

**Evaluación del uso de concentrado de
proteína de suero y dos concentraciones de
grasa en helado de vainilla**

**Luis Desire Arévalo Pereira
Miguel Armando Zamora Castañeda**

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2011

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Evaluación del uso de concentrado de proteína de suero y dos concentraciones de grasa en helado de vainilla

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

Presentado por

Luis Desire Arévalo Pereira
Miguel Armando Zamora Castañeda

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2011

Evaluación del uso de concentrado de proteína de suero y dos concentraciones de grasa en helado de vainilla

Presentado por:

Luis Desire Arévalo Pereira
Miguel Armando Zamora Castañeda

Aprobado:

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Asesor Principal

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

Jorge Cardona, Ph.D.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

RESUMEN

Arévalo, L. y Zamora, M. 2011. Evaluación del uso de concentrado de proteína de suero y dos concentraciones de grasa en el helado de vainilla. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 35 p.

La búsqueda de fuentes proteicas económicamente viables para mejorar las características físicas-químicas y sensoriales ha sido objeto de estudio en los diferentes productos lácteos. El presente estudio se evaluó la sustitución de leche descremada en polvo por concentrado de proteína de suero (0, 25 y 50%) y dos diferentes concentraciones de sólidos grasos (12 y 14%) sobre las características físico-químicas y sensoriales del helado de vainilla. Se utilizó un arreglo factorial 3 X 2 en Bloques Completos al Azar en 3 repeticiones con 3 medidas repetidas en tiempo a los 0, 15 y 30 días. Las variables físico-químicas evaluadas fueron color, textura, acidez, velocidad de derretimiento y capacidad de batido. Se analizó el grado de aceptación de las características sensoriales de los tratamientos en cuanto a apariencia, aroma, sabor, dulzura, cremosidad, firmeza y aceptación general. Se realizó un análisis de preferencia a 100 panelistas con los dos tratamientos más aceptados y el control (0% de sustitución y 12% de sólidos grasos). Se realizaron conteos microbiológicos de coliformes y un análisis de costos marginales por tratamiento. Los tratamientos con 25% de sustitución de proteína de suero presentaron tasas de derretimiento menores, mayor firmeza y tonalidades más amarillentas. El tratamiento con 25% sustitución de proteína de suero y 14% de sólidos grasos presentó una mayor calificación en cuanto a cremosidad, firmeza y sabor así como una mayor aceptación general por parte de los panelistas. El tratamiento con 25% sustitución y 14% sólidos grasos fue significativamente mejor en el análisis de preferencia ($P < 0.05$) y su costo variable de producción es \$0.93/ litro.

Palabras clave: Capacidad de batido, fuentes proteicas, leche en polvo, sólidos grasos.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	iv
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
4 CONCLUSIONES.....	30
5 RECOMENDACIONES.....	31
6 LITERATURA CITADA.....	32
7 ANEXOS.....	34

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Formulaciones de tratamientos	4
2. Diseño experimental.....	7
3. Resultado de la variable apariencia en el análisis sensorial.....	8
4. Resultado de la variable aroma en el análisis sensorial.	9
5. Resultado de la variable sabor en el análisis sensorial.....	10
6. Resultado de la variable dulzura en el análisis sensorial.	11
7. Resultado de la variable cremosidad en el análisis sensorial.....	12
8. Resultado de la variable firmeza en el análisis sensorial.	13
9. Resultado de aceptación general en el análisis sensorial.	14
10. Resultado de color helado de vainilla.	16
11. Resultados de textura helado de vainilla.....	17
12. Resultados Capacidad de Batido.....	18
13. Velocidad de Derretimiento.	19
14. Resultados de acidez titulable expresada como ácido láctico (ATECAL).	22
15. Correlación de Pearson entre las variables analizadas en helado de vainilla.....	23
16. Correlación de las variables sensoriales sobre la aceptación del helado.	23
17. Interacción entre factores para las variables sensoriales al día 15.....	24
18. Interacción entre factores para las variables sensoriales al día 30.....	24
19. Interacción entre factores para color y textura al día 0.....	24
20. Interacción entre factores para color y textura al día 15.....	25
21. Interacción entre factores para color y textura al día 30.....	25
22. Resultados análisis de preferencia.	26
23. Resultados análisis microbiológicos.	27
24. Costos totales del estudio.....	28
25. Costos Variables de Formulación de Tratamientos 1, 2 y 3.	28
26. Costos Variables de Formulación de Tratamientos 4, 5 y 6.	29
27. Costos Variables y Rentabilidad Parcial por Tratamiento.	29
Figuras	Página
1. Análisis Acumulativo de Preferencia al Día 0.....	15
2. Curvas de Derretimiento Tratamientos con 12% de Sólidos Grasos.....	19
3. Curvas de Derretimiento Tratamientos con 14% de Sólidos Grasos.....	20
4. Curvas de Derretimiento con 0% de Adición de CPS.....	20
5. Curvas de Derretimiento con 25% de Adición de CPS.	21

Anexos	Página
1. Formato de la hoja de evaluación sensorial para el análisis de preferencia.	34
2. Formato de la hoja de evaluación sensorial para el análisis de aceptación.	35

1. INTRODUCCIÓN

El mercado actual de los helados es muy dinámico y es objeto de una constante demanda de nuevos productos con características originales en sabor, textura y cuerpo (Early 2000). Originándose la necesidad de mantenerse a la vanguardia en las formulaciones que generen las características que el mercado de interés requiere. El mercado estadounidense en los últimos años ha comenzado a demandar helados de yogur, helados con bajo contenido graso y sin azúcar; aumentando su producción desde un 0 a un 11 % en menos de 5 años. Abriendo una oportunidad para la utilización de otros aditivos como proteínas del suero o huevo para lograr alcanzar las características de cuerpo adecuadas y ofrecer productos de acuerdo a las condicionantes del mercado.

Debido a la composición de la matriz del helado, es un producto altamente nutritivo y energético, presentando rangos de contenido proteico de 12 a 16% y 3 a 4 veces más grasa que la leche entera. Además representa una de las fuentes más ricas en calcio, fósforo y otros minerales dentro de los productos lácteos. Las cantidades adicionales de lactosa presentes en el helado favorecen la asimilación de los mismos (Marshall *et al.* 2003). Las cantidades de grasa y proteína dentro la matriz influirán no sólo en las propiedades nutricionales, también tendrán un gran impacto en las características funcionales del alimento.

De acuerdo a Early (2000), el origen de los sólidos grasos utilizados influirá enormemente en la estructura del helado durante el congelamiento. Bolliger (2000), menciona que el batido de la grasa forma una red parcialmente unida que interactúa con el aire y los cristales de hielo. Manhaute (2004) menciona que la utilización de grasa proveniente de leche fresca y crema resulta en helados con características organolépticas superiores de textura y sabor. En cuanto a las proteínas, Revilla (1996), menciona que su contenido determina la capacidad de batido de la mezcla, aumenta la interacción de los estabilizantes dentro de la misma promoviendo emulsiones más estables después de la homogenización, contribuyendo a la estructura y capacidad de retención de agua.

La leche descremada en polvo, es la fuente de proteína adicionada comúnmente utilizada en la producción de helados, sin embargo, su utilización representa costos superiores comparados con otras fuentes proteicas menos comunes, debido a la falta de una industria establecida en la región y altos costos de importación. El aprovechamiento de materiales subutilizados como el suero de leche, subproducto de la elaboración de quesos, cobra importancia en la búsqueda de procesos más eficientes. En los últimos años a través de técnicas de microfiltración, se ha logrado obtener concentrados de proteína de suero, los cuales están empezando a ser utilizados a todos los niveles de la industria. Lim y Swanson (2007), evaluaron el efecto de concentrado de proteína de suero (36% de proteína cruda)

sobre el cuerpo y textura de helados bajos en grasa, obteniendo una mejora en la capacidad de batido, mezclas más estables, mejor dureza y menor estabilidad al derretimiento en aquellos tratamientos con alto grado de adición de proteína. Sin embargo, Lowe (1946), menciona que la presencia de grupos sulfhidrilo acidificantes, provenientes de la adición de altas cantidades proteicas, acerca a la matriz al punto isoeléctrico de las proteínas reduciendo interacciones de agua-caseína. Goff y Kinsella (1988), encontraron que la utilización de concentrado de proteína de suero en un 20% de sustitución de leche en polvo, contribuye a la estabilidad de la emulsión, reduciendo la tensión interfacial entre lípidos y agua, adecuada formación de cristales y helados más secos durante el congelamiento.

La adición de proteínas de suero ha sido enfocada al reemplazo de los sólidos grasos y azúcares en la formulación de helados dietéticos, debido a que los consumidores perciben la estabilidad del aire incorporado como partículas de grasa promoviendo la cremosidad (Early 2000). Es por ello que la evaluación de la interacción entre el contenido graso y el incremento del contenido proteico, cobra importancia cuando se quiere alcanzar características organolépticas superiores.

El objetivo primordial de este estudio es evaluar la viabilidad de la sustitución de la leche descremada en polvo por concentrado de proteína de suero en dos concentraciones de sólidos grasos, analizando las propiedades físico-químicas, sensoriales y microbiológicas del helado producido en la planta de lácteos de Zamorano. Evaluar el nivel de aceptación en el mercado así como la variabilidad de los costos de producción al adicionar concentrado de proteína de suero disponible en el mercado. El presente estudio permitió la realización de los siguientes objetivos:

- Evaluar la interacción del contenido graso y proteína en las propiedades físico-químicas y sensoriales del helado a través del tiempo
- Establecer el efecto de la adición de proteínas del suero sobre la capacidad de batido y tasa de derretimiento del helado.
- Evaluar la viabilidad del grado de sustitución de leche descremada en polvo por concentrado de proteína de suero.
- Determinar los costos variables de cada tratamiento evaluado.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación. El estudio se realizó en 3 diferentes localidades. La elaboración del helado, pruebas de ATECAL, porcentaje de grasa y análisis microbiológicos se llevaron a cabo dentro de las instalaciones de la planta de lácteos de Zamorano. Análisis de textura, color y prueba de derretimiento se llevaron a cabo en el laboratorio de análisis de alimentos de Zamorano (LAAZ). El análisis sensorial de aceptación fue realizado en el laboratorio de análisis sensorial de la universidad, mientras que el análisis de preferencia tuvo lugar en el puesto de ventas de la misma. Todas las localidades ubicadas a 30 Km de la Ciudad de Tegucigalpa.

Ingredientes para elaboración de helado de vainilla. Leche semidescremada 2% de grasa, crema al 35 y 40% de grasa, azúcar (sacarosa), leche descremada en polvo (emulsificante), goma Guar como estabilizador y saborizante artificial de vainilla, todos obtenidos indirectamente de los proveedores en la planta de lácteos. Concentrado de proteína de suero, ESPRION 300[®] (30% de proteína de suero) obtenido a través de ASEAL Honduras, distribuidor de CHR HANSEN en Centro América.

Maquinaria y equipo utilizado. Balanza analítica y digital, tanque pasteurizador, homogeneizador, cuarto frío (4°C), máquina para hacer helados, cámara de congelación (-18° C).

Proceso de elaboración del helado. La formulación utilizada para la elaboración del helado fue basada en las recomendaciones de Revilla (1996), detallando los porcentajes de ingredientes utilizados en base al porcentaje de grasa requerido. Se establecieron las formulaciones para 6 diferentes tratamientos, realizando modificaciones en cuanto al porcentaje de leche descremada en polvo. Se realizaron sustituciones de 0, 25 y 50 % del requerimiento total de leche en polvo por concentrado de proteína de suero (30% de proteína cruda).

Se estandarizó cada tratamiento de acuerdo a los niveles de sólidos grasos utilizados en el estudio (12 y 14 %), utilizando leche semidescremada (2% grasa) y crema cruda (35-40% grasa), produciendo 6 tandas de 25 kg de mezcla por repetición. A continuación se detalla los porcentajes de ingredientes de cada tanda:

Cuadro 1. Formulaciones de tratamientos

Ingredientes ¹	Mezcla 12% grasa			Mezcla 14% grasa			
	Sustitución	0%	25%	50%	0%	25%	50%
Leche Estandarizada		83.2	83.2	83.2	83.2	83.2	83.2
Azúcar		14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0
Leche en Polvo ²		2.5	1.9	1.3	2.5	1.9	1.3
CPS ³		0.0	0.6	1.3	0.0	0.6	1.3
Estabilizador ⁴		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

1= cantidades de cada ingrediente es expresada como porcentaje.

2= De acuerdo al % de sustitución de leche descremada en polvo por concentrado de proteína de suero (0, 25 y 50%)

3= CPS= Concentrado de proteína de suero 4= Goma Guar.

Se pesaron los ingredientes de cada tratamiento y se estandarizo la leche al 12% y 14%, de sólidos grasos. La leche estandarizada se introdujo dentro de la marmita o tanque pasteurizador y se elevó la temperatura de la misma a 32° C, se procedió a agregar los sólidos a la mezcla de manera paulatina para evitar la aglutinación de las partículas (especialmente de leche descremada en polvo y concentrado de proteína) y obtener una mezcla uniforme y homogénea. La mezcla fue pasteurizada 85° C por 30 minutos. Se homogenizo a 250 Kpa de presión utilizando un homogeneizador de dos etapas. Los tratamientos fueron madurados dentro del cuarto frio a 4° C durante 24 horas permitiendo que el estabilizante interactúe dentro de la matriz. Después se agregó saborizante de vainilla (4 ml/Kg de mezcla) a todos los tratamientos y fueron batidos hasta alcanzar 100 % de sobre aumento. Finalmente se procedió a envasar y congelar el producto a -18° C.

Babcock AOAC 933.05. La medición del porcentaje de grasa de cada tratamiento se realizó utilizando el método de Babcock modificado (Revilla 1996). Se pesó 9 gramos de crema en un butirómetro de 50% de sólidos grasos. Se adicionaron 10 ml de agua precalentada a 60° C, 9 ml de ácido sulfúrico y se procedió a mezclar. Cada muestra fue centrifugada por 5 minutos, después se adicionó agua a 60° C hasta alcanzar el nivel del cuello del butirómetro y se centrifugó por 2 minutos, se volvió agregar agua a 60° C hasta el nivel máximo del butirómetro y se centrifugó por 1 minuto. Luego se procedió a tomar la lectura.

Acidez titulable expresada como ácido láctico (ATECAL). Se determinó el porcentaje de acidez titulable expresada como ácido láctico en cada tratamiento en base al procedimiento descrito por Revilla (2000). Se pesaron 9 gr de muestra a los cuales se agregó 3 ml de fenolftaleína como reactivo. Con la ayuda de una bureta y un erlenmeyer se procedió a titular las muestras utilizando Hidróxido de Sodio 0.1 N hasta obtener un

cambio de color de blanco a rosa pálido en la muestra. La cantidad de hidróxido utilizada para lograr dicho cambio en ml es el porcentaje de ácido láctico presente en la muestra.

Sobre aumento. El porcentaje de sobre aumento es definido como la cantidad de aire incorporado a la mezcla del helado durante el batido y congelamiento inicial (Revilla 1996). Se procedió a tomar lecturas de sobre aumento, pesando la cantidad de mezcla equivalente al volumen de la presentación comercial de Zamorano de 190 ml. La fórmula a los 0, 5 y 10 minutos de iniciar el batido. La fórmula utilizada para calcular dicho porcentaje propuesta por Revilla (1996) y Early (2000), se detalla a continuación:

$$\% \text{ Sobre aumento} = \frac{\text{Peso de Helado} - \text{Peso de Mezcla}}{\text{Peso de Mezcla}} \times 100$$

Prueba de Derretimiento. Se realizaron pruebas de derretimiento de cada tratamiento a los 0, 15 y 30 días. Se realizó bajo condiciones controladas de temperatura, luz y humedad relativa para evitar variaciones. Se pesó 25 g de muestra y se colocó dentro de un embudo de plástico. Con una probeta se midió el volumen derretido cada 5 minutos durante 90 minutos aproximadamente.

Textura. Se evaluó la firmeza de cada tratamiento a los 0, 15 y 30 días. Se utilizó un texturómetro Brookfield CT-3 con un acople circular de 25 mm de diámetro previamente refrigerado. Se realizó penetración máxima de 20 mm en la muestra a una velocidad de 2 mm/s. La firmeza del helado es expresada como la fuerza máxima alcanzada (Newtons) durante la penetración.

Color. La medición de color fue realizada utilizando un colorímetro Hunter L*a*b, donde L se expresa en una escala de 0 a 100 donde 0 es negro y 100 blanco, “a” expresado de -60 (verde) hasta +60 (rojo) y “b” es expresado desde -60 (azul) hasta +60 (amarillo) (Magariños y Bauzá 2010). Dichas mediciones fueron realizadas a los 0, 15 y 30 días.

Análisis microbiológicos. Los análisis microbiológicos se llevaron a cabo dentro del laboratorio de calidad de la leche de la planta de lácteos de Zamorano. Se utilizó el método de cuantificación de coliformes totales utilizando VRBA como medio de cultivo, sembrando las muestras mediante la técnica de vertido e incubando a 35° C durante 24 horas (Leiva 2006). Luego se procedió a realizar los conteos microbiológicos los cuales no deben sobrepasar los 10 ufc/ml de muestra (Early 2000).

Análisis sensorial de aceptación. Se llevaron a cabo 3 pruebas de aceptación a los 0, 15 y 30 días de elaborado el producto, con un grupo de 20 panelistas no entrenados, utilizando una escala hedónica de 9 puntos, siendo 1 me disgusta extremadamente y 9 me gusta extremadamente. Además se reunió a cada grupo de panelistas y se procedió a

explicar atributos evaluados en los cuales hubiese cierto grado de incertidumbre como cremosidad de las muestras. Las características evaluadas fueron:

- Apariencia
- Aroma
- Sabor
- Dulzura
- Cremosidad
- Firmeza
- Aceptación general

Análisis de Preferencia. Se realizó una prueba de preferencia seleccionando los dos mejores tratamientos basado en un análisis acumulativo de preferencia al día 0. Se tomó una muestra de 100 panelistas en el puesto de ventas de Zamorano utilizando la formulación actual de la planta como control.

Selección de los tratamientos. Se eligieron porcentajes de 25 y 50% de sustitución ya que a estas concentraciones no se muestran cambios en las características sensoriales del producto. Arriba de 50% el sabor a suero se acentúa demasiado creando un rechazo por los consumidores. Altas concentraciones de proteína de suero se produce un aumento de acidez en la mezcla después del tratamiento térmico, causando menor resistencia a derretimiento e inestabilidad en la matriz (Lowe 1946; Walstra *et al.* 1999).

Se eligieron porcentajes de 12 y 14% de grasa en el helado. Arriba del 16% el efecto sobre la percepción del sabor, cuerpo y apariencia por parte de los panelistas no es significativo (Marshall *et al.* 2003). Valores arriba del 16% de sólidos grasos quedan restringidos para mercados gourmet.

Análisis estadístico. Se evaluaron 6 tratamientos, 3 niveles de sustitución de concentrado de proteína de suero (0, 25 y 50%) en combinación con 2 concentraciones de grasa (12 y 14%) bajo un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con arreglo factorial 3x2 con medidas repetidas en tiempo (0, 15 y 30 días).

Los análisis estadísticos se llevaron a cabo mediante el programa “Statistical Analysis System” (SAS)[®] 9.1, realizando un análisis de varianza (ANDEVA) y una separación de media Tukey con un nivel de significancia de $P < 0.05$. Para los análisis de preferencia se realizó un Test de Friedman para determinar si existían diferencias significativas entre los tratamientos con un nivel de significancia $P < 0.05$.

Cuadro 2. Diseño experimental

		Concentrado de proteína de suero (%)		
		0	25	50
	12	TRT 1	TRT 2	TRT 3
Grasa (%)	14	TRT 4	TRT 5	TRT 6

Análisis económico. Se analizaron los costos marginales de cada tratamiento tomando en cuenta los costos variables unitarios y del empaque. Se determinó cuál de ellos presentó mayor margen de rentabilidad para la planta de lácteos de Zamorano.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Apariencia. En el cuadro 3 se puede observar las puntuaciones dadas para cada tratamiento en cuanto a apariencia. Se pudo observar cambios en la aceptación de los tratamientos 1 y 2 a través del tiempo, esto debido a factores externos de la investigación tales como cambios en percepción del panelista provocados por su estado de ánimo, estado fisiológico entre otros (Lawless y Hildegard 1999). Para el día 0 se presentó igual aceptación para todos los tratamientos excepto el tratamiento 2. En el día 15 no se presentaron diferencias significativas ($p>0.05$) entre los tratamientos. Los panelistas encontraron diferencias significativas ($p<0.05$) entre tratamientos en el día 30, concordando con los resultados obtenidos del análisis físico de color. Cabe mencionar que los tratamientos 3, 5 y 6 no presentaron cambios significativos en la percepción de los panelistas a través del tiempo, esto se puede deber a la estabilidad que genera la interacción de los péptidos con propiedades estabilizantes, presentes en el concentrado de proteína de suero y la matriz del helado (Chang *et al.* 2002).

Cuadro 3. Resultado de la variable apariencia en el análisis sensorial.

Tratamientos	Apariencia		
	Día 0 \pm D.E.	Día 15 \pm D.E.	Día 30 \pm D.E.
TRT 1 (0% suero, 12% grasa)	7.6 \pm 1.2 ^{a(xy)}	7.7 \pm 0.8 ^{a(x)}	7.1 \pm 1.2 ^{b(y)}
TRT 5 (25% suero, 14% grasa)	7.6 \pm 0.9 ^{a(x)}	7.7 \pm 0.8 ^{a(x)}	7.8 \pm 0.9 ^{a(x)}
TRT 6 (50% suero, 14% grasa)	7.5 \pm 1.1 ^{a(x)}	7.6 \pm 0.8 ^{a(x)}	7.5 \pm 1.2 ^{ab(x)}
TRT 4 (0% suero, 14% grasa)	7.4 \pm 1.0 ^{a(x)}	7.6 \pm 0.9 ^{a(x)}	7.6 \pm 1.0 ^{ab(x)}
TRT 3 (50% suero, 12% grasa)	7.4 \pm 0.9 ^{a(x)}	7.5 \pm 0.9 ^{a(x)}	7.3 \pm 1.3 ^{ab(x)}
TRT 2 (25% suero, 12% grasa)	6.4 \pm 0.9 ^{b(y)}	7.4 \pm 0.9 ^{a(x)}	7.5 \pm 1.1 ^{ab(x)}
CV(%)	14.3	10.4	15.4

Tratamientos seguidos de diferente letra ab en cada columna son significativamente diferentes ($P<0.05$).

Tratamientos seguidos de diferente letra (xy) en cada fila son significativamente diferentes ($P<0.05$).

Escala: 1= Me disgusta extremadamente 9= Me gusta extremadamente. Media \pm D.E. Desviación estándar.

Aroma. El cuadro 4 presenta los resultados de percepción de los panelistas en cuanto al aroma. Se pudo observar que al día 0 el tratamiento 5 fue significativamente diferente a los tratamientos 6, 4, 3 y 2 debido a una posible interacción de péptidos cortos provenientes del concentrado de proteína de suero en interacción con la producción de ácidos grasos volátiles. Welty y Marshall (2000), encontraron diferencia significativas en aroma entre dos diferentes concentraciones de sólidos grasos, debido a la presencia de compuestos volátiles como el 2, 5 dimetil y el 3,2 dimetil-propil (determinados por cromatografía de gases). Sin embargo, es importante mencionar que valores mayores de sustitución (>25% de suero) producen aromas más intensos que son menos aceptados por los panelistas. A su vez, se observa que no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos después del día 0 debido a posibles pérdidas de compuestos volátiles. El tratamiento 1 y 5 no presentaron diferencias significativas a través del tiempo debido a la percepción de cada panelista.

Cuadro 4. Resultado de la variable aroma en el análisis sensorial.

Tratamientos	Aroma		
	Día 0 ± D.E.	Día 15 ± D.E.	Día 30 ± D.E.
TRT 1 (0% suero, 12% grasa)	7.1 ± 1.3 ^{ab(x)}	6.9 ± 1.0 ^{a(x)}	6.9 ± 1.3 ^{a(x)}
TRT 5 (25% suero, 14% grasa)	7.6 ± 0.9 ^{a(x)}	7.2 ± 0.9 ^{a(x)}	7.4 ± 1.0 ^{a(x)}
TRT 6 (50% suero, 14% grasa)	6.8 ± 0.9 ^{b(y)}	7.2 ± 0.9 ^{a(xy)}	7.3 ± 1.2 ^{a(x)}
TRT 4 (0% suero, 14% grasa)	6.7 ± 1.3 ^{b(y)}	7.2 ± 1.2 ^{a(xy)}	7.4 ± 1.1 ^{a(x)}
TRT 3 (50% suero, 12% grasa)	6.6 ± 1.0 ^{b(y)}	7.2 ± 0.9 ^{a(x)}	7.1 ± 1.2 ^{a(xy)}
TRT 2 (25% suero, 12% grasa)	6.5 ± 0.9 ^{b(y)}	7.2 ± 1.1 ^{a(x)}	7.2 ± 1.3 ^{a(x)}
CV (%)	12.9	12.8	16.5

Tratamientos seguidos de diferente letra ab en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).

Tratamientos seguidos de diferente letra (xy) en cada fila son significativamente diferentes (P<0.05).

Escala: 1= Me disgusta extremadamente 9= Me gusta extremadamente. Media ± D.E. Desviación estándar.

Sabor. El cuadro 5 muestra los resultados en cuanto a la aceptación de los panelistas a la variable sabor. Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos a los 0, 15 y 30 días debido a la variabilidad que existe entre una persona y otra en cuanto a percepción y la frecuencia de consumo. La presencia de concentrado de proteína de suero presentó una sinergia con los sólidos grasos dentro los tratamientos resaltando sabores tales como sabor a cocido y la intensidad en el paladar lográndose una mejor aceptación del tratamiento 5 al día 0 (p<0.05) (Young 2007). El tratamiento 2 presentó diferencias

significativas a través del tiempo debido a la influencia de factores fisiológicos y psicológicos por parte de los panelistas.

Cuadro 5. Resultado de la variable sabor en el análisis sensorial.

Tratamientos	Sabor		
	Día 0 ± D.E.	Día 15 ± D.E.	Día 30 ± D.E.
TRT 1 (0% suero, 12% grasa)	6.8 ± 0.9 ^{b(x)}	6.7 ± 1.0 ^{b(x)}	6.5 ± 1.3 ^{c(x)}
TRT 5 (25% suero, 14% grasa)	7.8 ± 0.8 ^{a(x)}	7.5 ± 1.0 ^{a(x)}	7.4 ± 1.1 ^{ab(x)}
TRT 6 (50% suero, 14% grasa)	6.8 ± 1.0 ^{b(x)}	7.2 ± 1.0 ^{ab(x)}	7.1 ± 1.1 ^{ab(x)}
TRT 4 (0% suero, 14% grasa)	7.1 ± 1.0 ^{b(x)}	7.4 ± 0.9 ^{a(x)}	7.5 ± 0.9 ^{a(x)}
TRT 3 (50% suero, 12% grasa)	7.2 ± 0.8 ^{b(x)}	7.4 ± 1.1 ^{a(x)}	7.3 ± 0.9 ^{ab(x)}
TRT 2 (25% suero, 12% grasa)	6.4 ± 1.0 ^{c(y)}	7.4 ± 0.9 ^{a(x)}	6.9 ± 1.0 ^{bc(y)}
CV (%)	14.9	12.7	15.8

Tratamientos seguidos de diferente letra ab en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).

Tratamientos seguidos de diferente letra (xy) en cada fila son significativamente diferentes (P<0.05).

Escala: 1= Me disgusta extremadamente 9= Me gusta extremadamente. Media ± D.E. Desviación estándar.

Dulzura. El cuadro 6 muestra que los tratamientos presentaron diferencias significativas (p<0.05) a los 0, 15 y 30 días. La adición de concentrado de proteína de suero incrementa la intensidad de la dulzura en los productos lácteos (Young 2007). Álvarez y Wolters (2004), demostraron mediante el uso de panelistas entrenados que la adición de proteína en helados tiene un efecto en el incremento de la intensidad de la dulzura del mismo. Sin embargo, dentro del estudio la percepción de los panelistas afectó la aceptación de los tratamientos a través del tiempo debido a que no se contaron con panelistas entrenados los cuales fueron más susceptibles a cambios fisiológicos y psicológicos respecto a su evaluación ((Lawless y Hildegarde 1999). El tratamiento 1 no presentó cambios en el tiempo debido a la afinidad que presentan las micelas de caseína con los glóbulos grasos (Walstra *et al.* 1999). El tratamiento 3 no presentó diferencias significativas a través del tiempo, debido una relación grasa: proteína mayor, permitiendo mejor estabilidad, debido a las propiedad estabilizante de la proteína presente en la mezcla (Chang *et al.* 2002).

Cuadro 6. Resultado de la variable dulzura en el análisis sensorial.

Tratamientos	Dulzura		
	Día 0 ± D.E.	Día 15 ± D.E.	Día 30 ± D.E.
TRT 1 (0% suero, 12% grasa)	6.5 ± 0.9 ^{cd(x)}	6.4 ± 0.9 ^{b(x)}	6.5 ± 0.7 ^{b(x)}
TRT 5 (25% suero, 14% grasa)	7.7 ± 0.9 ^{a(x)}	7.4 ± 0.8 ^{a(xy)}	7.1 ± 1.0 ^{a(y)}
TRT 6 (50% suero, 14% grasa)	6.8 ± 0.9 ^{bc(x)}	7.2 ± 0.9 ^{a(xy)}	6.7 ± 0.9 ^{ab(y)}
TRT 4 (0% suero, 14% grasa)	6.7 ± 1.0 ^{c(y)}	6.9 ± 1.0 ^{ab(xy)}	7.1 ± 0.9 ^{a(x)}
TRT 3 (50% suero, 12% grasa)	7.2 ± 1.0 ^{ab(x)}	7.2 ± 0.9 ^{a(x)}	7.0 ± 0.9 ^{a(x)}
TRT 2 (25% suero, 12% grasa)	6.1 ± 0.8 ^{d(y)}	7.0 ± 0.8 ^{a(x)}	6.9 ± 0.8 ^{ab(xy)}
CV(%)	13.3	13.3	13.4

Tratamientos seguidos de diferente letra ab en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).

Tratamientos seguidos de diferente letra (xy) en cada fila son significativamente diferentes (P<0.05).

Escala: 1= Me disgusta extremadamente 9= Me gusta extremadamente. Media ± D.E. Desviación estándar.

Creemosidad. El cuadro 7 muestra diferencias significativas en cuanto a aceptación entre los tratamientos. El tratamiento 5 fue el más aceptado en los días 0 y 30. De lo anterior se puede inferir que el contenido de concentrado de proteína de suero tuvo un efecto sobre la percepción de cremosidad de los helados concordando con Early (2000), quien menciona que la proteína de suero ayuda a la estabilización del contenido de aire dentro del helado promoviendo la percepción de cremosidad en los consumidores. *et al.* (2002) menciona que la adición de cualquier sólido con propiedades emulsificantes dentro de las concentraciones adecuadas permitirá una mejor estabilidad de los glóbulos de aire realzando su cremosidad.

Se observaron diferencias significativas en la aceptación de los panelistas en el día 30, producto del cambio de la matriz del helado y reducción de la estabilidad de las partículas, debido a fluctuaciones de temperatura en almacenamiento.

Cuadro 7. Resultado de la variable cremosidad en el análisis sensorial.

Tratamientos	Cremosidad		
	Día 0 ± D.E.	Día 15 ± D.E.	Día 30 ± D.E.
TRT 5 (25% suero, 14% grasa)	7.9 ± 0.9 ^{a(xy)}	7.8 ± 0.7 ^{a(x)}	7.6 ± 0.8 ^{a(x)}
TRT 3 (50% suero, 12% grasa)	7.4 ± 1.1 ^{b(xy)}	7.5 ± 0.9 ^{a(x)}	6.9 ± 1.0 ^{b(y)}
TRT 6 (50% suero, 14% grasa)	7.2 ± 0.9 ^{b(xy)}	7.4 ± 0.6 ^{ab(x)}	7.1 ± 0.7 ^{b(y)}
TRT 4 (0% suero, 14% grasa)	6.9 ± 0.9 ^{bc(y)}	7.5 ± 0.8 ^{a(x)}	7.1 ± 0.9 ^{b(xy)}
TRT 1 (0% suero, 12% grasa)	7.6 ± 0.7 ^{dc(x)}	6.6 ± 0.7 ^{c(x)}	6.5 ± 0.9 ^{c(x)}
TRT 2 (25% suero, 12% grasa)	6.4 ± 0.7 ^{d(y)}	7.1 ± 0.8 ^{b(x)}	6.8 ± 0.9 ^{bc(x)}
CV (%)	12.8	7.9	13.9

Tratamientos seguidos de diferente letra ab en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).

Tratamientos seguidos de diferente letra (xy) en cada fila son significativamente diferentes (P<0.05).

Escala: 1= Me disgusta extremadamente 9= Me gusta extremadamente. Media ± D.E. Desviación estándar.

Firmeza. El cuadro 8 muestra que existieron diferencias significativas entre los tratamientos a los 0, 15 y 30 días (p<0.05). Se pudo observar una interacción entre el porcentaje de suero y los sólidos totales presentes en la mezcla, provocando un aumento del grado de aceptación por parte de los panelistas a los 0 y 15 días en los tratamientos 5, 6 y 3. Según Revilla (1996), la concentración de proteína afecta directamente la estructura del helado y su capacidad de retención de agua haciéndolo más estable durante en el almacenamiento cuando no existen fluctuaciones en temperatura. De igual forma se pudo observar que los tratamientos no experimentaron cambios significativos a través del tiempo, concordando con los resultados de análisis físicos de textura. Existió una interacción media entre la firmeza percibida por los panelistas y la variable física de textura, debido a que el tiempo de exposición del helado al ambiente fue mucho más prolongada durante la evaluación sensorial que durante el análisis de textura.

Cuadro 8. Resultado de la variable firmeza en el análisis sensorial.

Tratamiento	Firmeza		
	Día 0 ± D.E.	Día 15 ± D.E.	Día 30 ± D.E.
TRT 5 (25% suero, 14% grasa)	7.7 ± 0.9 ^{a(x)}	7.6 ± 0.7 ^{a(x)}	7.3 ± 1.4 ^{a(x)}
TRT 3 (50% suero, 12% grasa)	7.1 ± 0.9 ^{b(x)}	7.2 ± 0.8 ^{b(x)}	7.0 ± 0.9 ^{ab(x)}
TRT 6 (50% suero, 14% grasa)	6.9 ± 0.8 ^{b(x)}	7.2 ± 0.7 ^{b(x)}	7.1 ± 0.8 ^{a(x)}
TRT 4 (0% suero, 14% grasa)	6.8 ± 0.9 ^{bc(x)}	6.8 ± 0.8 ^{b(x)}	6.9 ± 0.9 ^{ab(x)}
TRT 2 (25% suero, 12% grasa)	6.4 ± 0.6 ^{c(y)}	6.9 ± 0.6 ^{b(x)}	6.6 ± 0.8 ^{b(y)}
TRT 1 (0% suero, 12% grasa)	6.3 ± 0.9 ^{c(x)}	6.3 ± 0.6 ^{c(x)}	6.1 ± 0.8 ^{c(x)}
CV (%)	15.9	10.4	14.9

Tratamientos seguidos de diferente letra ab en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).

Tratamientos seguidos de diferente letra (xy) en cada fila son significativamente diferentes (P<0.05).

Escala: 1= Me disgusta extremadamente 9= Me gusta extremadamente. Media ± D.E. Desviación estándar.

Aceptación general. El cuadro 9 muestra que se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos a los 0, 15 y 30 días, siendo el tratamiento 5 con 25% de sustitución de concentrado de proteína de suero y 14% de sólidos grasos el más aceptado a través del tiempo sin cambios significativos dentro del mismo, debido a la interacción existente entre los sólidos grasos y el contenido proteico de la mezcla realzando las características sensoriales de cremosidad y firmeza, las cuales presentaron un alto grado de correlación con la aceptación general de los panelistas (cuadro 16). Se puede concluir que el 25% de sustitución de leche descremada en polvo por concentrado de proteína fue el umbral para obtener los mejores resultados de dicha interacción sin afectar el resto de atributos sensoriales. La aceptación general se vio afectada presentando una disminución de los valores y diferencias significativas en el día 30.

Cuadro 9. Resultado de aceptación general en el análisis sensorial.

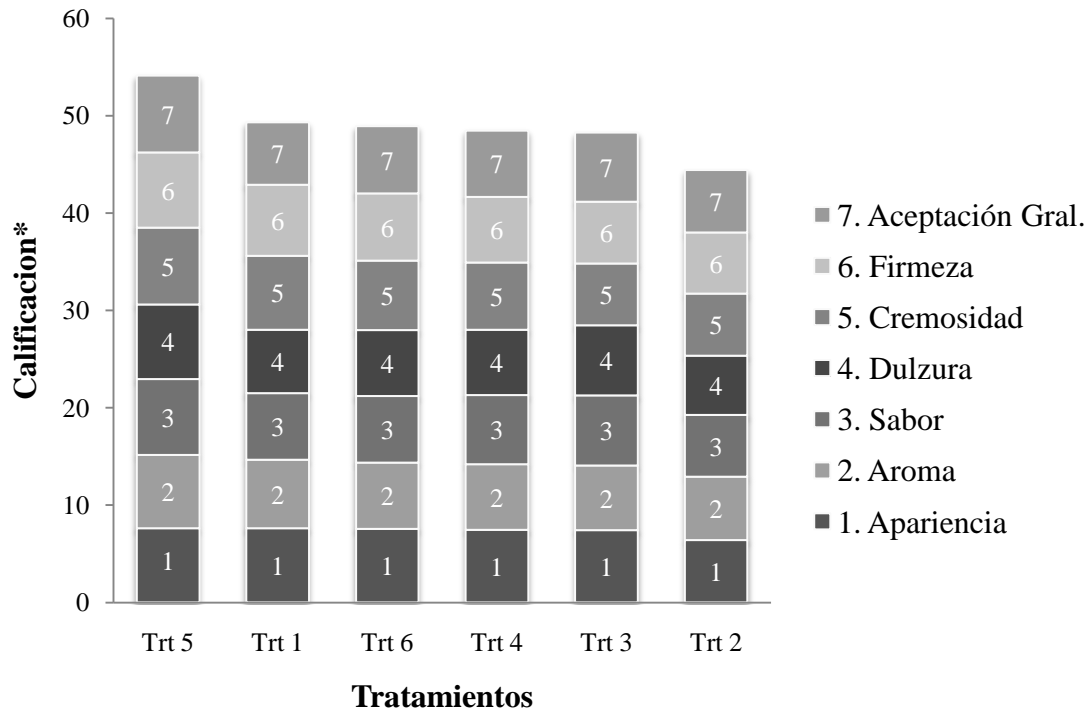
Tratamientos	Aceptación General		
	Día 0 ± D.E.	Día 15 ± D.E.	Día 30 ± D.E.
TRT 5 (25% suero, 14% grasa)	7.9 ± 1.0 ^{a(x)}	7.9 ± 0.7 ^{a(x)}	7.7 ± 0.7 ^{a(x)}
TRT 3 (50% suero, 12% grasa)	7.1 ± 0.8 ^{b(x)}	7.4 ± 0.8 ^{b(x)}	7.2 ± 0.9 ^{b(x)}
TRT 6 (50% suero, 14% grasa)	6.9 ± 0.9 ^{b(y)}	7.3 ± 0.6 ^{b(x)}	7.0 ± 0.7 ^{bc(xy)}
TRT 4 (0% suero, 14% grasa)	6.8 ± 0.7 ^{b(x)}	7.1 ± 0.7 ^{bc(x)}	7.1 ± 0.9 ^{bc(x)}
TRT 1 (0% suero, 12% grasa)	6.4 ± 0.7 ^{c(x)}	6.6 ± 0.6 ^{c(x)}	6.4 ± 0.8 ^{d(x)}
TRT 2 (25% suero, 12% grasa)	6.3 ± 0.6 ^{c(z)}	7.1 ± 0.7 ^{b(x)}	6.8 ± 0.7 ^{cd(y)}
CV (%)	12.1	8.7	12.5

Tratamientos seguidos de diferente letra ab en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).

Tratamientos seguidos de diferente letra (xy) en cada fila son significativamente diferentes (P<0.05).

Escala: 1= Me disgusta extremadamente 9= Me gusta extremadamente. Media ± D.E. Desviación estándar.

Análisis acumulativo de Preferencia. Se llevó a cabo un análisis acumulativo de preferencia en el cual se pudo observar el efecto global de la percepción de los panelistas sobre cada tratamiento en función de todas las características evaluadas. La figura 1 muestra que el tratamiento 5 (14% grasa y 25% de sustitución) fue el que presentó una calificación acumulada mayor al resto, seguido del tratamiento 6 (14% grasa y 50% de sustitución). Sin embargo, la diferencia que presentó el tratamiento 6 con respecto a los tratamiento 4 (14% grasa y 0% sustitución) y 3 (12% grasa y 50% sustitución) fue mínima, observándose en el cuadro 9 que los tratamientos 6, 4 y 3 fueron estadísticamente similares. De acuerdo a lo anterior, se seleccionaron los tratamientos 5 y 6 para ser evaluados contra la formulación de la planta (12% grasa y 0% sustitución) en el análisis de preferencia.



*= sumatoria de medias de las variables sensoriales evaluadas

Figura 1. Análisis Acumulativo de Preferencia al Día 0

Análisis físico de color. El cuadro 10 detalla los resultados de color en escala $L^* a^* b$ para cada uno de los tratamientos. Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los mismos. Se pudo observar que a medida aumentaba la adición de concentrado de proteína de suero y grasa, disminuyeron los valores en L . La adición de sólidos totales se reflejó en una reducción de la transmitancia lumínica, viéndose reflejado en aquellos tratamientos con mayor contenido de proteína y sólidos grasos.

En cuanto al valor b , se pudo observar una marcada relación entre el aumento de la tonalidad amarillenta ($b+$) y el grado sustitución del concentrado de proteína de suero, siendo los tratamientos 3 y 6 los que reportaron valores más altos a los 0,15 y 30 días. Sin embargo, la adición de grasa tuvo un efecto en el incremento de b a través del tiempo, debido a la presencia de beta-carotenos (provitamina A) en la fracción lipídica (Hui 2006). Así mismo, se puede observar un oscurecimiento general de los tratamientos y un aumento en las tonalidades amarillas acercándose al día 30, debido a posibles cambios dentro de la estructura de los helados. Se puede observar en los resultados que los panelistas no demostraron aceptación significativamente diferente entre los tratamientos. Así mismo no existe una correlación entre la percepción de los panelistas y los resultados de color del análisis físico ya que los panelistas se basaron muy poco ($r = 0.52$) en el color de los tratamientos para establecer su aceptación general, además los panelistas no pueden detectar cambios tan sutiles en comparación con el colorímetro.

Cuadro 10. Resultado de color helado de vainilla.

Tratamientos	L* ± D.E.		
	Día 0	Día 15	Día 30
TRT 1 (0% suero, 12% grasa)	90.2 ± 0.3 ^{a(x)}	90.3 ± 0.5 ^{a(xy)}	89.3 ± 0.3 ^{a(y)}
TRT 2 (25% suero, 12%grasa)	89.4 ± 0.1 ^{a(x)}	89.4 ± 0.3 ^{bc(y)}	88.4 ± 0.5 ^{b(y)}
TRT 3 (50% suero, 12% grasa)	88.6 ± 0.7 ^{b(x)}	88.5 ± 0.2 ^{d(x)}	88.6 ± 0.4 ^{c(y)}
TRT 4 (0% suero, 14% grasa)	90.2 ± 0.4 ^{a(x)}	89.8 ± 0.9 ^{ab(x)}	89.8 ± 0.4 ^{ab(x)}
TRT5 (25% suero, 14% grasa)	88.8 ± 0.3 ^{b(x)}	88.7 ± 0.5 ^{cd(x)}	88.5 ± 0.4 ^{c(y)}
TRT6 (50% suero, 14% grasa)	87.7 ± 0.9 ^{c(x)}	87.5 ± 0.2 ^{e(x)}	86.7 ± 0.3 ^{d(y)}
CV (%)	0.6	0.6	0.6
Tratamientos	a* ± D.E.		
	Día 0	Día 15	Día 30
TRT 1 (0% suero, 12% grasa)	0.4 ± 0.1 ^{a(x)}	0.1 ± 0.2 ^{d(x)}	0.9 ± 0.3 ^{b(x)}
TRT 2 (25% suero, 12%grasa)	1.3 ± 0.1 ^{b(x)}	0.1 ± 0.1 ^{cd(x)}	1.1 ± 0.1 ^{b(x)}
TRT 3 (50% suero, 12% grasa)	0.5 ± 0.1 ^{ab(y)}	0.2 ± 0.1 ^{ab(x)}	0.7 ± 0.1 ^{ab(y)}
TRT 4 (0% suero, 14% grasa)	0.5 ± 0.4 ^{ab(y)}	0.1 ± 0.1 ^{bc(x)}	0.8 ± 0.2 ^{b(y)}
TRT5 (25% suero, 14% grasa)	0.4 ± 0.2 ^{a(y)}	0.1 ± 0.1 ^{cd(x)}	0.9 ± 0.2 ^{b(x)}
TRT6 (50% suero, 14% grasa)	0.3 ± 0.0 ^{a(y)}	0.5 ± 0.1 ^{a(y)}	0.5 ± 0.1 ^{a(x)}
CV (%)	24.1	44.8	17.7
Tratamientos	b* ± D.E.		
	Día 0	Día 15	Día 30
TRT 1 (0% suero, 12% grasa)	13.2 ± 0.4 ^{d(y)}	13.9 ± 0.6 ^{c(y)}	13.2 ± 0.6 ^{d(x)}
TRT 2 (25% suero, 12%grasa)	14.3 ± 0.9 ^{cd(x)}	14.1 ± 0.6 ^{c(x)}	13.9 ± 0.9 ^{cd(x)}
TRT 3 (50% suero, 12% grasa)	15.3 ± 1.1 ^{b(y)}	15.9 ± 0.4 ^{b(xy)}	16.3 ± 0.5 ^{b(x)}
TRT 4 (0% suero, 14% grasa)	13.6 ± 0.2 ^{cd(y)}	14.4 ± 0.6 ^{c(x)}	14.6 ± 0.4 ^{bc(x)}
TRT5 (25% suero, 14% grasa)	14.4 ± 0.4 ^{c(y)}	14.6 ± 0.4 ^{c(y)}	15.3 ± 1.2 ^{b(x)}
TRT6 (50% suero, 14% grasa)	17.6 ± 1.5 ^{a(x)}	18.0 ± 1.5 ^{a(x)}	17.4 ± 0.7 ^{a(x)}
CV (%)	5.9	5.2	5.1

Tratamientos seguidos de diferente letra ab en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).

Tratamientos seguidos de diferente letra (xy) en cada fila son significativamente diferentes (P<0.05).

Análisis de textura. El cuadro 11 muestra que existieron diferencias significativas dentro de los tratamientos (p<0.05) en cuanto a firmeza del helado, a medida que aumenta la cantidad de proteína presente se obtiene mayor firmeza, ya que las proteínas ayudan a mejorar la estabilidad del helado y a mantener la estructura del mismo. El tratamiento 6 fue estadísticamente más firme que el resto de tratamientos. De igual forma se puede observar que el aumento del contenido de grasa sin la adición de proteína reduce la firmeza del helado afectando su estabilidad en anaquel así como su velocidad de

derretimiento presentando partículas mas sueltas y suaves con menor resistencia a deformación, aumentando su cremosidad y suavidad (Chang *et al.* 2002).

No se encontraron diferencias significativas a través del tiempo, por lo que la firmeza del helado no fue afectada por el almacenamiento, no así su estructura (cremosidad) concordando con lo percibido por los panelistas a través del tiempo.

Cuadro 11. Resultados de textura helado de vainilla.

Tratamientos	Firmeza (N*)
TRT 6 (50% suero, 14% grasa)	8.2 ± 1.5 ^a
TRT 5 (25% suero, 14% grasa)	6.9 ± 0.8 ^b
TRT 3 (50% suero, 12% grasa)	6.7 ± 0.7 ^b
TRT 2 (25% suero, 12% grasa)	6.3 ± 1.1 ^{bc}
TRT 1 (0% suero, 12% grasa)	5.8 ± 0.9 ^c
TRT 4 (0% suero, 14% grasa)	5.5 ± 1.1 ^c
CV (%)	9.5

Tratamientos seguidos de diferente letra (ab) en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).

*= Newtons

Capacidad de batido. El cuadro 12 muestra que no existieron diferencias significativas (p<0.05) entre los tratamientos en cuanto el sobre aumento a los 5 y 10 minutos de batido. De lo anterior se puede concluir que la adición de sólidos grasos al helado produce una reducción de capacidad de batido y una menor velocidad de incorporación de aire (Chang *et al.* 2002). Este efecto puede influir en la capacidad de las proteínas para acelerar el tiempo de batido, resultando así, en un efecto nulo sobre el gasto energético necesario para lograr las características deseadas en el helado. Se puede inferir que es posible el uso de proteínas más baratas dentro de la formulación sin afectar negativamente las características ni la energía requerida para el proceso.

Cuadro 12. Resultados Capacidad de Batido.

Porcentaje de Sobre aumento en Mezclas.		
Tratamientos	Tiempo de Batido	
	5 minutos %SA* ± DE	10 minutos %SA* ± DE
TRT 1 (0% suero, 12% grasa)	33.1 ± 2.5 ^a	96.5 ± 6.8 ^a
TRT 2 (25% suero, 12% grasa)	33.6 ± 3.2 ^a	96.7 ± 5.7 ^a
TRT 3 (50% suero, 12% grasa)	32.0 ± 3.5 ^a	97.8 ± 6.8 ^a
TRT 4 (0% suero, 14% grasa)	33.6 ± 3.1 ^a	101 ± 5.0 ^a
TRT 5 (25% suero, 14% grasa)	31.5 ± 5.7 ^a	101 ± 11.4 ^a
TRT 6 (50% suero, 14% grasa)	33.6 ± 6.5 ^a	96.4 ± 7.4 ^a
CV (%)	12.4	7.7

*=porcentaje de sobre aumento

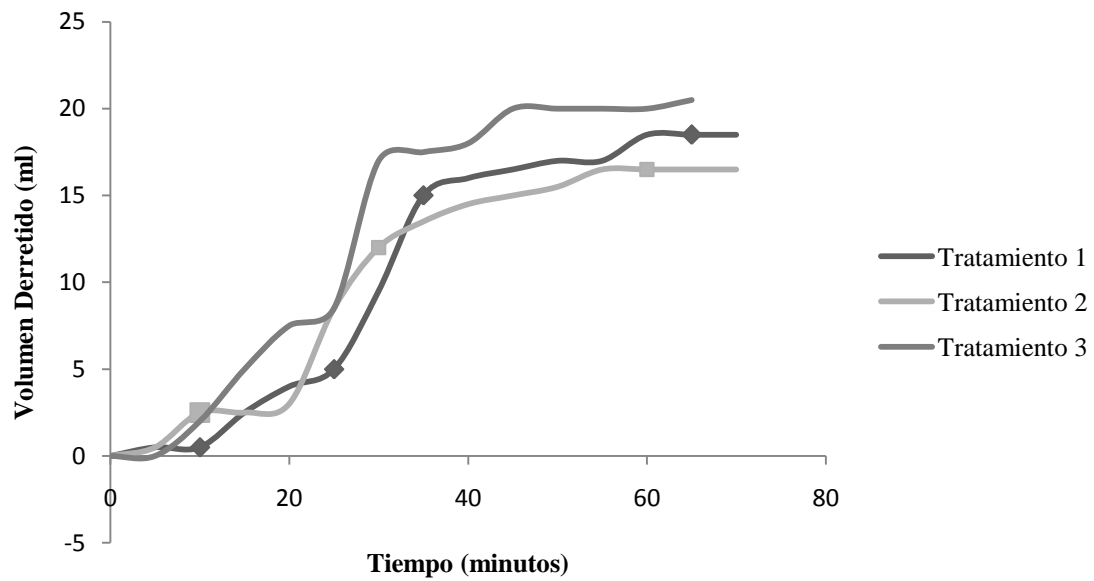
Tratamientos seguidos de diferente letra (ab) en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).

Tasa de Derretimiento. El cuadro 13 muestra diferencias ($p < 0.05$) en cuanto a la tasa de derretimiento de los tratamientos, la cual es expresada como la pendiente de la ecuación que describe el comportamiento de cada tratamiento durante la exposición al ambiente. Es posible observar que los tratamientos con menor porcentaje de sólidos grasos presentan una tasa de derretimiento mayor en comparación con aquellos con 14% de sólidos grasos en la mezcla (figura 3 y 4), debido a que el aumento de sólidos grasos y totales aumenta la resistencia al derretimiento (Guinard *et al.* 1997; Wolters *et al.* 2004). Los tratamientos con un 25% de sustitución de concentrado de proteína de suero presentan una reducción en la tasa de derretimiento en comparación con el resto (figura 1 y 2) debido al aumento de sólidos totales con características emulsificantes que proporcionan una reducción de la tasa de derretimiento durante la exposición al ambiente (Chang *et al.* 2002). Los tratamientos con 50% de sustitución con concentrado de proteína de suero (figuras 3 y 6), presentaron una reducción de la resistencia al derretimiento durante la prueba, posiblemente debido a una mayor afinidad de los glóbulos grasos con las micelas de caseína, las cuales fueron sustituidas por estructuras proteicas lineales de suero (Walstra *et al.* 1999).

Cuadro 13. Velocidad de Derretimiento.

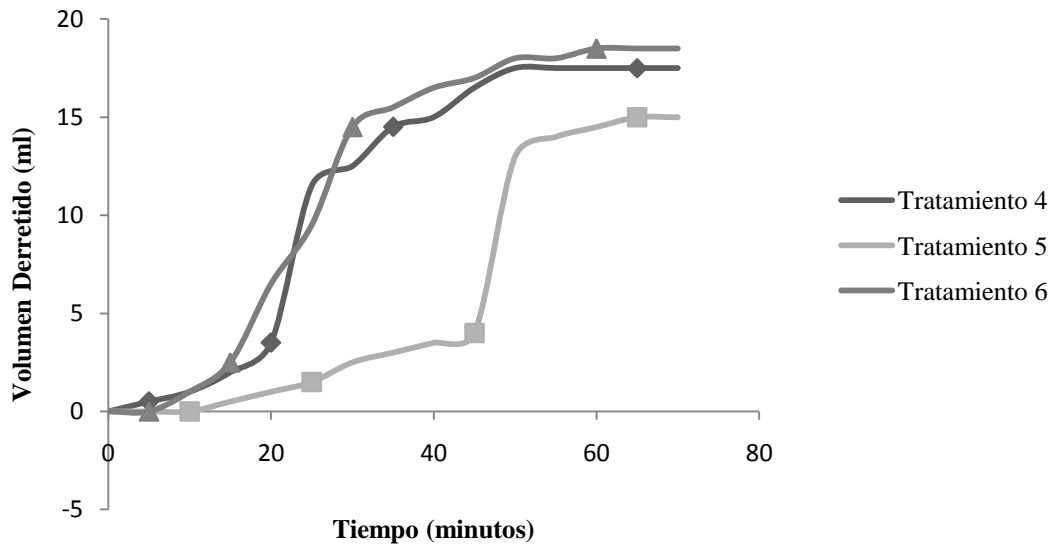
Tratamientos	Tasa de Derretimiento (ml/min)
Tratamiento 1 (12% Grasa, 0% Suero)	0.32 ± 0.01^b
Tratamiento 2 (12% Grasa, 25% Suero)	0.28 ± 0.01^c
Tratamiento 3 (12% Grasa, 50% Suero)	0.36 ± 0.01^a
Tratamiento 4 (14% Grasa, 0% Suero)	0.31 ± 0.01^b
Tratamiento 5 (14% Grasa, 25% Suero)	0.26 ± 0.01^c
Tratamiento 6 (14% Grasa, 50% Suero)	0.31 ± 0.01^b

Tratamientos seguidos de diferente letra (ab) en cada columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$).



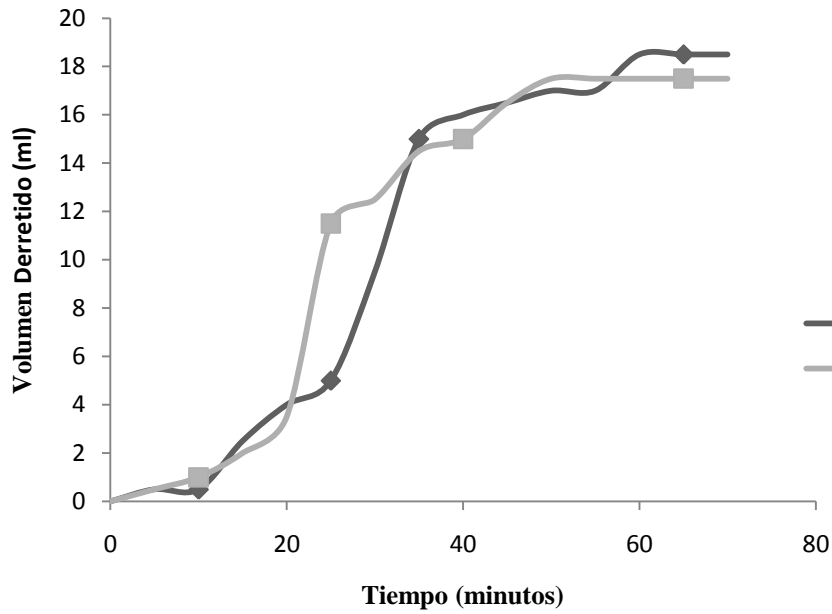
CPS= concentrado de proteína de suero

Figura 2. Curvas de Derretimiento Tratamientos con 12% de Sólidos Grasos.



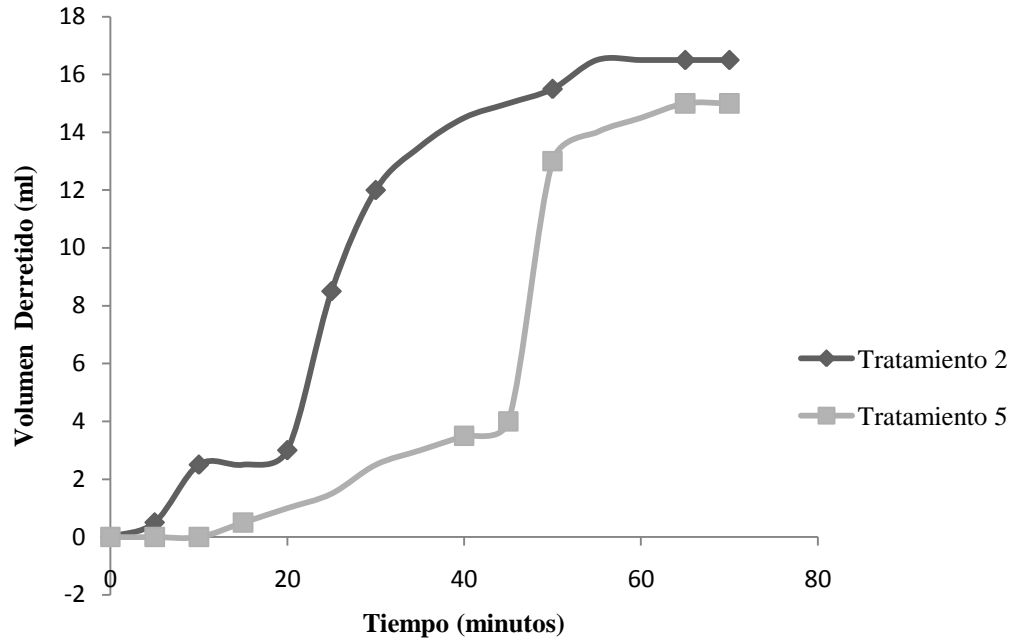
CPS= concentrado de proteína de suero

Figura 3. Curvas de Derretimiento Tratamientos con 14% de Sólidos Grasos



CPS= concentrado de proteína de suero

Figura 4. Curvas de Derretimiento con 0% de Adición de CPS.



CPS= concentrado de proteína de suero

Figura 5. Curvas de Derretimiento con 25% de Adición de CPS.

Acidez titulable expresada como ácido láctico (ATECAL). El cuadro 14 muestra los resultados de ATECAL para cada tratamiento el cual indica que no existen diferencias significativas. La calidad de la leche utilizada fue la misma para todos los tratamientos. Sin embargo, los tratamientos 3 y 6 presentan medias más altas que el resto, debido a que la acidez de la mezcla del helado es causada por las proteínas de la leche, como β -lactoglobulina (β -lg), seroalbúminas e inmunoglobulina G (IgG), las cuales contienen enlaces disulfuro y grupos sulfhidrilo libres, estando presentes en mayor cantidad en los tratamientos 3 y 6 con mayor porcentaje de sustitución suero (Relkin y César, 2003). Además, Asadinejad *et al.* (2005) menciona que la adición de concentrado de proteína de suero en cantidades inferiores al 50% de sustitución por leche en polvo no tiene efectos significativos sobre el pH de las mezclas. No existieron diferencias significativas entre los tratamientos a través del tiempo.

Cuadro 14. Resultados de acidez titulable expresada como ácido láctico (ATECAL).

Tratamientos	ATECAL
Tratamiento 1 (12% Grasa, 0% Suero)	0.167±0.01 ^a
Tratamiento 2 (12% Grasa, 25% Suero)	0.169±0.01 ^a
Tratamiento 3 (12% Grasa, 50% Suero)	0.173±0.01 ^a
Tratamiento 4 (14% Grasa, 0% Suero)	0.171±0.01 ^a
Tratamiento 5 (14% Grasa, 25% Suero)	0.168±0.01 ^a
Tratamiento 6 (14% Grasa, 50% Suero)	0.178±0.01 ^a
CV (%)	4.9

Tratamientos seguidos de diferente letra (ab) en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).

Correlación. El cuadro 15 indica el análisis de correlación que existen entre las variables medidas, así como relación existente entre variables físico-químicas y sensoriales. Existe una correlación media entre la variable firmeza sensorial y textura física debido a la diferencia en el tiempo de exposición al ambiente en ambas pruebas. El cuadro 16 muestra que las variables con mayor influencia en la aceptación general fueron sabor, dulzura y la firmeza en las cuales la adición de concentrado de proteína de suero juega un papel importante. La apariencia tiene una correlación media con la aceptación general de los tratamientos, y con los datos obtenidos con el colorímetro, pudiéndose concluir que los panelistas no son capaces de detectar cambios sutiles en el color del helado y su decisión final no está basada en la apariencia del mismo.

La relación derretimiento-textura tiene una correlación inversa que explica que helados con mejor textura y firmeza tendrán tasas de derretimiento menores. Por último se puede ver cómo influyen el porcentaje de sustitución de suero y el porcentaje de grasa en la aceptación del helado, siendo el porcentaje de sustitución de suero más significativo que la grasa en cuanto a aceptación. Los panelistas respondieron mejor a las características sensoriales superiores que la adición de concentrado de proteína da a la matriz del helado.

Cuadro 15. Coeficiente de Pearson entre las variables analizadas en helado de vainilla.

Variables	Correlación de Pearson	
	Coefficiente %	Probabilidad > r *
Firmeza – textura	0.52	0.0224
Color a- apariencia	-0.60	0.0870
Color b – apariencia	0.19	0.4501
Derretimiento – textura	-0.72	0.0070
Aceptación - sobre aumento	0.57	0.0118
Sabor – cremosidad	0.78	0.0001
Dulzura – cremosidad	0.76	0.0002
Dulzura – sabor	0.89	0.0001
Aceptación - % sustitución suero	0.96	0.0001
Aceptación - % grasa	0.79	0.0001

*= probabilidad mayor a 0.05 no explica el comportamiento de las variables.

Cuadro 16. Correlación de las variables sensoriales sobre la aceptación del helado.

Variables sensoriales	Correlación de Pearson	
	Coefficiente %	Probabilidad > r *
Aceptación – Aroma	0.67	0.0022
Aceptación – Apariencia	0.54	0.0197
Aceptación – Sabor	0.89	0.0001
Aceptación – Dulzura	0.90	0.0001
Aceptación – Cremosidad	0.79	0.0001
Aceptación – firmeza	0.96	0.0001

*= probabilidad mayor a 0.05 no explica el comportamiento de las variables.

Interacción entre factores. Se logró determinar que la adición de sólidos grasos y el nivel de adición de concentrado de proteína de suero tuvieron incidencia significativa sobre las variables sensoriales evaluadas a través del tiempo (cuadro 18 y 19). La cantidad de sólidos grasos tuvo mayor efecto sobre la apariencia, sabor aroma y percepción de cremosidad de los tratamientos. De igual forma, Rozycki *et al.* (2011), demostró mediante la evaluación de helados bajos en grasa y adición de concentrado de proteína, que la concentración de sólidos grasos presentes en la mezcla posee un efecto sobre la percepción de cremosidad, sabor y aceptación general del producto.

La adición de concentrado de proteína de suero influyó más sobre las variables de dulzura y firmeza, concordando con Young (2007), el cual menciona que la adición de concentrado de proteína de suero incrementa la sensación de dulzura y aceptabilidad por parte de los consumidores. Lim y Swason (2007), demostraron que la textura de los helados es influenciada por la cantidad y calidad de proteínas adicionadas a la mezcla,

encontrando los mejores resultados con sustituciones de leche descremada en polvo por concentrado de proteína de suero del 20% del total utilizado en la formulación, lo anterior concuerda con los resultados mostrados en los cuadros 20, 21 y 22. Se pudo observar que la interacción entre la concentración de sólidos grasos y concentrado de proteína de suero tuvo un efecto significativo sobre las variables físicas y sensoriales medidas.

Cuadro 17. Interacción entre factores para las variables sensoriales al día 15.

Factor	Apariencia	Aroma	Sabor	Dulzura	Creemosidad	Firmeza	Aceptación
% Sólidos grasos	0.032	0.015	0.047	<0.0005	<0.0001	<0.0001	0.0005
% CPS	0.524	0.011	0.050	<0.0001	0.001	<0.0001	0.0001
SG*CPS	0.086	0.064	0.017	<0.0062	0.001	0.0021	0.0037
Wilks Lambda	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

Datos con $p < 0.05$ explica interacción de un factor sobre las variables

Cuadro 18. Interacción entre factores para las variables sensoriales al día 30.

Factor	Apariencia	Aroma	Sabor	Dulzura	Creemosidad	Firmeza	Aceptación
% Sólidos grasos	<0.0001	0.0011	0.007	0.845	0.001	0.001	0.0001
% CPS	0.001	0.244	0.398	0.473	0.016	0.009	0.0006
SG*CPS	0.036	0.404	0.015	0.172	0.010	0.012	<0.0001
Wilks Lambda	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

Datos con $p < 0.05$ explica interacción de un factor sobre las variables

Cuadro 19. Interacción entre factores para color y textura al día 0.

Factor	Color		Textura
	L	B	
% Sólidos grasos	0.643	0.580	0.052
% CPS	0.119	0.199	0.002
SG*CPS	0.583	0.834	0.640
Wilks Lambda	0.001	0.573	<.0001

Datos con $p < 0.05$ explica interacción de un factor sobre las variables

Cuadro 20. Interacción entre factores para color y textura al día 15.

Factor	Color		Textura
	L	B	
% Sólidos grasos	0.622	0.115	0.614
% CPS	0.002	0.002	0.005
SG*CPS	0.043	0.267	0.080
Wilks Lambda	0.001	0.573	<.0001

Datos con $p < 0.05$ explica interacción de un factor sobre las variables

Cuadro 21. Interacción entre factores para color y textura al día 30.

Factor	Color		Textura
	L	B	
% Sólidos grasos	0.398	0.118	0.024
% CPS	0.635	0.186	0.014
SG*CPS	0.810	0.879	0.003
Wilks Lambda	0.0001	0.573	<.0001

Datos con $p < 0.05$ explica interacción de un factor sobre las variables

Análisis de preferencia. El análisis de preferencia se hizo seleccionando los 2 mejores tratamientos evaluados en el análisis acumulativo de preferencia. Se observó los que tratamientos 1, 5 y 6 fueron los que presentaron características globales mejores aceptadas por los panelistas, siendo el tratamientos 5 el mejor calificado.

Para determinar el tratamiento preferido, se tomo una muestra de 100 panelistas y se les pidió que ordenaran los tratamientos por orden de preferencia siendo 3 el mas preferido, 2 el segundo más preferido y 1 el menos preferido. Se sumaron todas las calificaciones de los tratamientos para obtener el rango total. Se analizaron los datos por medio de una prueba de Friedman para más de dos muestras (Lawless y Heymann 1999). La ecuación de Friedman (ecuación 1) se basa en la distribución de Chi cuadrado (χ^2).

$$\text{Ecuación 1 : } \frac{12NK}{N(N+1)} \left[\frac{\sum R_j^2}{N} - \frac{(\sum R_j)^2}{N^2} \right] \quad [1]$$

Donde:

K= Numero de muestras evaluadas

N= Numero de panelistas

Tk= Total de rangos.

Se utilizó la fórmula para determinar el valor Chi cuadrado calculado para los tratamientos el cual fue de 45.14. El valor obtenido se comparó con el valor crítico de la tabla de χ^2 utilizando 2 grados de libertad (DF= N-1) y 0.05 de probabilidad para obtener un valor crítico de 5.99 que resultó ser menor al valor de Chi cuadrado calculado, por lo tanto se explica que al menos uno de los tratamientos evaluados es estadísticamente

diferente. Para determinar que tratamientos eran diferentes uno del otro se procedió a calcular el rango mínimo permitido de diferencia o LSRD (ecuación 2). Si la diferencia del rango de un tratamiento con respecto a otro es mayor que el valor LSRD los tratamientos serán estadísticamente diferentes.

Ecuación 2

[1]

El rango mínimo permitido fue de 14.14 por lo que se concluye que existen diferencias significativas en la preferencia de los tratamientos como se muestra en el cuadro 22, siendo el tratamiento 5 el más preferido estadísticamente.

Cuadro 22. Resultados análisis de preferencia.

Tratamientos	Resultados de χ^2 por Test de Friedman	
	Rango Total	Preferencia
TRT1 (0% suero, 12% grasa)	201	B
TRT6 (50% suero, 14% grasa)	152	C
TRT5 (25% suero, 14% grasa)	247	A
χ^2 Calculado		45.14

Tratamientos seguidos de diferente letra (AB) en cada columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

Análisis microbiológicos. El cuadro 23 muestra la carga de coliformes por tratamiento en el cual se observa claramente que no existen diferencias significativas entre tratamiento y entre tiempo. Además cumple con los estándares de calidad microbiológica para los helados ya que todos los conteos resultaron menores a $1 \log_{10}/\text{ml}$ de muestra. Permitiendo la estabilidad en anaquel y cambios en la matriz a través del tiempo.

Cuadro 23. Resultados análisis microbiológicos.

Tratamientos	Coliformes
	Conteo (\log_{10} ufc/ml)
TRT5 (25% suero, 14% grasa)	0.42
TRT2 (25% suero, 14% grasa)	0.41
TRT6 (50% suero, 14% grasa)	0.41
TRT4 (0% suero, 14% grasa)	0.38
TRT1 (0% suero, 12% grasa)	0.37
TRT3 (50% suero, 12% grasa)	0.36

Análisis de costos. Se realizó un análisis de costos para cada tratamiento evaluado, basándose en una tanda de 13 Kg (capacidad de máquina de batido) en donde se puede observar que hay un incremento del costo de producción en los tratamientos con utilización de concentrado de proteína de suero, así mismo se pudo observar que a medida aumenta la cantidad de grasa en la mezcla los costos aumentan (cuadro 20 y 21), esto debido a la alta calidad de los sólidos grasos utilizados (crema dulce). Sin embargo, el costo del concentrado de proteína de suero es mayor que la leche descremada en polvo debido al concepto de economías de escala. Haciéndose necesaria la búsqueda de proveedores con alta producción para adquirir grandes cantidades de concentrado de proteína de suero y lograr precios más competitivos para este insumo de la misma forma que se hace con la leche descremada en polvo. A continuación en el cuadro 19 el detalle. El tratamiento con mejores características físicas, químicas y sensoriales (25% de sustitución y 14% de sólidos grasos) tiene un costo de L. 29.98 y una rentabilidad parcial de L. 45.27

Cuadro 24. Costos totales del estudio.

Ingredientes	Precio (L)	Unidad	Cantidad Utilizada	Costo (L)
Costo de elaboración (18 tandas, 13Kg)				
Leche Fluida	7.50	L	138.24	1,037.00
Leche en polvo	50.85	Kg	4.39	223.23
CPS*	74.00	Kg	1.47	108.78
Estabilizador ¹	236.19	Kg	0.70	165.81
Azúcar	13.36	Kg	32.76	437.67
Saborizante Vainilla	325.78	L	0.93	304.93
Crema	8.66	L	56.45	488.86
Costo Total de Elaboración				.2,766.08
Costo de empaque				
Empaque (1/2 galón)	8.03	Unidad	108	867.24
Costo Total de Producción				3,633.32

L=lempiras, moneda nacional de Honduras (1 dólar=19 lempiras, octubre 2011).

*= Concentrado de proteína de suero. 1= Goma Guar.

Cuadro 25. Costos Variables de Formulación de Tratamientos 1, 2 y 3.

Ingredientes	Mezcla 12% grasa							
	Costo L.	Unidades	Cantidad/unidad experimental			Costo/unidad experimental (L)		
			0% ¹	25% ¹	50% ¹	0% ¹	25% ¹	50% ¹
Leche fluida	7.50	L	7.96	7.96	7.96	59.70	59.70	59.70
Azúcar	13.36	Kg	1.82	1.82	1.82	24.32	24.32	24.32
Leche en Polvo*	50.85	Kg	0.33	0.24	0.16	16.53	12.20	8.14
CPS ³	74.00	Kg	0.00	0.08	0.16	0.00	5.92	11.84
Estabilizador ²	236.19	Kg	0.04	0.04	0.04	9.21	9.21	9.21
Vainilla	325.78	L	0.05	0.05	0.05	16.94	16.94	16.94
Crema	8.66	L	2.84	2.84	2.84	24.59	24.59	24.59
Total/unidad experimental			13.04	13.03	13.03	151.29	152.89	154.74

*= De acuerdo al porcentaje de sustitución de proteína de suero (0, 25 y 50%) 1= nivel de sustitución de concentrado de proteína de suero 2= goma guar 3= Concentrado de proteína de suero. Unidad Experimental= 13 Kg. L= Lempira,

Cuadro 26. Costos Variables de Formulación de Tratamientos 4, 5 y 6.

Mezcla 14% grasa								
Costo L.	Unidad	0%¹	25%¹	50%¹	0%¹	25%¹	50%¹	
		Cantidad/unidad experimental			Costo/unidad experimental (L)			
Leche fluida	7.50	L	7.40	7.40	7.40	55.50	55.50	55.50
Azúcar	13.36	Kg	1.82	1.82	1.82	24.32	24.32	24.32
Leche en Polvo*	50.85	Kg	0.33	0.24	0.16	16.53	12.20	8.14
CPS ³	74.00	Kg	0.00	0.08	0.16	0.00	5.92	11.84
Estabilizador ²	236.19	Kg	0.04	0.04	0.04	9.21	9.21	9.21
Vainilla	325.78	L	0.05	0.05	0.05	16.94	16.94	16.94
Crema	8.66	L	3.41	3.41	3.41	29.53	29.53	29.53
Total/unidad experimental			13.05	13.04	13.04	152.02	153.62	155.47

*= De acuerdo al porcentaje de sustitución de proteína de suero (0, 25 y 50%)

3= Concentrado de proteína de suero. Unidad Experimental= 13 Kg. L= Lempira, moneda nacional hondureña

1= nivel de sustitución de concentrado de proteína de suero 2= goma guar

Cuadro 27. Costos Variables y Rentabilidad Parcial por Tratamiento.

Tratamientos	Costo/ UE* (L)	Costo por ½ galón	Costo del empaque	CV Total (L)	Rentabilidad Parcial (L)
TRT 1 (0% suero, 12% grasa)	151.29	21.61	8.03	29.64	45.61
TRT 2 (25% suero, 12% grasa)	152.89	21.84	8.03	29.87	45.38
TRT 3 (50% suero, 12% grasa)	154.74	22.11	8.03	30.14	45.11
TRT 4 (0% suero, 14% grasa)	152.02	21.72	8.03	29.75	45.50
TRT 5 (25% suero, 14% grasa)	153.62	21.95	8.03	29.98	45.27
TRT 6 (50% suero, 14% grasa)	155.47	22.21	8.03	30.24	45.01

L=lempiras, moneda nacional de Honduras (1 dólar=19 lempiras, octubre 2011). *= Unidad Experimental.

4. CONCLUSIONES

- Existen diferencias significativas en la aceptación de los consumidores entre los tratamientos a los 0, 15 y 30 días de almacenamiento, existiendo una inclinación hacia el tratamiento con 25% de sustitución de leche descremada en polvo por concentrado de proteína de suero y 14% de sólidos grasos.
- Existe una interacción entre la proteína de suero y la concentración de sólidos grasos presentes en la mezcla, logrando una mayor sinergia de las características sensoriales con un 25% de sustitución de leche descremada en polvo y 14% de sólidos grasos, realizando la percepción de cremosidad, sabor, dulzura, firmeza y tonalidades más amarillentas, generando mayor aceptación por parte de los consumidores, mayor preferencia y estabilidad de la matriz en comparación con la formulación actual de la planta.
- La adición de proteína de suero y aumento de contenido graso tiene un efecto sobre la velocidad de derretimiento del helado, disminuyéndola a medida que aumenta la concentración de proteína y sólidos grasos del producto y los enlaces presentes e interacciones químicas presentes en la matriz.
- No se encontraron diferencias significativas sobre la capacidad de batido de los tratamientos, a los 5 y 10 minutos de batido. Sin embargo la adición de proteínas señaló una mínima reducción de la demanda energética del proceso que a largo plazo podría representar un ahorro de energía dentro de la planta.
- El tratamiento con mejores características físicas, químicas y sensoriales (25% de sustitución y 14% de sólidos grasos) presentó un costo variable total de \$ 0.93/litro y una rentabilidad parcial de \$ 1.40/litro.

5. RECOMENDACIONES

- Utilizar equipo de producción ajustado a de investigación, para facilitar el flujo de proceso, logrando mayor eficiencia de los recursos utilizados y la reducción de posibles factores ajenos a la investigación.
- Seguimiento de la acidificación presente en la mezcla producto de la adición de concentrado de proteína des suero en el tiempo, para establecer un verdadero efecto en el tiempo y su límite máximo de vida en anaquel.
- Monitorear constantemente las cámaras de congelación así como la capacidad de almacenamiento para evitar que factores externos tengan incidencia dentro de las propiedades físico, químicas y sensoriales de los tratamientos
- Analizar proveedores locales de concentrado de proteína de suero en grandes cantidades para lograr obtener precios marginales más bajos y mayor beneficio económico de la sustitución de leche descremada por concentrado de proteína de suero.
- Evaluar sustitución con porcentajes con intervalos más cerrados arriba del 25% para estimar el límite máximo de sustitución sin cambios en las propiedades físicas, químicas y sensoriales del helado.

6. LITERATURA CITADA

Alvarez, V; Wolters, C. *et al.* 2004. Physical Properties of Ice Cream containing milk protein concentrates. Ohio State University. J. Food Science, 14, 862-871

Asadinejab, Sh; Habibi M. *et al.* 2005. Effect of whey protein concentrates on physicochemical and organoleptic properties of ice cream. University of Mashhad. J. Agricultural Science and Natural Resources, 11, sp.

Bolliger, S; Kornbrust, B. *et al.* 2000. Influence of emulsifiers on ice cream produced by conventional freezing and low temperature extrusion processing. J. International Dairy Science , 10, 497-504

Bonilla, M (2003). Proyecto especial de graduación, Efecto del porcentaje de grasa de la mezcla y forma de adición de galletas en la elaboración de un helado de galletas con crema. Zamorano, Honduras. 37 p.

Chang, Y; Kuechle, J *et al.* 2002. Colloidal and surface phenomonal aspects of ice cream. U.S.A. 38 p.

Early, R. 2000. Tecnología de los productos Lácteos. Composición y proceso de fabricación de los helados. España. 1era Ed. Acribia. 459 p

Goff, H; Kinsella J. 1988. Influence of various milk protein isolates on ice cream emulsion stability. J. Dairy Science, 72, 385-397

Guinard, J; Zoumas-morse, C. *et al.* 1997. Sugar and fat effects in sensory properties of ice cream. J. Food Science, 62, 1087-1093

Hui, Y; Nip, W. 2006. Food Biochemistry and Food Processing. Milk, Chemistry and Processing. U.K. 2da Ed. Wiley. 769 p.

Lawless, H.T; Hildegarde M. 1999. Sensory evaluation of food, principles and practices. U.S.A. 2da Ed. Ruth Bloom. 827 p.

Leiva M.A. 2006. Material de Referencia y Comparaciones Inter laboratorios. Herramientas para el control de la calidad.de laboratorios de ensayo. Universidad de Chile. 1ra Ed. 109 P.

- Lim, S.Y; Swanson, B.G. *et al.* 2007. High hydrostatic modification of whey protein concentrate for improve body and texture of low fat ice cream. *J. Dairy Science*, 91, 1308-1316.
- Lowe, B. 1947. *Experimental cookery from the chemical and physical standpoint. Peptization of proteins.* U.K. 2da Ed. Wiley. 325 p.
- Magariños, C; Bauzá M. 2002. Determinación del color de aceites de oliva vírgenes. *Universidad de Mendoza, Argentina. UNCuyo*, 35, 71-76
- Marshall R.T; Goff H.D. *et al.* 2003. *Ice cream.* U.S.A. 6ta Ed. Springer, 371 p.
- Martínez, B. 2008. Proyecto especial de graduación, Desarrollo de un helado saborizado con vainilla y canela con adición de galletas tipo mantequilla. 2008. Zamorano, Honduras. 32 p.
- Montero, G. 2007. Evaluación del efecto de la proporción de banano y mango en las características físicas y sensoriales del helado manganana. Zamorano, Honduras. 26 p.
- Relkin, P; César, B. 2003. Effects of milk protein type and pre-heating on physical stability of whipped and frozen emulsions. *Colloids and Surfaces*, 31(1-4): 55-64.
- Revilla, A. 1996. *Tecnología de la leche.* 3ra Ed. Zamorano Honduras. Zamorano Academia Press. 369 p.
- Rozycky, S.D; Fernandez J.M. 2011. Desarrollo de base para helados sin colesterol. Universidad Nacional del Litoral, Argentina. Publitec. Consultado el 12 de Octubre de 2011. Disponible en: http://www.publitech.com/system/noticias.php?id_prod=174
- Walstra, P. *et al.* 1999. *Dairy Technology: principles of milk properties and processes.* 1ra Ed. Dekker. 727 p.
- Welty W. *et al.* Effects of milk fat cocoa butter or selected fat replaces on flavor volátiles of chocolate ice cream. University of Missouri, Agricultural Experiment Estation. 12, 10 pg.
- Young S. 2007. *Whey products in ice cream and frozen desserts. Application Monograph Ice Cream.* U.S. Dairy Export Council. 12 p.

7. ANEXOS

Anexo 1. Análisis de Preferencia Helado de Vainilla

Instrucciones:

A continuación se le presenta 3 muestras de helado de vainilla, pruébelas de derecha a izquierda, coloque un 3 a la muestra más preferida, un 2 a la siguiente más preferida y un 1 a la que menos prefiera.

**Muestra
640**

**Muestra
684**

**Muestra
382**

Por favor comente las razones de su preferencia:

Anexo 2. Evaluación Sensorial de Helado de Vainilla

Nombre: _____ Fecha: _____

Instrucciones:

A continuación se presentan 6 muestras codificadas de helado de vainilla, Para empezar, enjuague su paladar con el agua y la galleta de soda, repítalo entre cada muestra. Por favor evalúe las características sensoriales de cada muestra así como su aceptación general, hágalo de izquierda a derecha. Marcando con una X asigne un valor de 1 a 9, siendo 1 me disgusta extremadamente y 9 me gusta extremadamente. Al final seleccione la muestra que más le gustó.

Escala de Puntuación:

- 1: Me disgusta extremadamente
- 2: Me disgusta mucho
- 3: Me disgusta moderadamente
- 4: Me disgusta poco
- 5: Ni me gusta ni me disgusta
- 6: Me gusta poco
- 7: Me gusta moderadamente
- 8: Me gusta mucho
- 9: Me gusta extremadamente.

Muestra No: _____

Apariencia	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aroma	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Dulzura	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sabor	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cremosidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Firmeza	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aceptación General:	1	2	3	4	5	6	7	8	9