		0.0007	<.0001
3	0.1006	0.0007		0.3804
4	0.0121	<.0001	0.3804	

Sistema SAS

Procedimiento GLM

Variable dependiente: AG

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	15	24.9033333	1.6602222	2.48	0.0019
Error	284	190.3333333	0.6701878		
Total correcto	299	215.2366667			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	AG Media
0.115702	21.86955	0.818650	3.743333

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRT	3	15.29054054	5.09684685	7.61	<.0001

Sistema SAS

Procedimiento GLM

TRT	Error AG LSMEAN	Error estándar	Número Pr >  t	LSMEAN
1	3.90277778	0.09647883	<.0001	1
2	3.38888889	0.09152785	<.0001	2
3	3.77777778	0.09647883	<.0001	3
4	3.95833333	0.09647883	<.0001	4

Medias de cuadrados mínimos para el efecto TRT

Variable dependiente: AG

i/j	1	2	3	4
1		0.0001	0.3604	0.6842
2	0.0001		0.0037	<.0001
3	0.3604	0.0037		0.1868
4	0.6842	<.0001	0.1868	

## Anexo 6. Cuadros del SAS para análisis de rendimiento

Sistema SAS Procedimiento GLM					
Variable dependiente: RENDIMIENTO					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	29.05216667	9.68405556	160.60	<.0001
Error	8	0.48240000	0.06030000		
Total correcto	11	29.53456667			
	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	RENDIMIENTO Media	
	0.983667	0.896807	0.245561	27.38167	
Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRT	3	29.05216667	9.68405556	160.60	<.0001

Sistema SAS Procedimiento GLM					
Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para RENDIMIENTO					
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				0.0603	
Valor crítico del rango estudentizado				4.52880	
Diferencia significativa mínima				0.6421	
Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.					
Tukey Agrupamiento	Media	Número de observaciones	TRT		
A	29.3967	3	3		
B	28.3267	3	4		
C	26.3200	3	1		
D	25.4833	3	2		