

**Desarrollo de un helado saborizado con
vainilla y canela con adición de galletas tipo
mantequilla**

Bismarck Antonio Martínez Téllez

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2008

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Desarrollo de un helado saborizado con vainilla y canela con adición de galletas tipo mantequilla

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

Presentado por:

Bismarck Antonio Martínez Téllez

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2008

Desarrollo de un helado saborizado con vainilla y canela con adición de galletas tipo mantequilla

Presentado por:

Bismarck Antonio Martínez Téllez

Aprobado:

Julio R. López, M.Sc.
Asesor Principal

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

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

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

RESUMEN

Martínez, B. 2008. Desarrollo de un helado saborizado con vainilla y canela con adición de galletas tipo mantequilla. Proyecto de graduación del programa de Ingeniería Agroindustrial. Zamorano, Honduras. 32p.

El helado es un postre consumido y reconocido mundialmente por su agradable sabor. El objetivo de este estudio fue desarrollar un helado saborizado con vainilla y canela con adición de galletas tipo mantequilla. Se utilizó una mezcla para helado de vainilla con tres concentraciones de canela (0.75%, 0.50%, 0.25%) siendo este el factor que determinó los tres tratamientos. El diseño experimental fue un arreglo de bloques completos al azar (BCA) con tres tratamientos y tres repeticiones, para un total de nueve unidades experimentales. Se realizó un análisis sensorial de aceptación donde se evaluaron los atributos de apariencia, textura, cremosidad, dulzura, sabor, aceptación general por medio de un panel de doce personas no capacitadas. Se realizó un análisis de preferencia con cien panelistas entre los tratamientos desarrollados. Se estudiaron las propiedades físicas (color, textura, porcentaje de sobreabundamiento) y propiedades químicas (acidez titulable como ácido láctico) de todos los tratamientos. Se realizó un análisis químico proximal para el helado de 0.75% de canela. Se realizó un análisis de costos marginales promedio de los tratamientos. Se detectaron diferencias significativas entre tratamientos para los atributos de apariencia, dulzura, y aceptación general teniendo mayor aceptación los tratamientos de 0.5% y 0.75% de canela. El análisis de preferencia demostró que estos tratamientos fueron estadísticamente iguales y de mayor preferencia con relación al tratamiento con 0.25% de canela. Se detectaron diferencias estadísticas significativas para las propiedades físicas de color (L^* , a^*). Se determinó la composición química del helado por medio de un análisis proximal para el tratamiento de 0.75% de canela. El análisis microbiológico determinó que los tratamientos se encontraron por debajo del límite legal permitido (≤ 10 UFC/mL). Los costos marginales promedio para el helado de canela fueron de L. 14.5 por litro.

Palabras claves: sobreabundamiento, preferencia

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de cuadros y figuras.....	v
Índice de Anexos.....	vi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	13
5. CONCLUSIONES	19
6. RECOMENDACIONES	20
7. BIBLIOGRAFÍA	21
8. ANEXOS	22

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro	Página
1. Composición del helado y productos similares.	3
2. Formulación para mezcla del helado.	9
3. Formulación del helado de canela, determinado por el grupo focal.....	9
4. Diseño experimental.....	11
5. Formulación del helado de canela.	13
6. Evaluación sensorial: Apariencia	13
7. Evaluación sensorial: Textura	14
8. Evaluación sensorial: Cremosidad	14
9. Evaluación sensorial: Dulzura.....	15
10. Evaluación sensorial: Sabor	15
11. Evaluación sensorial: Aceptación general.....	15
12. Análisis sensorial: Preferencia	16
13. Análisis de color: Valores L* a* b*	16
14. Análisis de textura	17
15. Análisis físicos: Sobreamiento	17
16. Acidez titulable como ácido láctico.	18
17. Análisis químico proximal del helado con 0.75% de canela.....	18
18. Análisis de coliformes totales.....	18
19. Análisis de costo marginal.....	19

Figura		Página
1.	Diagrama de flujo para el helado de canela	7

Anexo		Página
1.	Cuadro de SAS de análisis de color	24
2.	Cuadro de SAS de sobreabundancia	28
3.	Cuadro de SAS del análisis físico de textura.....	28
4.	Cuadro de SAS de análisis de preferencia.....	29
5.	Hoja de evaluación sensorial	30
6.	Análisis de preferencia	31

1. INTRODUCCIÓN

El helado es un postre consumido y reconocido mundialmente por su exquisito sabor siendo preferido por un sinnúmero de personas sin importar su edad. Este producto por sí solo juega un papel importante en las carteras de negocios dentro de las empresas lácteas.

De acuerdo a IDFA (2006), la producción para el consumo interno de los EE.UU. representa alrededor de 1.55 billones de galones con un incremento anual del 0.7%, sin tomar en cuenta las exportaciones que de acuerdo con el centro de investigación de mercados para la agricultura (AgMRC por sus siglas en inglés 2008), representan el 26.5 toneladas métrica, valoradas en 60 millones de dólares. Es por ello que la industria láctea se mantiene a la vanguardia en el desarrollo de nuevos sabores y mejora continua de las características y atributos de un helado de calidad.

Las nuevas tendencias indican la preferencia de los consumidores por nuevos sabores y combinaciones exóticas en helados para el mercado de América Latina. Por ello, a través de un grupo focal conformado por estudiantes entre 18-22 años de edad (consumidores regulares de helado Zamorano) se determinó que la combinación de vainilla y canela adicionadas con galletas es la alternativa que el consumidor desea tener disponible.

Según Bonilla (2003), el helado con galletas se introdujo por primera vez en 1983, subiendo inmediatamente al número cinco de la lista de sabores de helados más vendidos; tuvo el más rápido crecimiento de nuevos sabores en la historia de la industria del helado.

Según AgMRC (2008), dentro de los sabores de mayor consumo, el sabor a vainilla es el que encabeza la lista de helados y representa más del 30 % del mercado en el helado, seguido por el chocolate que representa alrededor de un 10%.

La canela es un saborizante y aromatizante natural; las propiedades medicinales de esta especia para problemas digestivos, acidez, vómitos, son reconocidos. Pensando en la percepción del consumidor, quien asocia la canela con beneficios a su salud se consideró a la canela como el complemento ideal para la nueva combinación de helado.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

- Desarrollar de un helado saborizado con vainilla y canela con adición de galletas tipo mantequilla.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar y desarrollar la formulación del helado de vainilla y canela con adición de galletas tipo mantequilla.
- Determinar el efecto de tres concentraciones de canela en las características sensoriales del helado.
- Caracterizar el helado por medio de las propiedades físico-químicas del helado de canela.
- Evaluar la calidad microbiológica del producto elaborado.
- Analizar la composición del helado de 0.75% de canela.
- Establecer el costo marginal promedio de los tratamientos evaluados.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 DEFINICIÓN DE HELADO

De acuerdo a Manhaut *et al.* (2004), el helado es un producto muy complejo que constituye un sistema alimentario cuádrifásico (emulsión, gel, suspensión y espuma). La espuma parcialmente congelada que contiene entre 50% o más de aire en el volumen. Las burbujas de aire son mantenidas en suspensión por la materia grasa que se encuentra emulsionada y por una red de cristales de hielo, estando todo ello disperso en una fase acuosa (continua), que contiene los azúcares, proteínas e hidrocoloides.

2.2 CLASIFICACIÓN DEL HELADO.

El helado se puede clasificar de acuerdo a su composición, tomando como característica algunos de los factores de importancia en el mismo como son: grasa, azúcar, emulsificantes y sólidos lácteos no grasos. En el Cuadro 1 se representan su clasificación de acuerdo a la composición de los helados.

Cuadro 1. Composición del helado y productos similares.

Categoría	Componentes			
	Grasa (%)	Sólidos lácteos no grasos (%)	Azúcar (%)	Emulsionante/estabilizante (%)
Helado <i>Premium</i>	15	10	17	0.3
Helado regular	10	11	14	0.5
Helado de leche	4	12	13	0.7
Sorbete	2	4	25	0.6
Polo	0	0	30	0.5

Fuente: Early (2000), adaptado por el autor.

2.3 COMPOSICIÓN DEL HELADO

2.3.1 Grasas

La materia grasa del helado puede tener distintas procedencias:

- De la leche (líquida o en polvo);
- De la nata o crema;
- Lactosuero deshidratado;
- De la mantequilla

Según Manhaut *et al.* (2004), la utilización de leche líquida o de nata, que son productos frescos, permiten la obtención de helados con características organolépticas superiores en la textura aportando untuosidad y sabor al producto debido al porcentaje de grasa que estas aportan.

De acuerdo a Bolliger *et al.* (2000), la grasa contribuye enormemente a la estructura del helado durante el congelamiento y el batido ya que forma una red parcialmente unida que interacciona con el aire y los cristales de hielo.

2.3.2 Sólidos lácteos no grasos

De acuerdo a Early (2000), los sólidos lácteos no grasos están constituidos por proteínas, lactosa y minerales de origen lácteo, su composición en los helados es muy variable. El principal de estos componentes son las proteínas que, además de su contribución al valor nutritivo determinan la capacidad de batido entre otras características físicas y sensoriales del helado. Además presentan interesantes propiedades funcionales como: interacción con algunos estabilizantes, estabilización de la emulsión grasa después de la homogenización, contribución con la estructura del helado, capacidad de retención de agua.

Los sólidos no grasos pueden influir también negativamente dando una estructura arenosa y debido a que la lactosa se cristaliza al saturar la mezcla. De acuerdo a productos lácteos (2001), la cristalización de la lactosa es favorecida por: altas temperaturas de almacenaje, fluctuaciones de temperaturas en el almacenamiento y alta concentración de azúcar en la fase acuosa. Se ha comprobado que este defecto por cristalización de lactosa puede evitarse si no se añaden más de 17 partes de sólidos lácteos no grasos por cada 100 partes de agua en la mezcla del helado.

2.3.3 Edulcorantes

Los edulcorantes que se encuentran dentro de la mezcla incluyendo la lactosa, incorporada como sólidos lácteos no grasos, representan el componente mayoritario de los sólidos del helado. Como lo afirma Manhaut *et al.* (2004), el contenido de azúcar produce un descenso en el punto de congelación y en consecuencia, una disminución de agua congelada, así como el aumento de la viscosidad, lo que inhibe el crecimiento de cristales de hielo y por ende la dureza del producto final.

2.3.4 Estabilizantes

De acuerdo Early (2000), los estabilizantes son los encargados de mantener los movimientos de agua, ya que estos forman una red tridimensional que atrapa e inmoviliza el agua. Especialmente el empleo de estabilizantes impide o retrasa la aparición de textura

arenosa que se origina a partir de los grandes cristales de hielo que se forman durante las fluctuaciones de temperatura durante el almacenamiento.

Los estabilizantes ejercen un efecto positivo sobre la textura y cuerpo del helado, imparten una viscosidad que contribuyen a la sensación de cremosidad. De acuerdo a Manhaut *et al.* (2004), los estabilizadores son generalmente gomas o hidrocoloides que se desplegan al tener contacto con agua, se hidratan y forman una red por el establecimiento de puentes de hidrógenos; de esta forma aumentan la viscosidad del medio y reducen la velocidad del crecimiento de los cristales.

Marshall (2008), manifiesta que los estabilizadores son polisacáridos que se introducen en las formulaciones para helados; a suaves estos deben de tener sabores neutros y limpios que no afecten los sabores del helado.

El estabilizador usado para la elaboración de los helados tiene en su composición: goma guar y goma xanthan. Según Early (2000), la goma guar es un galactomanano de la planta guar que se encuentra dentro de los estabilizantes más utilizados; puede impartir una gran consistencia al helado pero a la vez si se añade en gran cantidad puede causar una sensación pegajosa y textura gomosa no deseada en helados. Con lo que respecta a la goma xanthan, de acuerdo a Calvo (2008), esta goma es un exopolisacárido que tiene solubilidad en agua fría como en agua caliente, su viscosidad depende poco de la temperatura o el pH y trabaja en forma sinérgica con la goma guar.

2.3.5 Aire

De acuerdo a del Castillo (2008), el aire es otro ingrediente básico, que debe ser limpio y libre de microorganismos. Para conseguir mejor cuerpo y textura, las burbujas de aire en el helado deben ser menor a 100 micrómetros. Early (2000) afirma que las burbujas de aire se perciben como si fueran glóbulos grasos, aumentando la sensación de la cremosidad.

Cuando más cantidad de sólidos del helado mas cantidad de aire es incorporado. El contenido de aire se puede cuantificar por medio de un parámetro conocido como el sobreamiento. De acuerdo a Arbuckle (1977), existen dos métodos de calcular en porcentaje el sobre aumento: uno es por peso y otro es por volumen. En la siguiente ecuación se representa el cálculo por peso:

$$\text{sobreamiento} = \frac{P_m - P_h}{P_h} [1]$$

Donde:

P_m: peso de la mezcla,

P_h: peso del helado.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

La elaboración y evaluación de los tratamientos se llevó a cabo en la planta de procesamiento de productos lácteos. Las pruebas a escala piloto se realizaron en la planta agroindustrial de investigación y desarrollo (PAID). Los análisis físicos-químicos de las muestras se realizó en al laboratorio de análisis de alimentos (LAAZ). Los análisis sensoriales se realizaron en el laboratorio de análisis sensorial de alimentos. Todas las instalaciones antes descritas dentro de la Escuela Agrícola Panamericana en el departamento de Francisco Morazán, 30 km al este de Tegucigalpa, Honduras.

3.2 MATERIALES UTILIZADOS

3.2.1 Materiales

- Crema no pausterizada, estandarizada a 57% de grasa (Zamorano)
- Leche estandarizada al 3.5% de grasa (Zamorano)
- Leche descremada en polvo (Blue cow)
- Azúcar (Suprema)
- Estabilizador (UNIESTAB)
- Galletas mantequilla (Pozuelo)
- Canela (Badia)
- Saborizante a Vainilla (Sensient)
- Empaques de poliestireno (plásticos modernos)

3.2.2 Equipo

- Mezclador de sólidos Division of connell rice and sugar Co., Inc. Modelo 07- 091
- Tanque pasteurizador batch Creamery Package, modelo HT 99664
- Homogenizador APV A3
- Enfriador de placas A3
- Congeladora de helados Emery Thompson, modelo 40 BLT
- Colorflex HunterLab Diffuse model, The Color Managment Company®
- Instron model 4444 Instron corporation
- Digestor para proteína labconco
- Balanza EA 200
- Termómetros

3.3 ELABORACIÓN DE HELADO

3.3.1 Diagrama de flujo para elaborar el helado de canela.

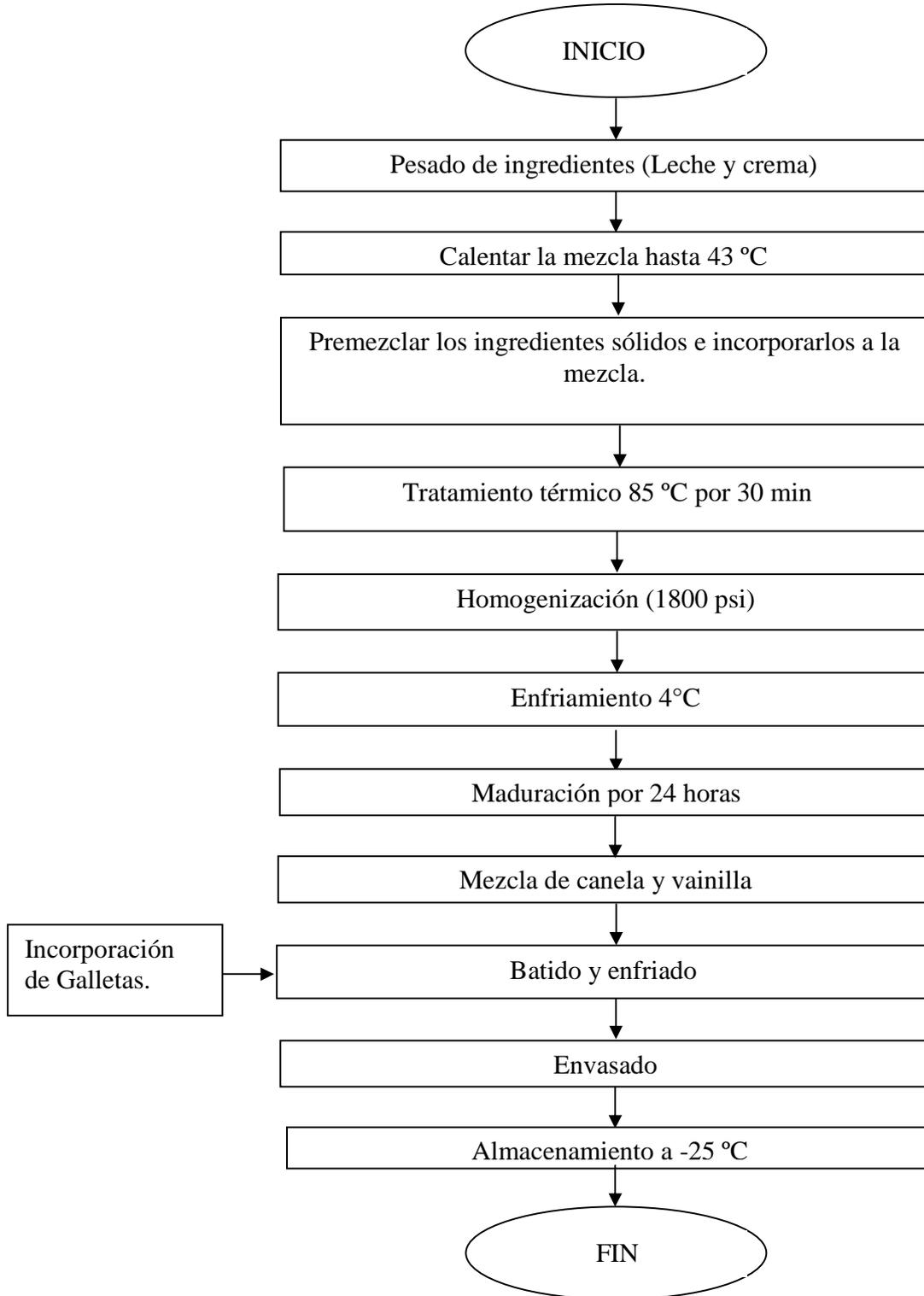


Fig. 1 Flujo para helado de canela.

3.3.2 Proceso de elaboración de helado

3.3.2.1 Pesado de ingredientes: Estos ingredientes son pesados de acuerdo a una estandarización para obtener una mezcla de 14 % de grasa láctea.

3.3.2.2 Calentar la mezcla de 43°C: Esta mezcla de leche y crema debe de ser calentada hasta 43°C para que los demás ingredientes sólidos puedan ser diluidos en la mezcla más fácilmente.

3.3.2.3 Premezcla de los ingredientes: Debe ser hecha para que la distribución de todos los ingredientes sólidos sea lo mas homogénea posible.

3.3.2.4 Tratamiento térmico: Se realiza un tratamiento térmico para eliminar los posibles patógenos que se puedan encontrar en la mezcla.

3.3.2.5 Homogenización: Se homogeniza la mezcla con una presión de 1800 psi.

3.3.2.6 Enfriamiento: Se enfría por medio de un intercambiador de calor para que salga con una temperatura de 4°C.

3.3.2.7 Maduración por 24 horas: Se almacena la mezcla por 24 horas en una cámara de refrigeración a 4°C.

3.3.2.8 Mezcla de la canela y vainilla: Se incorpora a la mezcla el saborizante de vainilla en una concentración del 1 % de saborizante de vainilla y la concentración de canela respectiva a cada tratamiento.

3.3.2.9 Batido y enfriado: Este proceso se realiza en la congeladora por tandas, con una cantidad de 10 kg de mezcla para helado, con un tiempo de batido de 3 y 11 minutos de congelado para que se obtenga un helado con un sobre aumento de 80%. Durante el batido y enfriado, 2 minutos antes de que la mezcla termine su tiempo, son agregadas las galletas tipo mantequilla a la mezcla del helado.

3.3.2.10 Envasado: Se envasó en envases de poliestireno con una capacidad de 1.7 litros de helado.

3.3.2.11 Almacenado: Se almacenó en un cuarto frío con una temperatura menor a los -25 °C.

3.3.3 Formulación de la mezcla para el helado

En el Cuadro 3 se muestra la formulación usada para la mezcla de helado de la planta de lácteos de Zamorano, siendo esta mezcla utilizada como base en la elaboración del helado de canela.

Cuadro 2. Formulación para mezcla del helado.

Ingredientes	Cantidad (kg)	Porcentaje (%)
Crema al 57% de grasa	16.32	16.32
Leche fluida al 3.5 % de grasa	66.88	66.88
Leche descremada en polvo	2.50	2.50
Azúcar	14.00	14.00
Estabilizador	0.30	0.30
Total	100.00	100.00

3.3.4 Formulación para el helado.

El grupo focal conformado por doce personas se reunió en tres ocasiones para determinar la concentración a la cual la canela brinda un sabor característico, la concentración determinada fue de 0.5%. Con base en ello se establecieron 3 concentraciones de canela que posteriormente se evaluaron en el estudio. El Cuadro 4 muestra la formulación del helado determinado por el grupo focal (0.5%) para una tanda de diez kilogramos de mezcla.

Cuadro 3. Formulación del helado de canela, determinado por el grupo focal.

Ingredientes	Cantidad (kg)	Porcentaje (%)
Mezcla para helado	10.00	93.94
Saborizante de Vainilla	0.10	0.90
Canela	0.05	0.46
Galletas mantequilla	0.50	4.70
Total	10.65	100.00

3.4 ANÁLISIS SENSORIAL

Con un grupo focal de doce personas, dentro de las cuales se encontraron estudiantes y empelados de Zamorano, se realizó un análisis sensorial a las pruebas a escala piloto para definir la concentración ideal de canela.

Se realizó un análisis sensorial de aceptación con un panel compuesto por 12 personas no entrenadas pero con alto nivel de experiencia en lácteos. Los atributos evaluados en el estudio fueron:

- Apariencia
- Textura
- Cremosidad
- Dulzura
- Sabor
- Aceptación general

Los panelistas evaluaron cada factor por medio de una escala hedónica de 5 puntos, siendo el punto 1 me disgusta mucho y 5 me gusta mucho.

Se realizó un análisis de preferencia para los tratamientos desarrollados, utilizando un panel de cien personas no entrenadas. El análisis tuvo lugar en el puesto de ventas de Zamorano.

3.5 ANÁLISIS FÍSICOS

Los análisis físicos fueron realizados en el laboratorio de análisis de alimentos de Zamorano. Se determinó cada característica utilizando el método que se detalla a continuación:

- Color: Colorflex Hunter L* a* b*.
- Textura: Instron 4444 con el acople de penetración
- Sobreamiento: Se calculó utilizando una relación peso a peso de la mezcla de helado como se presenta en la ecuación [1].

3.6 ANÁLISIS QUÍMICOS

Se realizó un análisis de acidez titulable en las mezclas para el helado. El método para titular se explica de la siguiente manera: obtener 9 g de muestra y agregarle 3 mL de fenolftaleína, titular hasta un color rosa pálido con una solución de hidróxido de sodio (0.1 N) y cuantificar la cantidad de hidróxido utilizada hasta que se obtiene esa coloración.

Se analizó el producto para poder caracterizar su composición química, realizando un análisis proximal del tratamiento elegido como preferido, para ello se utilizaron los siguientes métodos de análisis:

- Porcentaje de grasa: Hidrólisis ácida (AOAC método 922.06).
- Porcentaje de proteína: Kjeldahl (AOAC método 920.53/954.3).

- Porcentaje de humedad, por diferencia de peso por horneado (AOAC método 945.48).
- Porcentaje de cenizas (AOAC método 923.03).
- Porcentaje de carbohidratos por diferencia.

3.7 ANALISIS MICROBIOLÓGICOS.

Se realizó un análisis microbiológico usando como organismos indicadores coliformes totales. Para ello, se utilizó un medio VRBA a una temperatura de 32°C por 24 horas. Se estableció como parámetro la legislación del ministerio de salud de Honduras, que establece en un producto lácteo no puede contener más de 10 UFC/mL de coliformes.

3.8 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar (BCA), donde se evaluaron combinaciones de tres concentraciones de canela, con tres repeticiones para un total de nueve unidades experimentales (Cuadro 2).

Cuadro 4. Diseño experimental

Bloques (repeticiones)	0.75 % de canela TRT#1	0.5% de canela TRT#2	0.25% de canela TRT#3
1	Trt 1 R1	Trt 2 R1	Trt 3 R1
2	Trt 1 R2	Trt 2 R2	Trt 3 R2
3	Trt 1 R3	Trt 2 R3	Trt 3 R3

Los tratamientos se describen de la siguiente manera:

- **Trt 1:** Helado con una concentración de canela de 0.75%
- **Trt 2:** Helado con una concentración de canela de 0.5%
- **Trt 3:** Helado con una concentración de canela de 0.25%

3.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se realizó por medio del programa “Statistical Analysis Systems” (SAS®) versión 9.1 utilizando una separación de medias Tukey y un nivel de significancia de $P < 0.05$.

Para el análisis de preferencia se realizó una prueba de Chi-cuadrado para determinar si existían diferencias estadísticas entre los tratamientos, utilizando un nivel de significancia $P < 0.05$.

3.10 ANÁLISIS ECONÓMICO

Se evaluaron los costos marginales de producción de todos los tratamientos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 FORMULACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Los resultados reportados del grupo focal establecieron que la concentración de canela perceptible se encuentra en niveles de 0.20% y toleran como límite máximo 1.25%. Con esta información se establecieron los tratamientos (0.25%, 0.5%, 0.75%) evaluados en este estudio (Cuadro 5).

Cuadro 5. Formulación del helado de canela.

Ingrediente	TRT 1	%	TRT 2	%	TRT3	%
	(kg)		(kg)		(kg)	
Crema cruda (57% de grasa)	1.63	15.54	1.63	15.46	1.63	15.42
Leche fluida (3.5%)	6.68	63.69	6.68	63.38	6.68	63.23
Leche en polvo	0.25	2.38	0.25	2.38	0.25	2.37
Azúcar	1.40	13.39	1.40	13.28	1.40	13.25
Estabilizador	0.03	0.28	0.03	0.29	0.03	0.28
Galleta	0.50	4.78	0.50	4.74	0.50	4.73
Canela	0.02	0.24	0.05	0.47	0.07	0.71
Total	10.51	100.00	10.54	100.00	10.57	100.00

4.2 ANALISIS SENSORIAL

4.2.1 Apariencia

Se observó que los tratamientos de 0.50% y 0.75% de canela son iguales estadísticamente ($P > 0.05$). Los tratamientos de 0.75% y 0.25% fueron estadísticamente diferentes ($P < 0.05$). El color más intenso que presentan los tratamientos de 0.50% y 75% se debe a la mayor concentración de canela. Esta misma coloración, de acuerdo al análisis de color realizado, tiene un efecto directo en la intensidad de rojo; así como colores más oscuros.

Cuadro 6. Evaluación sensorial: Apariencia

Tratamiento	Media \pm D.E.*
0.75% de canela	4.39 \pm 0.77 ^a
0.50% de canela	4.19 \pm 0.58 ^a
0.25% de canela	3.75 \pm 0.90 ^b

*Medias con diferente letra, son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

4.2.2 Textura

Los panelistas no detectaron diferencias significativas en textura ya que los tratamientos tienen la misma cantidad de sobreauento así como la misma cantidad de galleta. En el Cuadro 7 se aprecia el análisis sensorial de textura ($P>0.05$).

Cuadro 7. Evaluación sensorial: Textura

Tratamiento	Media \pm D.E.*
0.75% de canela	4.17 \pm 0.40 ^a
0.50% de canela	4.11 \pm 0.35 ^a
0.25% de canela	4.07 \pm 0.32 ^a

* Medias con la misma letra, son estadísticamente iguales ($P>0.05$)

4.2.5 Cremosidad

Los panelistas no detectaron diferencias estadísticas significativas en cremosidad ($P>0.05$). Los tratamientos tenían la misma cantidad de grasa en las mezclas, sobreauento y cantidad de galletas, por tanto su aceptación para este atributo fue estadísticamente igual para todos los tratamientos (Cuadro 8).

Cuadro 8. Evaluación sensorial: Cremosidad

Tratamiento	Media \pm D.E.*
0.75% de canela	4.17 \pm 0.81 ^a
0.50% de canela	4.11 \pm 0.82 ^a
0.25% de canela	3.77 \pm 0.83 ^a

* Medias con diferente letra, son estadísticamente diferentes ($P<0.05$)

4.2.4 Dulzura

En el atributo de dulzura los panelistas detectaron diferencias estadísticas ($P<0.05$) entre los tratamientos con 0.75% y 0.5%.de canela Este atributo pudo ser influenciado de manera positiva por el color más oscuro que se presentan en estos dos tratamientos. Los panelistas consideraron que por tener el color más oscuro contenían más cantidad de azúcar y por tanto dieron una mayor calificación en este atributo.

Cuadro 9. Evaluación sensorial: Dulzura

Tratamiento	Media \pm D.E.*
0.75% de canela	4.36 \pm 0.76 ^a
0.50% de canela	4.27 \pm 0.77 ^{ab}
0.25% de canela	3.89 \pm 0.91 ^b

* Medias con diferente letra, son estadísticamente diferentes (P<0.05)

4.2.5 Sabor

Para el atributo sabor, el panel no determinó diferencias estadísticas (P>0.05) entre los tratamientos. La canela se adiciona en muy pequeñas concentraciones y por ser un panel no entrenado no reconoce las diferencias sutiles en intensidad.

Cuadro 10. Evaluación sensorial: Sabor

Tratamiento	Media \pm D.E.*
0.75% de canela	4.42 \pm 0.73 ^a
0.50% de canela	4.30 \pm 0.70 ^a
0.25% de canela	4.05 \pm 0.75 ^a

* Medias con la misma letra, son estadísticamente iguales (P>0.05)

4.2.6 Aceptación general

Para el atributo de aceptación general los tratamientos con 0.75% y 0.50% de canela son estadísticamente iguales (P>0.05), siendo estos los más aceptados. Los panelistas detectaron diferencias estadísticas entre los tratamientos de 0.75% y 0.25% de canela.

Cuadro 11. Evaluación sensorial: Aceptación general

Tratamiento	Media \pm D.E.*
0.75% de canela	4.38 \pm 0.73 ^a
0.50% de canela	4.28 \pm 0.70 ^{ab}
0.25% de canela	3.91 \pm 0.76 ^b

* Medias con diferente letra, son estadísticamente diferentes (P<0.05)

4.2.7 ANÁLISIS DE PREFERENCIA

Se analizaron los datos obtenidos (Cuadro 12), a través de una prueba de Chi- cuadrado mostrando diferencias estadísticas (P<0.05) entre los tratamientos. Se obtuvo una probabilidad de Chi cuadrado igual a 0.0005 obteniendo diferencias estadísticas entre los

tratamientos; dando como resultado que los tratamientos preferidos fueron 0.75 % y el 0.5% de canela.

Cuadro 12. Análisis sensorial: Preferencia

Tratamiento	Frecuencia
0.75% de canela	43 ^a
0.50% de canela	42 ^a
0.25% de canela	15 ^b

* Medias con diferente letra, son estadísticamente diferentes (P<0.05)

4.3 ANALISIS FÍSICOS

4.3.1 Color

En el Cuadro 13 se muestran los datos obtenidos del valor L* del producto, el cual determina la claridad y oscuridad del helado. Como resultado se observa que la luminosidad del tratamiento con 0.25% de canela es significativamente diferente (P<0.05) mas claro que los tratamientos de 0.75% y 0.50% de canela, esto debido a su menor concentración de canela.

El valor a* representa las intensidades de los colores rojo y verde. El Cuadro 13 muestra que el tratamiento de 0.25% de canela es diferente estadísticamente (P<0.05) a los tratamientos con 0.50% de canela y al tratamiento de 0.75% siendo menos rojo. Es decir que la concentración de canela determina la intensidad de rojo del helado de canela.

El valor b* nos muestra las intensidades de amarillo y azul. Para este valor no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos (P>0.05).

Al comparar el análisis sensorial con el análisis físico de color, se puede determinar que para el helado saborizado con vainilla y canela tiene mayor aceptación cuando su color corresponde a un helado menos claro y más rojo.

Cuadro 13. Analisis de color: Valores L* a* b*

Tratamiento	L*	a*	b*
	Media ± D.E.*	Media ± D.E.*	Media ± D.E.*
0.75% de canela	76.31 ± 0.55 ^b	3.84 ± 0.76 ^a	15.73 ± 1.48 ^a
0.50% de canela	77.98 ± 0.67 ^b	3.37 ± 0.15 ^a	15.46 ± 0.32 ^a
0.25% de canela	82.00 ± 0.97 ^a	1.90 ± 0.20 ^b	13.96 ± 0.28 ^a

* Medidas con diferente letra, son estadísticamente diferentes (P<0.05)

4.3.2 Textura

Para el análisis de textura no se observaron diferencias estadísticas ($P>0.05$) entre tratamientos, ya que al tener el mismo grado de sobreamiento y la misma cantidad de grasa, no se esperaba variación alguna entre los tratamientos. El análisis sensorial confirma esta igualdad.

Cuadro 14. Análisis de textura

Tratamiento	kN \pm D.E.*
0.75% de canela	0.00153 \pm 0.00005 ^a
0.50% de canela	0.00170 \pm 0.00010 ^a
0.25% de canela	0.00153 \pm 0.00005 ^a

* Medias con la misma letra, son estadísticamente iguales ($P>0.05$)

4.3.1 Sobreamiento

Se determinó el sobreamiento por medio de una relación peso a peso (ecuación 1). En el Cuadro 15 se observa que no existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Cuadro 15. Análisis físicos: Sobreamiento

Tratamiento	Media \pm D.E. *
0.75% de canela	81.60 \pm 1.5 ^a
0.50% de canela	80.00 \pm 2.6 ^a
0.25% de canela	79.33 \pm 2.8 ^a

* Medias con la misma letra, son estadísticamente iguales ($P>0.05$)

La incorporación del aire en la elaboración del helado se realiza durante el batido, para el cual en todos los tratamientos se estableció un tiempo de batido de 14 (10 kg de mezcla), con esto se obtuvo el sobreamiento deseado de 80%.

4.4 ANÁLISIS QUÍMICOS

4.4.1 Acidez titulable como ácido láctico.

En el Cuadro 16 se observa que para la acidez titulable no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P>0.05$).

Cuadro 16. Acidez titulable como ácido láctico.

Tratamiento	Acidez titulable*
0.75% de canela	0.16 ^a
0.50% de canela	0.16 ^a
0.25% de canela	0.16 ^a

*Medias con misma letra, son estadísticamente iguales (P>0.05)

4.4.2 Análisis químico proximal.

Se realizó un análisis proximal al tratamiento de 0.75% de canela, aunque no es diferente estadísticamente se seleccionó este tratamiento por tener una preferencia del 1% mayor que el helado de 0.5%. En el cuadro 17 se muestran los datos obtenidos.

Cuadro 17. Análisis químico proximal del helado con 0.75% de canela.

Componente	Porcentaje ± D.E.
Humedad	35.66 ± 0.3
Proteína cruda	3.32 ± 0.2
Grasa	11.86 ± 0.4
Cenizas	29.60 ± 0.2
Carbohidratos	20.10 ± 1.1

De acuerdo al Cuadro 1 el helado con concentración de 0.75% de canela estudiado con el análisis proximal se clasifica dentro de la categoría de un helado regular, ya que el porcentaje de grasa extraído es de 11.86 que esta dentro de esta clasificación.

4.5 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Se realizó análisis microbiológico de todos los tratamientos para el control de coliformes totales. Los resultados del análisis determinaron que en todos los tratamientos se reportaron con una carga menor a 10 UFC/ml de coliformes, el cual es determinado como límite legal por el ministerio de la salud pública de Honduras.

Cuadro 18. Análisis de coliformes totales

Tratamiento	UFC/ml
0.75% de canela	≤1
0.50% de canela	≤1
0.25% de canela	≤1

*Valores promedios de 3 repeticiones. Máximo permitido por ley en producto terminado (< 10 UFC/ ml).

4.6 ANÁLISIS DE COSTOS

Se realizó un análisis de costo marginal tomando en cuenta una tanda de helado equivalente a 10 kg de mezcla para helado. Los ingredientes y sus costos se encuentran detallados en el Cuadro 19. El costo total marginal promedio de producir un litro de helado de canela con 80% de sobreabundamiento es de L.14.50 en promedio. Con relación a ello se obtiene que el costo de producir 1.75 litros de helado en la presentación de la planta fue de L.25.00 Tomando en cuenta un utilidad neta del 80% se obtiene el precio sugerido para la venta que es de L.45.00.

Cuadro 19. Análisis de costo marginal

Ingredientes	Cantidad/ tanda	Costo unitario/ kg (L.)	Costo por tanda del TRT 1 (L.)	Costo por tanda del TRT 2(L.)	Costo por tanda del TRT 3(L.)
Crema cruda (57% de grasa)	1.63 kg	17.00	27.71	27.71	27.71
Leche fluida (3.5%)	6.68 kg	8.90	59.50	59.50	59.50
Leche en polvo	0.25 kg	90.46	22.62	22.62	22.62
Azúcar	1.4 kg	11.90	16.66	16.66	16.66
Estabilizador	0.003 kg	184.00	0.55	0.55	0.55
Galletas de mantequilla	0.5 kg	70	35.00	35.00	35.00
Canela	0.075 /0.05/0.025	175	13.13	8.75	4.34
Subtotal			175.17	170.83	166.49
Costos fijos (25%)			43.79	42.70	41.62
Costo Total			218.96	213.53	208.11
Costo total marginal promedio por litro de helado	L.14.50				
Costo de helado envase 1.7 litros	L.25.00		Precio de venta con 80% de utilidad		L.45.00

5. CONCLUSIONES

- Los tratamientos con 0.75% y 0.5% de canela presentaron mayores medias de aceptación en los atributos sensoriales de apariencia, dulzura y aceptación general.
- Los tratamientos con 0.5% y 0.75% de canela son los preferidos por los consumidores sin demostrar diferencia estadísticas entre sí.
- En el análisis de color se obtuvo diferencias en los valores de L* y a* en los tratamientos 0.75% y 0.50% con respecto al tratamiento de 0.25%, siendo los dos primeros más oscuros y más rojos que el tratamiento de 0.25%.
- El análisis proximal determinó que el producto desarrollado esta dentro de la categoría de helado regular, por su contenido de 11.86 % de grasa.
- Los análisis microbiológicos mostraron que todos los tratamientos están por debajo del limite máximo permitido (10 UFC/mL) de coliformes, de acuerdo al ministerio de salud de Honduras.
- El costo promedio para todos los tratamientos fue de L. 14.5 por litro de helado.

6. RECOMENDACIONES

- Elaborar un estudio completo de la vida de anaquel del producto.
- Realizar un estudio de mercado completo del producto.
- Elaborar de una etiqueta nutricional para el producto.

7. BIBLIOGRAFÍA

ARBUCKLE, W.S 1997. Ice cream. 3ra ed. Edit AVI Publishing Company. USA. 392p.

IDFA, 2006. Just the facts: ice cream sales and trends (en línea). Consultada el 18 de ago. 2008. Disponible en: <http://www.idfa.org/facts/icmonth/page2.cfm>

AGRICULTURAL MARKETING RESEARCH CENTER, 2008. Dairy product profile (en línea). Consultada el 20 de ago. 2008. Disponible en: <http://www.agmrc.org/agmrc/commodity/livestock/dairy/dairyproductsprofile.htm>

BONILLA, M. 2003. Efecto del porcentaje de grasa de la mezcla y la forma de adición de galletas en la elaboración de un helado de galletas de crema. Programa de graduación del programa ingeniería en agroindustria, Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras. 9p.

BOLLIGER S., GOFF H., THARP., 2000. Correlation between colloidal properties of ice cream mix and ice cream. International Dairy Journal 10 (2000) 303-309

CALVO, M. 2008. Goma xanthan (en línea). Consultado el 23 sep. 2008. Disponible en: <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/azucares/xantana.html>

CENTRO DE ESTUDIOS AGROPECUARIOS, 2001. Elaboración de helados. Edit Ibero América, S.A. México. 74p.

DEL CASTILLO, 2008. Producto lácteos (en línea). Consultado el 18 de sep. 2008. Disponible en: http://books.google.com/books?id=HUugK6Ep_JkC&pg=PA213&dq=helado&hl=es&sig=ACfU3U3G4xzmp7Lu1W1AritWJV7nPE1J8Q#PPA209,M1

EARLY, R. 1998. Tecnología de los productos lácteos. Helados y mousses. 2da ed. Edit Acribia. España. 309p.

MAHAUT M., JEANTET R., SCHUCK P., 2004. Productos lácteos industriales. Helados y postres helados. Edit Acribia. España. 152p.

MARSHALL, 2008. Ice cream (en línea). Consultado el 18 de sep. 2008. Disponible en: <http://books.google.es/books?id=DN9Ju6oiSWkC&printsec=frontcover&dq=ice+cream&sig=ACfU3U2nBbiG0leJyHM3J5GpNtth4umD-Q#PPA109,M1>

8. ANEXOS

Anexo 1. Cuadro de SAS de análisis de color

Sistema SAS		17		19:04 Saturday, September 11, 2008	
Procedimiento GLM					
Variable dependiente: l					
Fuente	Suma de DF	Cuadrado de cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	52.32544444	13.08136111	21.64	0.0057
Error	4	2.41777778	0.60444444		
Total correcto	8	54.74322222			
R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	l Media		
0.955834	0.987056	0.777460	78.76556		

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	4				
Error de cuadrado medio	0.604444				
Valor crítico del rango estudentizado	5.04024				
Diferencia significativa mínima	2.2624				
Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.					
Tukey Agrupamiento	Media	N	trt		
A	82.0033	3	Trt3		
B	77.9833	3	Trt2		
B					
B	76.3100	3	Trt1		

Sistema SAS		19			
19:04 Saturday, September 11, 2008					
Procedimiento GLM					
Variable dependiente: a					
Fuente	Suma de DF	Cuadrado de cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	6.44571111	1.61142778	6.92	0.0438
Error	4	0.93131111	0.23282778		
Total correcto	8	7.37702222			
R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	a Media		
0.873755	15.89568	0.482522	3.035556		

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	4		
Error de cuadrado medio	0.232828		
Valor crítico del rango estudentizado	5.04024		
Diferencia significativa mínima	1.4041		
Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	N	trt
A	3.8367	3	Trt1
A	3.3667	3	Trt2
B	1.9033	3	Trt3

Sistema SAS		21	
19:04 Saturday, September 11, 2008			
Procedimiento GLM			
Variable dependiente: b			
Fuente	Suma de DF	Cuadrado de cuadrados	la media F-Valor Pr > F
Modelo	4	7.82644444	1.95661111 3.26 0.1395
Error	4	2.40137778	0.60034444
Total correcto	8	10.22782222	
R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	b Media
0.765211	5.146779	0.774819	15.05444

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	4		
Error de cuadrado medio	0.600344		
Valor crítico del rango estudentizado	5.04024		
Diferencia significativa mínima	2.2547		
Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	N	trt
A	15.7333	3	Trt1
A			
A	15.4667	3	Trt2
A			
A	13.9633	3	Trt3

Sistema SAS 26
19:04 Saturday, September 11, 2008

Procedimiento GLM

Nivel de -----l-----a-----b-----							
trt	N	Media	Dev std	Media	Dev std	Media	Dev std
Trt1	3	76.3100000	0.55072679	3.83666667	0.75870504	15.7333333	1.48358799
Trt2	3	77.9833333	0.66890458	3.36666667	0.15307950	15.4666667	0.31973948
Trt3	3	82.0033333	0.96624704	1.90333333	0.19857828	13.9633333	0.28041636

Anexo 2. Cuadro de SAS de sobreamiento

The GLM Procedure					
Dependent Variable: sobreamiento					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	17.35111111	4.33777778	0.58	0.6958
Error	4	30.01777778	7.50444444		
Corrected Total	8	47.36888889			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	sobreamiento Mean	
	0.366298	3.411015	2.739424	80.31111	

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for sobreamiento			
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			7.504444
Critical Value of Studentized Range			5.04024
Minimum Significant Difference			7.9717
Means with the same letter are not significantly different.			
Tukey Grouping	Mean	N	trt
A	81.600	3	trt1
A			
A	80.000	3	trt2
A			
A	79.333	3	trt3

Anexo 3. Cuadro de SAS del análisis físico de textura

Sistema SAS
19:42 Saturday, September 11, 2008
Procedimiento GLM
Variable dependiente: instron

Fuente	Suma de DF	Cuadrado de cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	5.7777778E-8	1.4444444E-8	1.86	0.2818
Error	4	3.1111111E-8	7.7777778E-9		
Total correcto	8	8.888889E-8			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	instron	Media
0.650000	5.550527	0.000088		0.001589

Procedimiento GLM

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para instron

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	4
Error de cuadrado medio	7.778E-9
Valor crítico del rango estudentizado	5.04024
Diferencia significativa mínima	0.0003

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	Trt
A	0.00170000	3	Trt2
A	0.00153333	3	Trt1
A	0.00153333	3	Trt3

Anexo 4. Cuadro de SAS de análisis de preferencia

The FREQ Procedure					
trt	Frequency	Percent	Test Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
trt1	43	43.00	33.30	42	42.00
trt2	42	42.00	33.30	85	85.00
trt3	15	15.00	33.30	100	100.00

Chi-Square Test for Specified Proportions	
Chi-Square	15.1553
DF	2
Pr > ChiSq	0.0005

Sample Size = 100

Anexo 5. Hoja de evaluación sensorial

Hoja de evaluación sensorial de helado de vainilla y canela con adicción de galletas tipo mantequilla.

Instrucciones: Encierre el número que merece la muestra en cada uno de los atributos que se describen en cada muestra

1. Me disgusta mucho
2. Me disgusta

3. No me gusta ni me disgusta

4. Me gusta

5. Me gusta mucho

Muestra 634

Apariencia	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	5
Creemosidad	1	2	3	4	5
Dulzura	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5
Aceptación general	1	2	3	4	5

Muestra 411

Apariencia	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	5
Creemosidad	1	2	3	4	5
Dulzura	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5
Aceptación general	1	2	3	4	5

Muestra 713

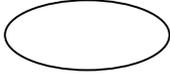
Apariencia	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	5
Creemosidad	1	2	3	4	5
Dulzura	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5
Aceptación general	1	2	3	4	5

Anexo 6. Análisis de preferencia

ANALISIS DE PREFERENCIA

HELADO DE VAINILLA Y CANELA, CON ADICCIÓN DE GALLETAS TIPO MANTEQUILLA

Instrucciones: Pruebe las tres muestras de derecha a izquierda y marque con una X en el cuadro la muestra que prefiere.



Muestra 129



Muestra 255



Muestra 332

- Por favor comente las razones de su preferencia
-