

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

El helado [es un exquisito](#) y muy completo [alimento](#) que agrada a chicos y grandes, elaborado con grasa, sólidos de la leche y azúcar.

[En la](#) ciudad de Ibarra [no existe un amplio desarrollo de la industria](#) de helados, esto se evidencia al observar en el mercado la venta de helados de marcas reconocidas pero hechos en otras ciudades, los típicos helados de paila y los helados tipo paleta de frutas con crema.

[El poco desarrollo alcanzado hoy en día en la ciudad, se orienta a la elaboración del helado “artesanal” con técnicas netamente caseras, que en muchas ocasiones no cumplen las exigencias nutricionales y sanitarias requeridas por](#) los organismos de control [del Instituto Ecuatoriano de Normalización \(INEN\)](#). (Ver Anexo 2).

[La presente investigación](#) tuvo como finalidad mejorar el proceso de elaboración del helado de crema tipo paleta, con el estudio de sus ingredientes funcionales: crema y estabilizante, para de esta forma orientar el mismo helado de elaboración artesanal a otro con procesos más tecnificados; utilizando técnicas no de tipo industrial pero si semi – industrial, con la ayuda de un equipo de enfriamiento rápido construido para el efecto, el cual congela en cuestión de minutos los helados tipo paleta, sumergidos en una salmuera de CaCl_2 en moldes de acero inoxidable; con esto se optimiza especialmente en el tiempo, mejorando además la textura del helado por un congelamiento más eficiente que impide la formación de cristales de hielo en el producto.

Con la implementación de este equipo en el área productiva de lácteos de la Escuela, se espera no solo mejorar el proceso de elaboración del helado de crema tipo paleta, sino también contribuir con la formación de los estudiantes para que tengan conocimientos sobre todo prácticos, en el área de la Agroindustria de Helados. Además generar fondos para el mantenimiento de las unidades productivas y su desarrollo hacia la competitividad, productividad y calidad que exige el mundo globalizado.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

- Evaluar los ingredientes funcionales (crema y estabilizante) en la elaboración de helados de crema tipo paleta.

1.1.2. Objetivos específicos

- Evaluar la influencia de los niveles de estabilizante y crema en la textura del helado de crema tipo paleta.
- Determinar que parámetros físico-químicos (acidez, densidad, °brix, grasa, sólidos no grasos, overrun), influyen en la calidad del helado de crema tipo paleta.
- Determinar el porcentaje de overrun (incorporación de aire), del mejor tratamiento.

1.2. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

Hipótesis Nula

El uso de los ingredientes funcionales no influye directamente en la calidad del helado de crema tipo paleta.

Hipótesis Alternativa

El uso de los ingredientes funcionales influye directamente en la calidad del helado de crema tipo paleta.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. EL HELADO

2.1.1. Breve Historia

Es muy difícil establecer cual es el origen del helado, ya que el concepto del producto ha sufrido sucesivas modificaciones en la medida del avance tecnológico, de la generalización de su consumo y de las exigencias de los consumidores.

Marco Polo en el siglo XIII, al regresar de sus viajes al Oriente, trajo varias recetas de postres helados usados en China durante cientos de años, los cuales se implantaron con cierta popularidad en las cortes italianas.

Al casarse Catalina de Médicis con Enrique II de Francia, su cocinero llevó estas primitivas recetas de helados a la corte francesa, guardándose las mismas con mucho secreto. En Francia se añadió huevo a las recetas. Una nieta de Catalina se casa con un príncipe inglés, llevando así el helado a Inglaterra, a su cocinero se atribuye también el empleo de la leche. De esta manera se fueron difundiendo estos productos en Europa, llevándose luego a América durante la época de la colonización.

Un gran avance en esta industria es el descubrimiento del descenso crioscópico (descenso de la temperatura de solidificación) de las soluciones de sal (salmueras) las cuales permitían que utilizando un balde rodeado con una mezcla de hielo y sal

o de agua y sal a bajas temperaturas, se congelaran batiendo bebidas y jugos de frutas azucarados, dando lugar a los primeros helados de textura cremosa.

El helado en sus orígenes no era un producto lácteo, sino más bien frutal, denominado sorbete; pero con el correr del tiempo, la leche y los derivados lácteos comienzan a utilizarse en pequeñas proporciones y luego masivamente hasta tal punto que hoy en día los helados tienen como constituyentes básicos, en la mayoría de los casos, la leche y/o la crema.

Con formato: Fuente: Sin Negrita, Color de fuente: Negro

Con formato: Fuente: Sin Negrita, Color de fuente: Negro

Con formato: Fuente: Sin Negrita, Color de fuente: Negro

La fabricación de helados ha sufrido una gran revolución en los tiempos actuales, por el perfeccionamiento de los sistemas de frío y una maquinaria que ha permitido mejorar la producción, unido a la mejora de las normas de higiene en su elaboración.

Disponible: <http://www.heladeriaitaliana.com/espanol/histohela.htm> (Consulta 2007-06-17).

Con formato: Color de fuente: Negro

Con formato: Sin subrayado, Español (México)

2.1.2. Definición

Según la Norma INEN 706. (1983). El helado “es el producto lácteo elaborado con mezclas de leche pasteurizada entera, semidescremada y descremada, leche condensada o evaporada; crema de leche, mantequilla, azúcar, aromatizantes, huevos, frutas, jugo de frutas y otros productos permitidos sometiendo a un enfriamiento progresivo hasta la congelación adecuada”.

2.1.3. Clasificación

La clasificación de los helados, se realiza en base a dos elementos fundamentales: la forma de elaboración y la composición.

Con formato: Fuente: Sin Negrita, Color de fuente: Negro

Con formato: Fuente: Sin Negrita, Color de fuente: Negro

Con formato: Fuente: Sin Negrita, Color de fuente: Negro

Con formato: Fuente: Sin Negrita, Color de fuente: Negro

En base a la forma de elaboración, podemos distinguir entre helados de producción industrial y los provenientes de elaboración artesanal. El proceso artesano se distingue del industrial en el hecho de que la intervención personal constituye el factor predominante, la artesanía en este caso no depende del origen de las materias primas.

Con formato: Fuente: Sin Negrita, Color de fuente: Negro

Con formato: Fuente: Sin Negrita, Color de fuente: Negro

Con formato: Fuente: Sin Negrita, Color de fuente: Negro

Con formato: Fuente: Sin Negrita, Color de fuente: Negro, Español (alfab. internacional)

Los helados de acuerdo al contenido de grasa se clasifican en los siguientes tipos: Según su composición Veisseyre, R. (1972), establece los siguientes tipos:

Con formato: Fuente: Sin Negrita, Color de fuente: Negro

Con formato: Fuente: Sin Negrita, Color de fuente: Negro

2.1.3.1. Helado de crema. Producto obtenido por la congelación de una mezcla pasteurizada de leche, nata y azúcar (sacarosa) aromatizada en condiciones definidas con frutas, jugos de frutas o de un aroma natural autorizado.

2.1.3.2. Helado de leche. Producto obtenido por la congelación de una mezcla pasteurizada de leche y azúcar (sacarosa) aromatizada en condiciones definidas con frutas, jugos de frutas o de un aroma natural autorizado.

2.1.3.3. Helado de... seguido de un nombre de fruta o de aroma natural se reservan a los productos obtenidos por congelación de una mezcla pasteurizada de agua potable y de azúcar. La adición de leche o de nata es una práctica tolerada y frecuente.

Esta autorizado el empleo de leche concentrada o condensada, de leche en polvo desnatada o no, de mantequilla o grasa vegetal (para sustituir a la crema), de yemas de huevo en polvo, huevos congelados, aguardientes de frutas, de ron y de licores no sacarinados, de los colorantes permitidos, estabilizantes en una proporción que no pase del 1% del peso del producto acabado.

2.1.4. Estructura

La estructura del helado puede describirse en términos de dos fases: continua y dispersa. La fase continua es una combinación de una solución, una emulsión y una suspensión de sólidos en líquido. Los componentes de dicha fase son:

- Solución: agua, azúcar, hidrocoloides, proteínas de la leche, otros solutos.
- Suspensión: cristales de hielo, cristales de lactosa y sólidos de la leche.
- Emulsión: glóbulos grasos.

La fase dispersa es una espuma formada por burbujas de aire distribuidas en un medio líquido y emulsionadas con la grasa de la leche.

Disponible: <http://www.mundohelado.com/helados/cambios-helado-01.htm>
(Consulta 2005-12-06).

CUADRO 1. Requisitos generales del helado

Requisitos	Tipo I		Tipo II		Tipo III	
	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.
	%	%	%	%	%	%
Pérdidas por Calentamiento	68	--	72	--	70	--
Grasa del helado	8	--	6	--	3	--
Sólidos totales	32	--	28	--	30	--
Azúcares totales	13	--	13	--	13	--
Acidez *	--	0.20	--	0.20	--	0.20
Colesterol	0.10	--	0.10	--	--	--

* Expresado en ácido láctico.

FUENTE: NORMA INEN 706. (1983).

CUADRO 2. Composición del helado de crema (por 100 g de producto)

Calorías	198
Agua (g)	63.0
Grasa (g)	11.00
Proteína (g)	4.15
Carbohidratos (g)	20.50
Cenizas (g)	0.85

FUENTE: Ospina J., Aldana H. (1995). *Ingeniería y Agroindustria*.

2.2. PROCESO GENERAL DE ELABORACIÓN DE HELADOS

La elaboración artesanal e industrial de los diversos tipos de helados incluyen las siguientes etapas. (Ver Anexo 1).

2.2.1. Recepción y almacenamiento de las materias primas

Bylund, G. (2003), manifiesta que las materias primas se almacenan en tanques, silos, bidones, o sacos dependiendo de su forma física.

Los productos sólidos, que se suelen utilizar en cantidades relativamente pequeñas, tales como sueros en polvo, estabilizantes y emulsionantes, cacao en polvo, etc., se reciben generalmente en sacos.

Los productos lácteos recibidos se enfrían hasta unos 5°C antes de su almacenamiento mientras que la leche condensada, la glucosa y las grasas

vegetales se almacenan a temperaturas relativamente altas (30-50°C), con el objeto de mantener su viscosidad lo suficientemente baja como para que puedan ser bombeadas.

2.2.2. Formulación

El peso y/o el volumen de cada uno de los ingredientes se deben determinar cuidadosamente antes de realizar su mezcla.

Según Early, R. (1998). Para obtener un mix (una mezcla) bien equilibrada es esencial calcular el porcentaje de sólidos lácteos no grasos (SNG) a utilizar. Esto se hace restando de 100 el porcentaje de grasas, azúcar y estabilizantes que se quiera utilizar, y multiplicando lo que quede por 0.15.

Por ejemplo, para producir un helado de crema con un 10 % en peso de grasa, 15,5 % en peso de azúcar y 0,5 % en peso de estabilizantes, el porcentaje en peso de SNG que se necesita vendrá dado por el siguiente cálculo:

$$(100 - 10 - 15,5 - 0,5) \times 0,15 = 11,1\% \text{ en peso de SNG}$$

Cuando se conoce la cantidad de SNG, entonces el contenido total de materia seca (MS) del mix está fijado.

$$\text{Así: } 11,1 \text{ SNG} + 10 + 15,5 + 0,5 = 37,1 \text{ MS}$$

Luego se calculará la cantidad de cada uno de los ingredientes a utilizar, tomando en cuenta sobre todo el aporte en SNG y Grasa de los ingredientes lácteos. (Ver Anexo 3).

2.2.3. Pesado, dosificación y mezcla

En general todos los ingredientes sólidos son pesados, mientras que los líquidos pueden ser pesados o dosificados mediante medidores volumétricos.

Las materias primas a utilizar han de seleccionarse y proporcionarse de manera que le confieran al helado la composición deseada.

En base a la presente investigación los ingredientes más importantes son: la leche (natural y en polvo) y la crema, los cuales son la fuente de grasa y sólidos no grasos del helado; por lo tanto deben ser de sabor fresco y de buena calidad, si se quiere que resulte un buen producto.

Todos los ingredientes que entran en la composición, se mezclan en una cuba con agitador calentando hasta 40 – 50 ° C para facilitar la disolución y conseguir un mix homogéneo, que a continuación se pasteuriza y se homogeneiza.

2.2.4. Pasteurización

~~Los helados de acuerdo al contenido de grasa se clasifican en los siguientes tipos:~~ Para Veisseyre, R. (1972), la pasteurización es: “el tratamiento térmico de la mezcla en condiciones tales que las temperaturas alcanzadas y el tiempo de exposición a las mismas permitan eliminar de las mezclas preparadas, los microorganismos considerados peligrosos para la salud del ser humano”.

2.2.4.1. Las técnicas de pasteurización

Hay varias técnicas de pasteurización y diversos equipos que podemos utilizar. En líneas generales la pasteurización consiste en elevar la temperatura de la mezcla líquida, con la cual fabricamos el helado, a una temperatura programada, manteniéndola en ese nivel durante un lapso de tiempo, y luego bajarla lo más rápidamente posible a 6° C o 4° C que es la temperatura en que se procede con la etapa de maduración.

Este proceso asegura que por el choque térmico desaparezcan todas las bacterias (salmonellas, coliformes, estreptococos, hongos, levaduras, etc.) que de lo

Con formato: Color de fuente: Negro, Español (Argentina)

Con formato: Fuente: Negrita, Color de fuente: Negro

Con formato: Fuente: Sin Cursiva, Color de fuente: Negro

Con formato: Fuente: Sin Cursiva, Color de fuente: Negro

Con formato: Fuente: Sin Negrita, Color de fuente: Negro

Con formato: Fuente: Sin Negrita, Color de fuente: Negro

Con formato: Fuente: Sin Negrita, Color de fuente: Negro

contrario pueden convertirse en transmisoras desde un simple malestar a problemas mayores.

La elección del sistema depende esencialmente del número inicial de gérmenes y de si se trata de lograr la esterilización total o solamente la reducción del contenido microbiano (pasteurización).

Con formato: Fuente: Sin Negrita, Color de fuente: Negro

CUADRO 3. Sistemas de pasteurización

Sistema	Temperatura ° C	Duración del calentamiento	Efecto germicida en %
Pasterización lenta	62 – 65	30 minutos	95
Pasterización rápida	71 – 74	40-45 segundos	99.5
Pasterización alta	85	8-15 segundos	99.9
Ultra pasteurización	135 – 150	2 -8 segundos	99.9
Esterilización	110 – 115	20 – 25 minutos	100

Disponible: <http://www.mundohelado.com/helados/pasteurizacion.htm> (Consulta 2006-01-16).

Con formato: Fuente: Sin Negrita, Sin subrayado, Color de fuente: Automático, Español (México)

Código de campo cambiado

El sistema elegido para reducir el contenido microbiano de la mezcla debe cumplir los siguientes requisitos:

Con formato: Fuente: Sin Negrita, Color de fuente: Negro

Con formato: Fuente: Sin Negrita, Color de fuente: Negro

- El efecto germicida (porcentaje de gérmenes destruidos o eliminados) ha de superar al 99 % y si se trata de gérmenes patógenos debe ser el 100%.

Con formato: Fuente: Sin Negrita, Color de fuente: Negro

Con formato: Numeración y viñetas

Con formato: Fuente: Sin Negrita, Color de fuente: Negro

- La mezcla debe ser tratada con moderación para que conserve en la mayor medida posible sus principios nutritivos, así como sus propiedades organolépticas.

Con formato: Numeración y viñetas

- La rentabilidad del sistema debe ser alta y el gasto en aparatos, escaso.

Con formato: Fuente: Sin Negrita,
Color de fuente: Negro

Con formato: Numeración y viñetas

La pasteurización baja o lenta es la que mejor responde al principio conservador del valor nutritivo de la mezcla. El efecto germicida es inferior al exigido cuando la mezcla contiene inicialmente muchos microorganismos.

Con formato: Fuente: Sin Negrita,
Color de fuente: Negro

La pasteurización rápida es la empleada con mayor frecuencia. Cumple casi totalmente todos los requisitos. Entre las modificaciones químicas, cabe citar la coagulación de escasas cantidades de albúmina y globulina, así como la precipitación reducida de sales. Las vitaminas apenas se modifican.

Con formato: Fuente: Sin Negrita,
Color de fuente: Negro

La pasteurización alta es preferida por su elevado efecto germicida, las modificaciones físico - químicas son bastante más notorias, que en la pasteurización rápida, pues la mayoría de los fenómenos de desnaturalización se producen por encima de 75°C. Las pérdidas de las vitaminas A, B1 y C se limitan al 20%.

Con formato: Fuente: Sin Negrita,
Color de fuente: Negro

Con formato: Fuente: Sin Negrita,
Color de fuente: Negro

Con formato: Fuente: Sin Negrita,
Color de fuente: Negro

Con formato: Fuente: Sin Negrita,
Color de fuente: Negro

Con formato: Fuente: Sin Negrita,
Color de fuente: Negro

2.2.5. Homogeneización

Con formato: Mayúsculas

La elaboración del helado comienza con una simple emulsión aceite en agua, que se crea al homogeneizar los ingredientes a una temperatura donde toda la grasa está en estado líquido (temperatura de pasteurización). Durante la homogeneización se logra disminuir el tamaño de los glóbulos grasos a menos de 1 mm, aumentando así su área superficial, y se promueve la formación de una membrana de proteínas (principalmente caseínas) que rodean la superficie de dichos glóbulos grasos. En este momento las gotas de grasa se mantienen separadas y suspendidas en la fase acuosa debido al efecto estabilizante otorgado por dicha membrana.

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Es necesario agregar emulsificantes a la mezcla para reducir parcialmente tal estabilidad de los glóbulos grasos, y permitir de este modo, que éstos actúen como estabilizantes de las burbujas de aire que serán incorporadas más adelante.

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Durante la homogeneización se controlan dos parámetros fundamentales que influyen en la textura del helado: temperatura y presión. Si se trabaja a una temperatura menor a 65°C se formarán agregaciones de glóbulos grasos (clumping) en cambio, a temperaturas elevadas (85°C) se produce la ruptura de los glóbulos grasos con mayor eficiencia.

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Fuente: Sin Negrita

La presión de trabajo es inversamente proporcional a la relación materia grasa/sólidos no grasos de la leche, es decir, se necesitan mayores presiones cuando se trabaja con menor porcentaje de materia grasa respecto de los sólidos no grasos.

Con formato: Fuente: Sin Negrita

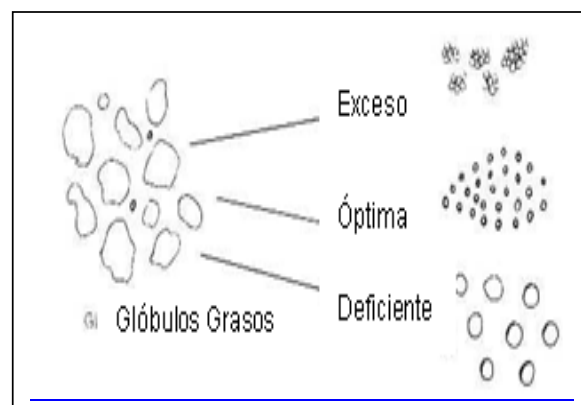
Con formato: Fuente: Sin Negrita

Disponible: <http://www.mundohelado.com/helados/homogeneizar.htm> (Consulta 2007-02-06).

En la siguiente figura, se observan los resultados sobre las grasas al operar con presiones de homogeneización en exceso, óptimas y deficientes.

Con formato: Fuente: Sin Negrita, Español (Argentina)

Figura 1. Homogeneización de los glóbulos grasos



2.2.6. Maduración

Al proceso de homogeneización le sigue la maduración, es decir, se mantiene la mezcla a una temperatura entre 0 a 5 °C durante 4 a 24 horas antes de la congelación.

Este proceso promueve el desarrollo de los siguientes fenómenos:

- Cristalización de la grasa, por lo cual ésta puede coalescer parcialmente.
Los ácidos grasos de alto punto de fusión comienzan a cristalizar y se orientan hacia la superficie del glóbulo graso, quedando en el centro del mismo la grasa líquida.

- Hidratación de las proteínas y estabilizantes dando por resultado un aumento en la viscosidad.

- Reacomodamiento en la membrana superficial de los glóbulos grasos; los emulsionantes reemplazan parcialmente a las proteínas y, de este modo, disminuye la estabilidad de los glóbulos grasos aumentando la probabilidad de que se produzca la coalescencia parcial de los mismos.

Con formato: Español (Argentina), Mayúsculas

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Fuente: Sin Negrita, Español (Argentina)

Con formato: Numeración y viñetas

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Numeración y viñetas

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Numeración y viñetas

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Disponible: <http://www.mundohelado.com/helados/cambios-helado-01.htm>
(Consulta 2005-12-06).

Figuras 2 y 3. Cristalización de los glóbulos grasos en una mezcla de helado

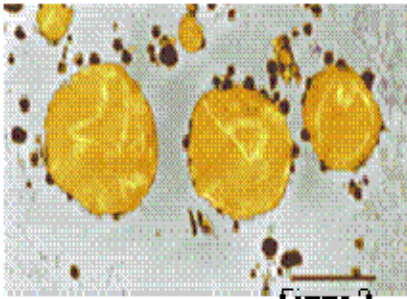


Figura 2

Baja cristalinidad dentro de los glóbulos grasos.

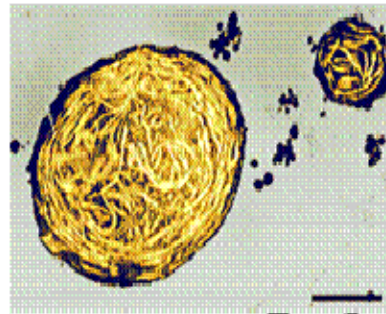


Figura 3

Interior del glóbulo graso casi totalmente cristalizado.

La coalescencia parcial es una aglomeración irreversible de glóbulos grasos que se mantienen unidos gracias a una combinación adecuada de grasa cristalizada y grasa líquida. Los glóbulos mantienen su identidad individual mientras se mantenga la estructura cristalina en su interior, por lo tanto dependen de la temperatura, puesto que, si los cristales se funden los glóbulos coalescerán totalmente. Se supone que los cristales de ácidos grasos de la superficie son los responsables de que los glóbulos se mantengan unidos mientras que los ácidos grasos líquidos fluyen parcialmente actuando de "cemento" en la unión".

2.2.7. Batido – Congelado

Luego de la maduración, la mezcla de helado comienza a batirse y congelarse. Este proceso crea dos fases estructurales discretas, millones de pequeños cristales y burbujas de aire dispersas en una fase concentrada no congelada.

La etapa de cristalización consiste en la nucleación y crecimiento de los cristales. La nucleación es la asociación de moléculas en una partícula minúscula ordenada, de un tamaño suficiente como para sobrevivir y servir de sitio para el crecimiento de los cristales. El crecimiento de un cristal es el aumento de tamaño de los núcleos por adición ordenada de moléculas.

Con formato: Centrado, Interlineado: 1,5 líneas

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Sangría: Izquierda: 0 cm, Derecha: 0 cm, Espacio Después: 0 pto, Interlineado: 1,5 líneas

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Fuente: Times New Roman, 12 pto, Sin Negrita, Color de fuente: Negro

Con formato: Fuente: Times New Roman, 12 pto, Color de fuente: Negro, Español (México)

Con formato: Sangría: Izquierda: 0 cm, Derecha: 0 cm, Espacio Después: 0 pto, Interlineado: 1,5 líneas

Con formato: Fuente: Times New Roman, 12 pto, Sin Negrita, Color de fuente: Negro

Estas dos etapas ocurren simultáneamente, por lo tanto se hace necesario controlar sus velocidades relativas para lograr controlar las características del sistema cristalino.

A medida que comienza la cristalización, el agua, proveniente de la leche, se va congelando en forma pura. De esta manera comienza a aumentar la concentración de la solución de azúcares debido a la remoción del agua en forma de hielo.

Con formato: Fuente: Times New Roman, 12 pto, Sin Negrita, Color de fuente: Negro

Con formato: Fuente: Times New Roman, 12 pto, Sin Negrita, Color de fuente: Negro

El punto de congelación de dicha solución disminuye conjuntamente con el aumento en la concentración.

Con formato: Fuente: Times New Roman, 12 pto, Sin Negrita, Color de fuente: Negro

El proceso de batido ayuda a que los cristales de hielo se mantengan en un tamaño discreto. Los cristales de hielo deben tener un diámetro entre 30-50 μm .

Con formato: Fuente: Times New Roman, 12 pto, Sin Negrita, Color de fuente: Negro

Es importante lograr la mayor cristalización posible del agua libre en esta etapa de congelación, puesto que en la etapa siguiente, endurecimiento, los cristales aumentarán de tamaño, si existe aún agua disponible, y darán por resultado una textura final indeseada.

Con formato: Fuente: Times New Roman, 12 pto, Sin Negrita, Color de fuente: Negro, Español (Argentina)

Otro factor importante es la capacidad de incorporar aire (overrun), la cual va a depender de la temperatura. La mayor incorporación de aire se produce entre -2 a -3 °C aproximadamente, cuando la mezcla endurece decrece la capacidad de incorporación de aire. Este nuevo ingrediente queda incorporado en forma de pequeñas burbujas o células de 50-80 μm de diámetro. Aproximadamente la mitad del volumen del helado está compuesto por aire, sin él el helado no tendría la estructura suave característica.

Con formato: Fuente: Times New Roman, 12 pto, Sin Negrita, Color de fuente: Negro

La estabilidad de este sistema (aire - cristales de hielo - gotas de grasa - fase líquida) dependerá del grado del overrun, del tamaño de las celdas de aire y, fundamentalmente, del espesor de la capa que rodea las células de aire. Esta capa está constituida por la grasa parcialmente desestabilizada, proteínas lácteas, sales no disueltas y estabilizantes. La misma debe tener un espesor mínimo de 10 μm y ser suficientemente resistentes.

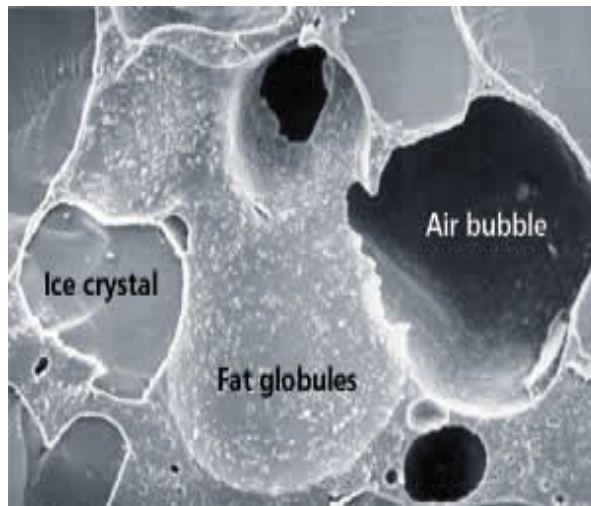
Con formato: Fuente: Times New Roman, 12 pto, Sin Negrita, Color de fuente: Negro

A igual cantidad de aire incorporado, si las células de aire tienen menor tamaño habrá una mayor área superficial a cubrir por dicha capa, por lo tanto la misma será más delgada y las células estarán más predispuestas a deformarse por la acción de los cristales de hielo. Si las burbujas de aire se unen entre sí y escapan de la matriz, el helado no puede mantener su forma y colapsa.

Con formato: Fuente: Times New Roman, 12 pto, Color de fuente: Negro

Figura 4. Burbujas de aire finamente dispersas en el helado

Con formato: Fuente: Times New Roman, 12 pto, Negrita, Color de fuente: Negro



Con formato: Sangría: Izquierda: 0 cm, Derecha: 0 cm, Espacio Después: 0 pto, Interlineado: 1,5 líneas

Los glóbulos de grasa, en estado de parcial coalescencia, forman una estructura tridimensional capaz de rodear a las burbujas de aire y mantenerlas estables dentro del sistema. Si los glóbulos grasos se encuentran desestabilizados en exceso, la superficie de las gotas de aire no quedan totalmente cubiertas provocando menor estabilidad en el sistema. Otra porción de los glóbulos grasos se mantiene en la fase acuosa ayudando a reducir la velocidad de fusión del helado.

Cuando se coloca el helado a temperatura ambiente (de climas cálidos) ocurren dos fenómenos: la fusión de los cristales de hielo y el colapso de la estructura espumosa estabilizada por la grasa.

Con formato: Fuente: Times New Roman, 12 pto, Color de fuente: Negro

La fusión del hielo depende de la temperatura y condiciones del ambiente (será más rápida a mayor temperatura y en un día ventoso, puesto que aumenta la velocidad de transferencia de calor). Sin embargo, incluso después de que los cristales de hielo hayan fundido, el helado "no funde" hasta tanto la espuma estabilizada por los glóbulos grasos no colapse. Esto último es función de la cantidad de grasa parcialmente desestabilizada, la cual puede controlarse con la concentración de emulsionantes.

Con formato: Fuente: Times New Roman, 12 pto, Color de fuente: Negro

Disponible: <http://www.mundohelado.com/helados/cambios-helado-02.htm>
(Consulta 2007-01-20).

Código de campo cambiado

2.2.8. Envasado y moldeado

El helado de crema puede envasarse en copas, conos, tarrinas o como es nuestro caso darle forma de paletas utilizando moldes metálicos.

Para el helado de crema tipo paleta, los palos se insertan antes de que los moldes se congelen completamente. Los productos congelados se sacan de los moldes pasándolos a través de una solución caliente que funde las superficies de los productos y permite que se puedan sacar fácilmente.

2.2.9. Endurecimiento y conservación del helado

Bylund, G. (2003), señala que la fabricación de helados de crema no está completa hasta que se somete de forma continua a un endurecimiento a una temperatura de

-20°C. Los productos envasados inmediatamente después de la congelación deben ser transferidos a un túnel de endurecimiento, cuanto más rápido es el endurecimiento mejor es la textura, luego se almacena en estantes o cajones a una temperatura de -25° a -30 ° C.

Es importante evitar fluctuaciones de temperatura durante su almacenamiento y distribución, ya que los cristales de hielo son relativamente inestables, pueden sufrir cambios de tamaño, número y forma, en un proceso conocido como recristalización.

La recristalización se puede minimizar manteniendo temperaturas bajas y constantes durante el almacenamiento del producto. Si la temperatura aumenta durante el almacenamiento, algunos de los cristales, particularmente los más pequeños, se fundirán y de esta manera aumentará la cantidad de agua no congelada. Por lo contrario, cuando la temperatura disminuya, el agua no congelada volverá a cristalizar pero no volverá a formar núcleos sino que se depositará en la superficie de los cristales más grandes, disminuyendo así el número total de cristales y aumentando el tamaño promedio de los mismos.

La vida útil del helado de crema depende del tipo de producto, el envasado, y el mantenimiento de una temperatura suficientemente baja. El periodo de almacenamiento oscila entre 0 y 9 meses.

Disponible: <http://www.mundohelado.com/helados/cambios-helado-03.htm>
(Consulta 2006-10-30).

2.3. INGREDIENTES DEL HELADO

Según Judkins, H., Keenner, H. (1989). “Los ingredientes empleados en los helados deben seleccionarse y proporcionarse de manera que le confieran la composición deseada. Esta composición puede variar considerablemente,

Con formato: Fuente: Sin Negrita,
Color de fuente: Negro, Inglés (Reino Unido)

dependiendo del tipo de helado que se haga, de la región y de las normas de los organismos de control”.

El componente más importante del helado es la grasa (crema) que deberá ser limpia y de sabor fresco si se quiere que resulte un buen helado. Constituyen también una fuente de grasa la leche entera y la mantequilla no salada.

El material para endulzar es otro de los ingredientes importantes. El más comúnmente usado es el azúcar de caña (sacarosa). También se obtienen buenos resultados con: glucosa, dextrosa o azúcar invertido. Las combinaciones de éstos últimos generalmente tienen la ventaja adicional de que mejoran el cuerpo y la textura del helado y son más baratos que la sacarosa.

Los siguientes ingredientes en importancia son los productos que forman los sólidos no grasos de la leche y los sólidos totales del helado. Estos productos proporcionan al helado el cuerpo deseado y la textura, aumentando su valor nutritivo. En los helados comerciales se emplean, con buenos resultados, la leche condensada común, entera o descremada, la leche condensada azucarada entera o descremada y la leche en polvo. En los helados de elaboración casera se utilizan huevos, almidón de maíz, leche evaporada o leche condensada endulzada.

Algunas empresas fabricantes de helados también utilizan estabilizantes. El estabilizante es una sustancia que se agrega en muy pequeña cantidad y que hace que el helado sea terso y firme.

La selección del sabor y el color es un paso importante. Existen en el mercado novedosas opciones naturales o artificiales, la mayoría de frutas en conserva son útiles para proporcionar un buen tono al helado así como darle un ligero sabor cítrico y en ocasiones un sabor a fruta.

2.3.1. Crema de leche

Según Dubach, J. (1988). “La crema es la grasa concentrada de la leche. Sirve como materia prima para la elaboración de mantequilla, helados, tortas, entre otros”.

Se producen tres clases de crema: simple que contiene el 18% de grasa; doble con un 48% y batida con un 35% de grasa.

La crema para ser utilizada como materia prima debe someterse a un proceso de pasteurización, tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- En la crema, la termorresistencia de los gérmenes es ligeramente superior.
- Ciertas lipasas microbianas tienen temperaturas de inactivación muy elevadas, próximas a los 85 °C.
- El calentamiento a alta temperatura permite la liberación en la crema de sustancias antioxidantes.
- El gusto a cocido no aparece tan rápidamente en la crema como en la leche.

Por lo tanto el tratamiento térmico de la crema debe ser más severo que en el caso de la leche, pues la crema es más viscosa y se calienta con menos facilidad. La crema es pasteurizada calentándola a 85 °C y manteniendo esta temperatura durante 10 a 20 minutos.

La crema que contiene un 30 % y un 38 % de grasa, puede ser batida a temperaturas menores a 8 °C, para producir una espuma estable haciendo que se introduzcan en la crema pequeñas burbujas de aire. Al mismo tiempo el volumen de la crema aumenta el doble o el triple.

CUADRO 4. Composición de la crema de leche (por 100 g de producto)

Calorías	362.00
Agua (g)	56.70
Grasa (g)	38.00
Proteína (g)	1.80
Carbohidratos (g)	3.10
Cenizas (g)	0.40

FUENTE: Ospina J., Aldana H. (1995). *Ingeniería y Agroindustria*.

2.3.2. Azúcares

Según Bylund, G. (2003), se añaden azúcares al helado con el objeto de ajustar el contenido de sólidos en el mismo y dar el dulzor típico que demandan los consumidores. El mix del helado contiene normalmente entre un 10 y un 18 % en peso de azúcar. Son muchos los factores que afectan al poder edulcorante y a la calidad del producto, pudiéndose utilizar distintos tipos de azúcares, tales como los azúcares de caña o remolacha, glucosa, lactosa y azúcar invertida (que es una mezcla de glucosa y fructosa).

Los azúcares controlan el punto de fusión y congelación en el helado, también la viscosidad del mix, mejoran la capacidad de batido del mix y ayudan a resaltar los aromas. Aportan la mayor parte de los sólidos, valor nutritivo y energético, así como cuerpo y textura al helado, evitando la formación de cristales de hielo en el helado y la cristalización de la lactosa en el mismo.

La leche condensada (concentrada azucarada) se utiliza a veces, contribuyendo tanto al dulzor del producto como a aumentar su contenido en sólidos no grasos.

El azúcar normal a veces se disuelve en agua; se puede conseguir una concentración del 50-55 % a temperatura ambiente, y hasta del 70 % a unos 80 °C. El azúcar líquido es más fácil de manejar que el azúcar sólido.

Para satisfacer a los que están sometidos a dietas especiales, entre los que los diabéticos suponen un grupo importante, se deben utilizar productos edulcorantes. Un edulcorante no tiene valor nutritivo pero tiene un sabor muy dulce incluso en pequeñas cantidades.

2.3.2. Leche en polvo

Para Veisseyre, R. (1972). “La leche en polvo constituye un excelente alimento de múltiples indicaciones. No solo puede consumirse como leche líquida después de su reconstitución, sino que, bajo la forma de polvo desnatado, es empleada por los fabricantes de helados y de pastas alimenticias; también se usa en pastelería”.

Se distinguen muchas categorías de leche en polvo; leche en polvo entera, semidescremada, y descremada. La presencia de grasa incrementa seriamente las dificultades de fabricación a causa del peligro de oxidación y enranciamiento durante su conservación.

El problema dominante de las leches en polvo es el de la solubilidad del producto, para preparar el mix del helado se consigue una mejor solubilidad mezclándola con una parte del azúcar de la fórmula y disolviéndola con el resto de ingredientes a una temperatura que oscila entre los 40-50 °C.

2.3.3. Estabilizantes

El empleo de estabilizantes en el helado ofrece las siguientes ventajas:

- Aumenta la viscosidad de la mezcla. De esta manera se retrasa el desnatado (separación de la emulsión en una fase rica en grasa y otra pobre en ésta) y favorecen así la estabilidad de la emulsión.

• __ Mejora la incorporación de aire y la distribución de las células de aire. En agua forman espuma con el aire y acentúan con ello la capacidad de batido de la mezcla.

Con formato: Numeración y viñetas

• __ Mejora el cuerpo y textura.

Con formato: Numeración y viñetas

- Mejora la estabilidad durante el almacenamiento. Demoran el crecimiento de los cristales de hielo y lactosa.
- Controla la recrystalización por parte de los estabilizantes, se atribuye a la reducción en la movilidad del agua debido a que ésta se encuentra atrapada en una estructura tridimensional. Experimentalmente se observa que los polisacáridos estabilizantes forman estructuras tipo gel alrededor de los cristales de hielo en presencia de proteínas de la leche. Los componentes proteicos son necesarios para formar y mejorar dichas estructuras. Cuando la temperatura aumenta se funde el agua de los cristales de hielo y esta agua fundida es retenida en las cercanías del cristal de hielo original gracias a la red molecular polisacárida. Esto permite que, al volver a disminuir la temperatura, el agua fundida tenga mayor tendencia a recrystalizar en el mismo cristal original, dentro de la matriz del gel, en vez de migrar a la superficie de otro cristal de mayor tamaño.
- Mejora las propiedades de fusión y derretido.

La leche y productos lácteos son de una composición química muy compleja y, por consiguiente, se pueden presentar fácilmente interacciones entre los estabilizantes y los componentes de la leche que den por resultado la precipitación de la proteína de ésta y/o de los estabilizantes.

Disponible: <http://www.mundohelado.com/materiasprimas/estabilizantes-usadosenhelados.htm> (Consulta 2005-10-01).

2.3.2.1. Aspectos a tomar en cuenta para elegir un estabilizante

Elegir un estabilizante para un helado no es nada fácil. Aunque entra en la composición como una cantidad ínfima con respecto a los otros componentes, su papel es determinante para la consistencia y el aspecto del helado.

En esta elección se tienen en cuenta la fórmula, el proceso, el comportamiento frente a la fusión, el aspecto organoléptico y el precio. Además, si se aplican combinaciones en sobredosis, la consistencia del helado se torna viscosa, gomosa, pegajosa o espesa.

- **El tipo de materia grasa.** El tipo de grasa utilizado es importante a la hora de elegir el estabilizante apropiado ya que se pueden encontrar distintos comportamientos. Los glóbulos grasos de la crema son estabilizados por una membrana proteica muy estable que limita la aglomeración en el freezer y luego acelera la fusión del helado. Los glóbulos grasos de mantequilla ya no tienen membrana proteica y se aglomeran más fácilmente.
- **La cantidad de grasa.** Es variable; y afecta a la dosis de estabilizante. Esta dosis será inversamente proporcional al nivel de materia grasa utilizado.
- **El origen de las proteínas.** La leche en polvo reemplazante hace que la reactividad del medio sea distinta, por lo que hay que tenerlo en cuenta a la hora de elegir el estabilizante adecuado. Ciertos estabilizantes reaccionan con las proteínas de la leche; si se deja reposar la mezcla del helado, puede separarse el suero.
- **La cantidad de proteínas.** Una dosis demasiado baja puede provocar problemas: disminución de las propiedades de aireación, helado acuoso y sin cuerpo. Esta pérdida se puede compensar seleccionando un estabilizante cuya capacidad de aglomeración sea importante.

- **El proceso.** Es importante para optimizar la elaboración del helado y evitar que las aglomeraciones de materia grasa se presenten en cantidad excesiva o insuficiente. Aumentar la presión de homogeneización o bajar la temperatura a la salida del freezer permite obtener un mayor número de aglomerados.

Disponible: <http://www.mundohelado.com/materiasprimas/estabilizantes-usadosenhelados-combinados.htm> (Consulta 2005-10-01).

2.3.2.2. Los estabilizantes utilizados en helados

- **Garrofin.** La harina de semillas de algarroba, además de utilizarse en el helado de crema, se emplea en helados de frutas y pastas.
- **Alginato sódico.** Es hidrosoluble. Las mezclas elaboradas con esta sustancia adquieren gran viscosidad, y los helados de crema fabricados con ellas se derriten uniformemente como espuma. Hoy día se utiliza el alginato más bien en preparados mixtos en unión con otros estabilizadores. En medio ácido precipita el ácido algínico a manera de gel, propiedad que se aprovecha en el helado de agua sin batido de aire para evitar un rápido goteo, sobre todo en presentaciones con palo o mango. Se obtiene entonces un helado “que no gotea”.
- **Propilenglicol alginato.** Aparecen los grupos carboxílicos esterificados con óxido de propileno. El propilen-glicol-alginato es pH estable, cuenta con buena capacidad formadora de espuma y sirve como estabilizador en helados de frutas, especialmente para sorbetes.
- **Carragenatos.** De acuerdo con el procedimiento de fabricación utilizado, se obtienen productos de distinto grado de pureza. El carragenato sódico es soluble en agua fría. Tienen particular importancia para los helados de

leche, ya que evitan la separación del suero provocada por los galactomananos o carboximetilcelulosa. En la actualidad se utilizan mucho con esta finalidad.

- **Agar-agar.** Exhibe una elevada capacidad de absorción de agua. Se emplea poco, debido a su alto precio. Muchas veces entra a formar parte de mezclas estabilizadoras destinadas a la fabricación de sorbetes.
- **Carboximetilcelulosa (CMC).** Se fabrica con un nivel de calidad fácilmente repetible. Cuando se incluye en los helados de crema, éstos alcanzan una “subida” por batido más alta. La CMC reacciona con las proteínas; en las mezclas separa el suero. Los helados de crema fabricados con CMC se derriten con rapidez, por lo cual la CMC suele utilizarse combinada con harina de semillas de algarroba, harina de semillas de guar y carragenatos. Por ser la CMC pH estable, sirve muy bien para la fabricación de sorbetes. Confiere a los helados de fruta una textura un tanto granulosa, deseable en ciertos artículos (helado de nieve, helado crujiente).
- **Metilcelulosa.** Se emplea en helados de crema, sobre todo en países del Bloque Oriental.
- **Celulosa microcristalina.** Esta clase de celulosa se hidrata en agua, pero no se disuelve en ella. Proporciona una elevada viscosidad a la mezcla y es motivo de que el helado de crema se derrita lentamente. Generalmente se combina con CMC o CMC-sódica.
- **Pectinas de baja esterificación.** Sirven para estabilizar helados de fruta y para fabricar pastas de fruta.
- **Goma xantan.** Es pH estable y fácilmente hidrosoluble. En los helados que contienen leche no provoca la separación del suero, por lo cual está

indicada para sustituir a los carragenatos. Es interesante su acción sinérgica con las harinas de algarroba y de semillas de guar. Se recomienda para helados de leche y de crema una mezcla del 24% de xantana y 92-98% de harina de semillas de guar. La xantan es incompatible con la CMC.

- **Gelatina.** Ha perdido su antigua importancia en la producción de helado de crema, si bien para la fabricación de sorbetes no puede renunciarse a la gelatina, debido a su acción estabilizadora de la espuma. La gelatina sirve mejor mezclada con harina de semillas de algarroba, harina de semillas de guar y pectina. Con alginatos, agar-agar y carragenatos pueden presentarse enturbiamientos o precipitaciones en la mezcla.

Disponible: <http://www.mundohelado.com/materiasprimas/estabilizantes-usadosenhelados-combinados.htm> (Consulta 2005-10-01).

En la presente investigación se utilizó el estabilizante OBSICREAM CR del cual se detalla el siguiente boletín técnico, facilitado por la casa comercial **obsidián CIA. LTDA.**

OBSICREAM CR

Estabilizante – Emulsionante para Helados de crema

Reg. Sanitario N° 1409INHGAN0103

Descripción

El OBSICREAM CR es un emulsionante – estabilizante para helados de crema. Provee al producto cremosidad, cuerpo y textura fina, además de un alto overrun y gran estabilidad frente a los choques térmicos en el almacenamiento y el transporte.

Composición

El OBSICREAM CR es una formulación equilibrada de varios componentes con funciones emulsificantes y estabilizantes, son materias primas de origen natural, cuidadosamente seleccionados y que cumplen con las normas de calidad alimenticias.

Procedimiento de aplicación

El producto se lo añade mezclado, al menos con un peso equivalente de azúcar, a la mezcla fría de ingredientes en plena agitación. Durante la operación de pasteurización, los ingredientes del producto se disuelven completamente en la mezcla.

Dosificación

Dependiendo de la composición de la mezcla, principalmente de su contenido de grasa, el producto debe ser añadido en concentraciones del 0,25 al 0,45 %. A mayor contenido de grasa y a menor concentración de sólidos no grasos, menor es la cantidad requerida de producto.

Características físicas

Aspecto	Granulado fino, algo ceroso
Color	Blanco cremoso
Olor y sabor	Neutros
Solubilidad	Dispersible en frío y soluble sobre los 65 ° Centígrados

Almacenamiento

El producto debe ser almacenado en lugares frescos y secos.

2.4. TEXTURA ÓPTIMA DEL HELADO: CLAVES PARA LOGRARLA

Uno de los aspectos a tener en cuenta para definir la calidad del helado es que tenga la textura apropiada. Este es un concepto inicialmente visual, y después lo percibimos en la boca, al consumirlo.

Se considera que la textura es la óptima cuando: el conjunto de componentes proporciona una estructura cremosa, uniforme, ligera y suave, por lo que se refiere a la disposición y dimensión de las partículas que lo componen, cuando las partículas sólidas son lo suficientemente pequeñas para no ser detectadas en la boca.

Generalmente se espera que las células de aire midan entre 50-100 μm , los cristales de hielo entre 20-60 μm y los glóbulos de grasa entre 0.2-2.0 μm , además de las sales, proteínas, azúcares y estabilizantes que estarán disueltos en el agua que queda en estado líquido.

Los factores que permiten una textura más suave y agradables son:

- La composición del mix.
- El método de elaboración.
- Los ingredientes usados.
- La forma de congelación y la rapidez de endurecimiento.
- Las condiciones de almacenamiento.

La composición del mix. La cantidad apropiada de sólidos totales del mix reduce de la cantidad de agua a congelar, retarda el crecimiento de cristales y la incorporación de aire durante el proceso de congelación y se baja el punto de congelación.

El contenido de grasas en el mix, en la proporción adecuada, reduce el tamaño de los cristales de hielo y produce un efecto lubricante, que da sensación de suavidad en la boca.

El método de elaboración. Seguir al pie de la letra los procesos de pasteurización, homogeneización y maduración, son determinantes en la textura del producto, si la lactosa se cristaliza durante el proceso la textura será arenosa.

Las temperaturas altas en la pasteurización del mix producen una textura más suave y permiten una mejor disolución de las grasas y azúcares, y permiten una mejor integración entre los ingredientes.

En el caso de utilizar homogeneizador, la presión correcta es importante para mejorar la textura, sin embargo no debe cometerse el error de dar más presión de la indicada, pues los resultados no mejoran proporcionalmente.

Los ingredientes usados. Al usar frutas frescas o en conserva, debe tomarse en cuenta la cantidad de agua que aportan, al balancear la fórmula. También debe tomarse en cuenta el tamaño de las frutas usadas, trozos muy grandes disminuyen la suavidad al paladar, pero si son muy pequeños desmerecen el aspecto del producto final.

La calidad de la leche y crema usadas afecta el producto final, por su contenido de grasas y por el aporte de agua a la mezcla total.

Las yemas de huevo producen casi el mismo efecto que los emulsionantes, pero su uso es más costoso, tiene algunos riesgos y los resultados son menos pronunciados.

Mayor cantidad de azúcar permite obtener una textura más suave, pues baja el punto de congelación y se aumenta la cantidad del material no congelado, puede balancearse con dextrosa.

La congelación, rapidez de endurecimiento y manipulación. Una vez elaborado, se recomienda la congelación rápida, pues produce unos cristales de hielo más pequeños, por lo tanto imperceptibles.

Debe controlarse la temperatura a la salida del congelador y evitar las fluctuaciones al pasar a la cámara de endurecimiento.

Las condiciones de almacenamiento. El helado puede ser almacenado por bastante tiempo, sin embargo debe cuidarse que las cámaras estén a la temperatura indicada y que no se corte en ningún momento la cadena de frío o que haya fluctuaciones importantes en la temperatura.

Disponible: <http://www.mundohelado.com/helados/claves-textura.htm> (Consulta 2005-10-01).

2.4.1. Defectos típicos en la textura

La textura depende principalmente del número y tamaño de las partículas, su organización y su distribución; debe ser suave y producir una sensación agradable en la boca.

Áspero. Ocurre cuando los cristales de hielo han crecido hasta un nivel sensorial detectable. Los cristales se funden en la boca.

Arenoso. Se percibe como una textura arenosa causada por el crecimiento de cristales de lactosa. Estos cristales no se funden en la boca.

Esponjoso. El producto es escamado y se rompe con facilidad. Este defecto es causado con un excesivo overrun, gran tamaño de células de aire o niveles inadecuados de estabilizantes.

Gomoso. Es de estructura compacta y apariencia pegajosa. Es causado por un overrun insuficiente, alta concentración de sólidos o demasiado estabilizante.

Blando. El helado se funde rápidamente en la boca.

Las causas de este defecto son: bajo contenido de sólidos totales, alto overrun, inapropiado balance entre grasa y sólidos del suero, o inadecuado nivel de estabilizantes.

Disponible: <http://www.mundohelado.com/helados/claves-textura.htm> (Consulta 2005-10-01).

2.5. EQUIPO PARA LA ELABORACIÓN DE HELADOS

El equipo principal para la elaboración de helados consiste en el tanque de mezclado, pasteurizador, homogenizador, enfriador, tanque de almacenamiento, máquina heladora y un congelador o cuarto frío para almacenar el producto terminado.

En la presente investigación se utilizó una máquina de congelación rápida para la fabricación de helados tipo paleta, muy importante sobre todo en la transformación del mix en helado.

Figura 5. Tina de congelación rápida de helados tipo paleta



La máquina consta de una tina construida en material de acero inoxidable, con aislamiento de poliuretano expandido para conservar la temperatura. Trabaja con un serpentín interno de cobre para la respectiva evaporación del refrigerante, el mismo que se acopla a una unidad condensadora con todos los accesorios necesarios para su buen funcionamiento. Consta además de un agitador para garantizar una buena circulación y enfriamiento de la salmuera de cloruro de calcio en la tina.

La función principal de este equipo es congelar en el menor tiempo posible los helados tipo paleta, sumergidos en la salmuera de CaCl_2 en moldes de acero inoxidable; mejorando de ésta forma la textura del helado por un congelamiento más eficiente que impide la formación de cristales de hielo en el producto final.

Según Dossat, R. (1998). La salmuera de cloruro de calcio se usa principalmente en ciertos procesos de enfriamiento industrial, en productos congelados y almacenados y para algunas otras aplicaciones con salmuera donde se requiera tener temperaturas menores a 0°F . La temperatura mínima de congelamiento que puede obtenerse con la salmuera de cloruro de calcio es aproximadamente -67°F , con una concentración de un 30 % en peso. La principal desventaja de la salmuera de cloruro de calcio es su tendencia a impartir un sabor amargo a los productos alimenticios cuando entra en contacto con ellos (Ver Anexo 10).

Figura 6. Moldes para helados tipo paleta sumergidos en la salmuera de CaCl_2



CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Con formato: Justificado,
Interlineado: 1,5 líneas

La presente investigación se desarrolló en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte.

Las características del área son las siguientes:

PROVINCIA:	Imbabura
CANTÓN:	Ibarra
PARROQUIA:	Azaya
ALTITUD:	2228 m.s.n.m.
TEMP. MEDIA:	18°C
PRECIPITACIÓN:	544 mm

HUMEDAD RELATIVA: 78%

3.2. MATERIALES Y SUMINISTROS

3.2.1. Materiales y equipos

- Tina de congelación para helados
- Termómetros
- Refractómetro
- Balanza gramera
- Pipetas (1, 10 ml)
- Pipetas de seguridad (1, 10, 11 ml)
- Butirómetros Gerber
- Acidómetro
- Probetas
- Tamices
- Cucharas de madera
- Recipientes
- Batidora
- Selladora
- Cocina
- Refrigeradora
- Congelador
- Cronómetro
- Centrífuga
- Fundas plásticas
- Paletas de helados

3.2.2. Materias primas e insumos

- Leche
- Azúcar
- Crema de leche
- Leche en polvo
- Estabilizante OBSICREAM CR

3.2.3. Reactivos

- Fenolftaleína
- Acido sulfúrico (98%)
- Alcohol amílico
- Hidróxido de sodio (0.1 N)
- Agua destilada

3.3. MÉTODOS

3.3.1. Factores en estudio

Los factores estudiados fueron: La mezcla de ingredientes funcionales (estabilizante y crema de leche) en la elaboración de helados de crema tipo paleta, con sus respectivos tiempos de batido.

CUADRO 5

FACTORES	NIVELES	
	1	2
A: Estabilizante (OBSICREAM CR)	A1 : 0,3%	A2 : 0,4%
B: Porcentaje de crema	B1 : 10%	B2 : 20%
C: Tiempos de batido	C1 : 5 minutos	C2 : 10 minutos

3.3.2. Tratamientos

Los 8 tratamientos resultaron de la combinación de los diferentes ingredientes funcionales (citados anteriormente), adicionados a la leche entera estandarizada al 3.3% de materia grasa, conjuntamente con los tiempos de batido.

CUADRO 6

N°	TRATAMIENTOS	ESTABILIZANTE (%)	CREMA (%)	TIEMPO (minutos)
T1	A1B1C1	0.3	10	5
T2	A1B1C2	0.3	10	10
T3	A1B2C1	0.3	20	5
T4	A1B2C2	0.3	20	10
T5	A2B1C1	0.4	10	5
T6	A2B1C2	0.4	10	10
T7	A2B2C1	0.4	20	5
T8	A2B2C2	0.4	20	10

3.3.3. Diseño Experimental

3.3.3.1. Tipo de diseño

En la presente investigación se utilizó un diseño de bloques completos al azar, para evaluar los niveles de estabilizante y crema de los tratamientos de una forma más flexible.

3.3.3.2. Características del experimento

- Repeticiones: 4
- Tratamientos: 8
- Unidades Experimentales: 32.

Cada unidad experimental estuvo compuesta por 500 g de mix, que contenía los ingredientes funcionales adicionados a una leche estandarizada al 3.3% de materia grasa y el resto de ingredientes, con los tiempos de batido mencionados. (Ver Anexo3).

3.3.3.3. Esquema del análisis estadístico

CUADRO 7

ADEVA	
Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	31
Repeticiones	3
Tratamientos	7
Factor A	1
Factor B	1
Factor C	1
Factor A x B	1
Factor A x C	1
Factor B x C	1
Factor A x B x C	1
Error Experimental	21

3.3.3.4 Análisis Funcional

El análisis funcional mantuvo una relación directa con el coeficiente de variación y, para el caso de diferencias significativas entre tratamientos se realizó la prueba de Tukey al 5% y DMS para factores.

3.3.4. Variables evaluadas

- Acidez del mix.
- Densidad del mix.
- Porcentaje de grados Brix del mix.
- Porcentaje de Grasa y Sólidos no Grasos del mix.
- Porcentaje de Overrun (incorporación de aire) del helado.
- Análisis organoléptico de: color, olor, sabor, dulzor, textura y aceptabilidad del helado.

3.4. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

Para la preparación del mix se utilizó los ingredientes funcionales (crema y estabilizante), adicionados a una leche estandarizada al 3,3% de grasa y el resto de ingredientes en base a las formulaciones que se muestran en el Anexo 3.

Cabe señalar que se trabajó con una crema media (35 % de grasa), leche en polvo entera (26 % de grasa), sacarosa y estabilizante OBSICREAM CR y luego de transcurrir el tiempo de maduración de la mezcla, se determinó las siguientes variables:

- **Acidez del mix.** La acidez del mix se midió transcurridas las 24 horas de maduración de la mezcla. Este análisis se determinó aplicando el Método Dornic para la determinación de la Acidez Titulable y expresando el resultado en porcentaje de ácido láctico. El método consiste en valorar 10 ml de muestra con hidróxido de sodio N/10, utilizando fenoftaleína como indicador, hasta que la muestra cambie a una coloración rosa.
- **Densidad del mix.** Para el cálculo de la densidad se utilizó la fórmula:

$D = m/V$. Donde:

D = densidad

m = masa del mix

V = volumen del mix

Los datos de masa y volumen del mix fueron establecidos transcurridas las 24 horas de maduración de la mezcla.

- **Grados brix del mix.** El porcentaje de grados brix se midió transcurridas las 24 horas de maduración del mix, mediante el uso de un refractómetro manual.
- **Porcentaje de grasa del mix.** Para determinar el porcentaje de grasa del mix, se aplicó el método Gerber transcurridas las 24 horas de maduración.
- **Porcentaje de sólidos no grasos del mix.** Para el cálculo de sólidos no grasos se utilizó la fórmula de Richmond:

$\%SNG = [(D-1)*250] + (\%G*0.2) + 0.62$. Donde:

%SNG = Porcentaje de sólidos no grasos

D = Densidad del mix

%G = Porcentaje de grasa del mix

- **Porcentaje de overrun del helado.** Para el cálculo del porcentaje de overrun, se utilizó la fórmula:

$\%OR = [(VH - VM) / VM] \times 100$. Donde:

%OR = Porcentaje de overrun

VH = Volumen de helado después del batido

VM = Volumen del mix

Los datos VM y VH, fueron medidos transcurridas las 24 horas de maduración del mix y luego del batido respectivamente.

Cabe señalar que la mencionada fórmula se utiliza para el cálculo del porcentaje de overrun, en la empresa FABRILÁCTEOS de la ciudad de Quito.

- **Análisis organoléptico del helado.** Para el análisis organoléptico se aplicó la prueba de Friedman con la intervención de un panel de degustación que calificó todos los tratamientos con un testigo comercial.

3.5. PROCESO DE FABRICACIÓN DE HELADOS DE CREMA

Preparación del mix. El mix o mezcla del helado se obtuvo en una cuba con agitador; adicionando y calentando todos los ingredientes: leche (natural y en polvo), crema de leche, azúcar y estabilizante; este último se añadió cuando la mezcla base alcanzó una temperatura de 50 °C, con agitación intensa y previamente mezclado con una cantidad de azúcar para evitar la formación de grumos en el mix.

Pasteurización. El mix una vez preparado se sometió a una temperatura de 85°C durante 15 minutos, por el efecto germicida que ofrece este tipo de pasteurización.

Homogeneización. La homogeneización se realizó en una forma manual utilizando una batidora.

Enfriamiento. El mix se enfrió hasta alcanzar una temperatura no superior a 6°C. Para el efecto se sumergió el recipiente que contenía la mezcla en agua helada, para lograr un rápido descenso de la temperatura.

Maduración. Es una fase de reposo a la que se sometió el mix en recipientes cerrados, a una temperatura máxima de 6°C durante 24 horas, tiempo en el que actuó el estabilizante.

Incorporación de aire. A este efecto, se utilizó una batidora manual (150 rpm) que permitió incorporar aire a la mezcla.

Congelación. Después del batido la mezcla se colocó en moldes tipo paleta, los cuales se sumergieron en una tina de congelación para helados, cuya temperatura registraba entre -12 y -15°C.

Endurecimiento. El producto congelado se sometió a una temperatura de -20 °C, ya que cuanto más rápido es el endurecimiento mejor es la textura.

Almacenamiento. El producto una vez empacado fue almacenado a una temperatura mínima de -25°C. (Ver Anexo 4).

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

VARIABLES EVALUADAS.

- 4.1. Acidez del mix
- 4.2. Densidad del mix
- 4.3. Porcentaje de Grados Brix del mix
- 4.4. Porcentaje de Grasa del mix
- 4.5. Porcentaje de Sólidos no Grasos del mix
- 4.6. Porcentaje de Overrun (incorporación de aire) del helado
- 4.7. Análisis organoléptico: color, olor, sabor, dulzor, textura y aceptabilidad del helado

Para llegar a los diferentes cuadros de análisis de varianza y pruebas de significación que se van a encontrar a lo largo de este capítulo, se realizó en la mayoría de los casos una transformación de los datos originales, que dentro del Diseño Experimental está permitido, para de ésta manera lograr que las variables en estudio tengan una distribución estadística normal y los resultados sean confiables. Cabe señalar que para las conclusiones y recomendaciones los datos obtenidos fueron decodificados.

4.1. VARIABLE ACIDEZ DEL MIX

Los datos de acidez del mix del helado fueron medidos luego de haber transcurrido el tiempo de maduración de la mezcla (24 horas), en % de ácido láctico (Ver Anexo 5). Para la transformación de datos de esta variable se utilizó la tabla de valores de transformación arco-seno (Ver Anexo 9), y luego se multiplicó por 1000.

CUADRO 8

TRANSFORMACIÓN DE DATOS DE LA ACIDEZ DEL MIX, POR ARCO-SENO Y POR 1000

TRATAMIENTOS		REPETICIONES				Σt	\bar{x}
		r1	r2	r3	r4		
1	A1B1C1	1.720,000	1.770,000	1.720,000	1.720,000	6.930,000	1.732,500
2	A1B1C2	1.765,000	1.765,000	1.720,000	1.720,000	6.970,000	1.742,500
3	A1B2C1	1.720,000	1.720,000	1.720,000	1.765,000	6.925,000	1.731,250
4	A1B2C2	1.720,000	1.765,000	1.765,000	1.720,000	6.970,000	1.742,500
5	A2B1C1	1.765,000	1.720,000	1.765,000	1.720,000	6.970,000	1.742,500
6	A2B1C2	1.720,000	1.765,000	1.720,000	1.720,000	6.925,000	1.731,250
7	A2B2C1	1.720,000	1.765,000	1.765,000	1.720,000	6.970,000	1.742,500
8	A2B2C2	1.765,000	1.720,000	1.720,000	1.720,000	6.925,000	1.731,250
TOTAL	Σr	13.895,000	13.990,000	13.895,000	13.805,000	55.585,000	1.737,031

CUADRO 9

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE ACIDEZ

ANÁLISIS DE VARIANZA						
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.cal.	F.tab(5%)	F.tab(1%)
TOTAL	31	15.492,969				
REPETICIONES	3	2.139,844	713,281	1,209 ^{NS}	3,070	4,870
TRATAMIENTOS	7	961,719	137,388	0,233 ^{NS}	2,490	3,650
A	1	0,781	0,781	0,001 ^{NS}	4,320	8,020
B	1	0,781	0,781	0,001 ^{NS}	4,320	8,020

AxB	1	0,781	0,781	0,001 ^{NS}	4,320	8,020
C	1	0,781	0,781	0,001 ^{NS}	4,320	8,020
AxC	1	957,031	957,031	1,622 ^{NS}	4,320	8,020
BxC	1	0,781	0,781	0,001 ^{NS}	4,320	8,020
AxBxC	1	0,781	0,781	0,001 ^{NS}	4,320	8,020
E.EXP.	21	12.391,406	590,067			
C.V.= 1,4%						

Siendo:

^{NS} = No significativo.

** = Altamente significativo al 1%.

* = Significativo al 5%.

El ADEVA de la variable acidez determina que no existen diferencias significativas, lo que indica que todos los tratamientos involucrados son estadísticamente iguales. Es decir los ingredientes funcionales (crema y estabilizante) no influyeron directamente en la determinación de una acidez lo suficientemente alta o baja como para ser analizada.

Además el coeficiente de variación igual a 1,4%, indica que el experimento fue bien realizado, tomando en cuenta lo aprendido en Diseño Experimental que dice: mientras más bajo es el valor del C.V. mayor es el nivel de confianza del experimento.

Al no encontrar diferencias significativas entre los diferentes tratamientos no se realizó ninguna prueba de significación.

4.2. VARIABLE DENSIDAD DEL MIX

Los datos de densidad del mix, fueron medidos luego de haber transcurrido el tiempo de maduración de la mezcla (24 horas), en g/cm^3 (Ver Anexo 5). Para la transformación de datos de esta variable únicamente se multiplicó por 1000.

CUADRO 10

**TRANSFORMACIÓN DE DATOS DE LA DENSIDAD DEL MIX, POR
1000**

TRATAMIENTOS		REPETICIONES				Σt	\bar{x}
		r1	r2	r3	r4		
1	A1B1C1	1.090,000	1.094,000	1.092,000	1.092,000	4.368,000	1.092,000
2	A1B1C2	1.093,000	1.090,000	1.090,000	1.094,000	4.367,000	1.091,750
3	A1B2C1	1.085,000	1.082,000	1.080,000	1.082,000	4.329,000	1.082,250
4	A1B2C2	1.080,000	1.084,000	1.085,000	1.080,000	4.329,000	1.082,250
5	A2B1C1	1.087,000	1.093,000	1.093,000	1.090,000	4.363,000	1.090,750
6	A2B1C2	1.094,000	1.094,000	1.090,000	1.092,000	4.370,000	1.092,500
7	A2B2C1	1.086,000	1.083,000	1.080,000	1.084,000	4.333,000	1.083,250
8	A2B2C2	1.082,000	1.082,000	1.083,000	1.080,000	4.327,000	1.081,750
TOTAL	Σr	8.697,000	8.702,000	8.693,000	8.694,000	34.786,000	1.087,063

CUADRO 11

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE DENSIDAD

ANÁLISIS DE VARIANZA						
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.cal.	F.tab(5%)	F.tab(1%)
TOTAL	31	827,875				
REPETICIONES	3	6,125	2,042	0,399 ^{NS}	3,070	4,870
TRATAMIENTOS	7	714,375	102,054	19,959 ^{**}	2,490	3,650
A	1	0,000	0,000	0,000 ^{NS}	4,320	8,020
B	1	703,125	703,125	137,515 ^{**}	4,320	8,020
AxB	1	0,500	0,500	0,098 ^{NS}	4,320	8,020
C	1	0,000	0,000	0,000 ^{NS}	4,320	8,020

AxC	1	0,125	0,125	0,024 ^{NS}	4,320	8,020
BxC	1	4,500	4,500	0,880 ^{NS}	4,320	8,020
AxBxC	1	6,125	6,125	1,198 ^{NS}	4,320	8,020
E.EXP.	21	107,375	5,113			
C.V. = 0,21%						

El ADEVA de la variable densidad determina que existen diferencias muy significativas entre tratamientos y para el factor B (% de crema), lo que indica que todos los tratamientos involucrados son estadísticamente diferentes.

El coeficiente de variación igual a 0,21%, indica que el experimento fue bien realizado.

Al encontrar diferencias significativas entre los diferentes tratamientos se procedió a realizar la prueba de Tukey al 5%, para de esta forma establecer los mejores tratamientos. Por otro lado para el factor B (% de crema) se aplicó la prueba de DMS.

CUADRO 12

PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE LA VARIABLE DENSIDAD

TRATAMIENTO	MEDIA	DECODIFICACIÓN	RANGOS				
T6	1.092,500	1,0925 g/cm ³	a				
T1	1.092,000	1,0920 g/cm ³	a	b			
T2	1.091,750	1,0918 g/cm ³	a	b	c		
T5	1.090,750	1,0908 g/cm ³	a	b	c	d	
T7	1.083,250	1,0832 g/cm ³		b	c	d	e
T3	1.082,250	1,0822 g/cm ³		b	c	d	e
T4	1.082,250	1,0822 g/cm ³		b	c	d	e
T8	1.081,750	1,0818 g/cm ³		b	c	d	e

La prueba de Tukey para la variable densidad detecta 5 rangos, y como mejores tratamientos ubica a: T6 (0,4% de estabilizante, 10% de crema y 10 minutos de batido); T1 (0,3% de estabilizante, 10% de crema y 5 minutos de batido); T2 (0,3% de estabilizante, 10% de crema y 10 minutos de batido); y T5 (0,4% de estabilizante, 10% de crema y 5 minutos de batido); por encontrarse en el primer rango.

Observando los mejores tratamientos se puede decir que utilizando el menor porcentaje de crema (10%), los valores de densidad aumentaron, debido a que hay un menor aporte de grasa y mayor aporte de sólidos no grasos. Por otro lado también se observa que en ésta variable no influyeron los niveles de estabilizante y tiempos de batido planteados en el experimento.

Realizando la prueba de DMS para el factor B (% de crema) se obtuvieron los siguientes rangos:

CUADRO 13

PRUEBA DE DMS PARA EL FACTOR B

FACTOR	MEDIA	RANGOS	
B1	1.091,750	a	
B2	1.082,375		b

La prueba DMS para el factor B (% de crema) detecta 2 rangos, ubicando en el primer rango al factor B1 (10% de crema), corroborando así que a menor porcentaje de crema la densidad aumenta o viceversa.

4.3. VARIABLE PORCENTAJE DE GRADOS BRUX DEL MIX

Los datos de grados brix del mix, fueron medidos luego de haber transcurrido el tiempo de maduración de la mezcla (24 horas), en porcentaje de grados brix (Ver Anexo 5). Para la transformación de datos de esta variable se utilizó la tabla de valores de transformación arco-seno (Ver Anexo 9).

CUADRO 14

TRANSFORMACIÓN DE DATOS DEL % DE GRADOS BRUX DEL MIX, POR ARCO-SENO

TRATAMIENTOS		REPETICIONES				$\sum t$	\bar{x}
		r1	r2	r3	r4		
1	A1B1C1	31,820	31,820	31,820	31,820	127,280	31,820
2	A1B1C2	31,310	31,820	31,950	31,820	126,900	31,725
3	A1B2C1	32,580	32,580	32,580	32,580	130,320	32,580
4	A1B2C2	32,270	32,580	32,580	32,580	130,010	32,503
5	A2B1C1	31,310	30,980	31,310	31,310	124,910	31,228
6	A2B1C2	31,310	30,660	31,310	31,310	124,590	31,148
7	A2B2C1	31,950	31,950	32,580	31,950	128,430	32,108
8	A2B2C2	32,580	32,580	31,950	31,950	129,060	32,265
TOTAL	$\sum r$	255,130	254,970	256,080	255,320	1.021,500	31,922

CUADRO 15

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE % DE GRADOS BRUX

ANÁLISIS DE VARIANZA						
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.cal.	F.tab(5%)	F.tab(1%)
TOTAL	31	9,620				
REPETICIONES	3	0,091	0,030	0,482 ^{NS}	3,070	4,870
TRATAMIENTOS	7	8,214	1,173	18,730**	2,490	3,650

A	1	1,767	1,767	28,209**	4,320	8,020
B	1	6,248	6,248	99,735**	4,320	8,020
AxB	1	0,106	0,106	1,689 ^{NS}	4,320	8,020
C	1	0,005	0,005	0,072 ^{NS}	4,320	8,020
AxC	1	0,031	0,031	0,499 ^{NS}	4,320	8,020
BxC	1	0,033	0,033	0,519 ^{NS}	4,320	8,020
AxBxC	1	0,024	0,024	0,386 ^{NS}	4,320	8,020
E.EXP.	21	1,316	0,063			
C.V. = 0,79 %						

El ADEVA de la variable % de grados brix del helado, determina que existe una alta significación estadística entre tratamientos y también para los factores A (% de estabilizante) y B (% de crema); lo que indica que todos los tratamientos involucrados son estadísticamente diferentes.

De acuerdo al coeficiente de variación igual a 0,79% la investigación fue bien realizada.

Al encontrar diferencias significativas entre los diferentes tratamientos se procedió a realizar la prueba de Tukey al 5% y de esta forma establecer los mejores tratamientos. Por otro lado para los factores A (% de estabilizante) y B (% de crema) se aplicó la prueba de DMS.

CUADRO 16

PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE LA VARIABLE % DE GRADOS BRUX

TRATAMIENTO	MEDIA	DECODIFICACIÓN	RANGOS					
T3	32,580	29,00 % de °Brix	a					
T4	32,503	28,87 % de °Brix	a	b				
T8	32,265	28,49 % de °Brix	a	b	c			
T7	32,108	28,25 % de °Brix	a	b	c	d		
T1	31,820	27,80 % de °Brix		b	c	d	e	
T2	31,725	27,65 % de °Brix		b	c	d	e	f
T5	31,228	26,88 % de °Brix		b	c	d	e	f

T6	31,148	26,75 % de °Brix		b	c	d	e	f
----	--------	------------------	--	---	---	---	---	---

La prueba de Tukey para la variable % de grados brix detecta 6 rangos, y como mejores tratamientos ubica a: T3 (0,3% de estabilizante, 20% de crema y 5 minutos de batido); T4 (0,3% de estabilizante, 20% de crema y 10 minutos de batido); T8 (0,4% de estabilizante, 20% de crema y 10 minutos de batido); y T7 (0,4% de estabilizante, 20% de crema y 5 minutos de batido); por encontrarse en el primer rango.

Observando los mejores tratamientos se puede decir que utilizando el mayor porcentaje de crema (20%), los valores de grados brix del helado aumentaron; debido al aporte de sólidos solubles que forman parte de la crema. Además observando los dos primeros tratamientos se deduce que también influyó la dosis de estabilizante utilizada para este porcentaje de crema, y que por último los tiempos de batido no influyeron.

Por otro lado con la prueba de DMS para los factores A (% de estabilizante) y B (% de crema), se obtuvieron los siguientes rangos:

CUADRO 17

PRUEBA DE DMS PARA EL FACTOR A

FACTOR	MEDIA	RANGOS	
A1	32,157	a	
A2	31,687		b

CUADRO 18

PRUEBA DE DMS PARA EL FACTOR B

FACTOR	MEDIA	RANGOS	
--------	-------	--------	--

B2	32,364	a	
B1	31,480		b

La prueba DMS para el factor A (% de estabilizante) detecta 2 rangos, ubicando en el primero al factor A1 (0,3% de estabilizante); por otro lado para el factor B (% de crema) detecta también 2 rangos ubicando en el primer lugar al factor B2 (20% de crema), por lo tanto se puede decir que tanto el factor A1 como el B2, influyeron directamente en la determinación del porcentaje de grados brix.

4.4. VARIABLE PORCENTAJE DE GRASA DEL MIX

Los datos de % de grasa del mix fueron medidos luego de haber transcurrido las 24 horas maduración de la mezcla, aplicando el método Gerber para la obtención del porcentaje de grasa (Ver Anexo 5). Luego se realizó la transformación de datos de esta variable utilizando la tabla de valores de transformación arco-seno (Ver Anexo 9).

CUADRO 19

TRANSFORMACIÓN DE DATOS DEL % DE GRASA DEL MIX, POR ARCO-SENO

TRATAMIENTOS		REPETICIONES				$\sum t$	\bar{x}
		r1	r2	r3	r4		
1	A1B1C1	14,240	14,180	14,300	14,300	57,020	14,255
2	A1B1C2	14,360	14,300	14,180	14,300	57,140	14,285
3	A1B2C1	17,410	14,300	17,510	17,460	66,680	16,670
4	A1B2C2	17,460	17,510	17,560	17,460	69,990	17,498
5	A2B1C1	14,300	14,300	14,240	14,180	57,020	14,255
6	A2B1C2	14,420	14,180	14,240	14,300	57,140	14,285
7	A2B2C1	17,460	17,620	17,560	17,510	70,150	17,538
8	A2B2C2	17,560	17,460	17,360	17,460	69,840	17,460

TOTAL	Σr	127,210	123,850	126,950	126,970	504,980	15,781
--------------	------------	---------	---------	---------	---------	---------	--------

CUADRO 20**ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE % DE GRASA**

ANÁLISIS DE VARIANZA						
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.cal.	F.tab(5%)	F.tab(1%)
TOTAL	31	82,701				
REPETICIONES	3	0,961	0,320	1,013 ^{NS}	3,070	4,870
TRATAMIENTOS	7	75,098	10,728	33,918**	2,490	3,650
A	1	0,344	0,344	1,089 ^{NS}	4,320	8,020
B	1	73,024	73,024	230,868**		
AxB	1	0,344	0,344	1,089 ^{NS}		
C	1	0,328	0,328	1,037 ^{NS}		
AxC	1	0,410	0,410	1,295 ^{NS}		
BxC	1	0,238	0,238	0,753 ^{NS}		
AxBxC	1	0,410	0,410	1,295 ^{NS}		
E.EXP.	21	6,642	0,316			
C.V. = 3,6%						

El ADEVA de la variable % de grasa, determina que existe una alta significación estadística entre tratamientos y también para el factor B (% de crema); lo que indica que todos los tratamientos involucrados son estadísticamente diferentes.

El coeficiente de variación para esta variable es igual a 3,6%, lo que indica que el experimento fue bien realizado.

Al encontrar diferencias significativas entre los diferentes tratamientos se realizó la prueba de Tukey al 5% para de esta forma establecer los mejores tratamientos. Por otro lado para el factor B (% de crema), se aplicó la prueba DMS.

CUADRO 21

PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE LA VARIABLE % DE GRASA

TRATAMIENTO	MEDIA	DECODIFICACIÓN	RANGOS				
T7	17,538	9,078 % de grasa	a				
T4	17,498	9,038 % de grasa	a	b			
T8	17,460	9,000 % de grasa	a	b	c		
T3	16,670	8,230 % de grasa	a	b	c	d	
T6	14,285	6,0875 % de grasa		b	c	d	e
T2	14,285	6,0875 % de grasa		b	c	d	e
T1	14,255	6,0625 % de grasa		b	c	d	e
T5	14,255	6,0625 % de grasa		b	c	d	e

La prueba de Tukey en la variable % de grasa detecta 5 rangos, ubicando en el primero a los tratamientos: T7 (0,4% de estabilizante, 20% de crema y 5 minutos de batido); T4 (0,3% de estabilizante, 20% de crema y 10 minutos de batido); T8 (0,4% de estabilizante, 20% de crema y 10 minutos de batido); y T3 (0,3% de estabilizante, 20% de crema y 5 minutos de batido).

Por lo tanto se puede decir que en la determinación de un porcentaje alto de grasa, influyó directamente el ingrediente funcional crema y prácticamente no influyeron los porcentajes de estabilizante, ni los tiempos de batido planteados para el experimento.

Por otro lado con la prueba de DMS para el factor B (% de crema), se obtuvieron los siguientes rangos:

CUADRO 22

PRUEBA DE DMS PARA EL FACTOR B

FACTOR	MEDIA	RANGOS	
B2	17,291	a	
B1	14,270		b

La prueba DMS para el factor B (% de crema) detecta 2 rangos, ubicando en el primero al factor B2 (20% de crema).

De todo lo enunciado se puede decir que el factor B2, influyó directamente en la determinación de un porcentaje de grasa alto, no así los porcentajes de estabilizante, ni los tiempos de batido.

4.5. VARIABLE PORCENTAJE DE SÓLIDOS NO GRASOS DEL MIX

Para el cálculo del porcentaje de sólidos no grasos del mix, se utilizó los valores de la densidad y el porcentaje de grasa del mix, aplicando la fórmula de Richmond (Ver Anexo 5).

$$\%SNG = [(D-1)*250] + (\%G*0.2) + 0.62$$

Donde:

%SNG = Porcentaje de sólidos no grasos

D = Densidad del mix

%G = Porcentaje de grasa del mix

Una vez obtenidos los datos en % SNG, se procedió a transformar los datos aplicando logaritmos.

CUADRO 23

TRANSFORMACIÓN DE DATOS DEL % DE SÓLIDOS NO GRASOS
DEL MIX, POR LOGARITMOS

TRATAMIENTOS		REPETICIONES				$\sum t$	\bar{x}
		r1	r2	r3	r4		
1	A1B1C1	1,386	1,403	1,395	1,395	5,580	1,395
2	A1B1C2	1,400	1,386	1,386	1,404	5,576	1,394
3	A1B2C1	1,374	1,361	1,351	1,360	5,446	1,361
4	A1B2C2	1,351	1,370	1,375	1,351	5,446	1,361
5	A2B1C1	1,373	1,400	1,399	1,386	5,558	1,389
6	A2B1C2	1,404	1,403	1,386	1,395	5,589	1,397
7	A2B2C1	1,379	1,365	1,351	1,370	5,465	1,366
8	A2B2C2	1,361	1,360	1,365	1,351	5,436	1,359
TOTAL	$\sum r$	11,027	11,049	11,008	11,011	44,094	1,378

CUADRO 24

ANÁLISIS DE VARIANZA						
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.cal.	F.tab(5%)	F.tab(1%)
TOTAL	31	0,01072450				
REPETICIONES	3	0,00013169	0,00004390	0,41356845 ^{NS}	3,070	4,870

TRATAMIENTOS	7	0,00836386	0,00119484	11,25710267**	2,490	3,650
A	1	0,00000001	0,00000001	0,00008308 ^{NS}	4,320	8,020
B	1	0,00812176	0,00812176	76,51882487**	4,320	8,020
AxB	1	0,00001131	0,00001131	0,10657063 ^{NS}	4,320	8,020
C	1	0,00000011	0,00000011	0,00100844 ^{NS}	4,320	8,020
AxC	1	0,00000133	0,00000133	0,01253616 ^{NS}	4,320	8,020
BxC	1	0,00009918	0,00009918	0,93440167 ^{NS}	4,320	8,020
AxBxC	1	0,00013016	0,00013016	1,22629386 ^{NS}	4,320	8,020
E.EXP.	21	0,00222895	0,00010614			
C.V. = 0,75 %						

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE % DE SÓLIDOS NO GRASOS

El ADEVA de la variable % de sólidos no grasos, determina que existe una alta significación estadística entre tratamientos y también para el factor B (% de crema); lo que indica que todos los tratamientos involucrados son estadísticamente diferentes.

El coeficiente de variación para esta variable es igual a 0,75%, lo que indica que la investigación fue bien realizada

Al encontrar diferencias significativas entre los diferentes tratamientos se realizó la prueba de Tukey al 5% y por otro lado para el factor B (% de crema) se aplicó la prueba de DMS.

CUADRO 25

PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE LA VARIABLE % DE SÓLIDOS NO GRASOS

TRATAMIENTO	MEDIA	DECODIFICACIÓN	RANGOS			
T6	1,397	24,94 % SNG	a			
T1	1,395	24,83 % SNG	a	b		

T2	1,394	24,77 % SNG	a	b	c		
T5	1,389	24,49 % SNG	a	b	c	d	
T7	1,366	23,22 % SNG		b	c	d	e
T4	1,361	22,96 % SNG		b	c	d	e
T3	1,361	22,96 % SNG		b	c	d	e
T8	1,359	22,85 % SNG		b	c	d	e

La prueba de Tukey para la variable % de sólidos no grasos detecta 5 rangos, ubicando en el primero a los siguientes tratamientos: T6 (0,4% de estabilizante, 10% de crema y 10 minutos de batido); T1 (0,3% de estabilizante, 10% de crema y 5 minutos de batido); T2 (0,3% de estabilizante, 10% de crema y 10 minutos de batido); y T5 (0,4% de estabilizante, 10% de crema y 5 minutos de batido).

Observando éstos tratamientos se puede decir que el ingrediente funcional que influyó directamente para un valor de sólidos no grasos alto, fue el porcentaje de crema al 10%, debido a que hay un menor aporte de grasa y mayor aporte de sólidos no grasos en la formulación. Además prácticamente no influyeron los porcentajes de estabilizante, ni los tiempos de batido planteados para el experimento.

Por otro lado con la prueba de DMS para el factor B (% de crema), se obtuvieron los siguientes rangos:

CUADRO 26

PRUEBA DE DMS PARA EL FACTOR B

FACTOR	MEDIA	RANGOS	
B1	1,394	a	
B2	1,362		b

La prueba DMS para el factor B (% de crema) detecta 2 rangos, ubicando en el primero al factor B1 (10% de crema).

De todo lo enunciado se deduce que el factor B1 (10% de crema), influyó directamente en la determinación de un porcentaje de sólidos no grasos alto, corroborando así que a menor porcentaje de crema los sólidos no grasos aumentan.

4.6. VARIABLE % DE OVERRUN (incorporación de aire del helado)

Los volúmenes para establecer el % de overrun (incorporación de aire), fueron medidos antes y después de batir la mezcla, y luego con estos datos se aplicó la siguiente fórmula (Ver Anexo 5).

$$\%OR = [(VH - VM) / VM] \times 100.$$

Donde:

%OR = Porcentaje de overrun

VH = Volumen de helado después del batido

VM = Volumen del mix

Una vez obtenidos los datos en % OR, se procedió a transformar los datos aplicando logaritmos.

CUADRO 27

**TRANSFORMACIÓN DE DATOS DEL % DE OVERRUN DEL HELADO,
POR LOGARITMOS**

TRATAMIENTOS		REPETICIONES				$\sum t$	\bar{x}
		r1	r2	r3	r4		
1	A1B1C1	1,613	1,632	1,671	1,585	6,501	1,625
2	A1B1C2	1,671	1,714	1,657	1,651	6,692	1,673
3	A1B2C1	1,489	1,743	1,521	1,790	6,543	1,636
4	A1B2C2	1,820	1,721	1,683	1,792	7,017	1,754
5	A2B1C1	1,726	1,577	1,646	1,721	6,670	1,668
6	A2B1C2	1,760	1,760	1,788	1,805	7,112	1,778
7	A2B2C1	1,828	1,796	1,862	1,866	7,351	1,838
8	A2B2C2	1,838	2,024	1,977	1,975	7,814	1,953
TOTAL	$\sum r$	13,745	13,965	13,806	14,184	55,700	1,741

CUADRO 28

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE % DE OVERRUN

ANÁLISIS DE VARIANZA						
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.cal.	F.tab(5%)	F.tab(1%)
TOTAL	31	0,489				
REPETICIONES	3	0,014	0,005	0,893 ^{NS}	3,070	4,870
TRATAMIENTOS	7	0,362	0,052	9,614 ^{**}	2,490	3,650
A	1	0,150	0,150	27,967 ^{**}	4,320	8,020
B	1	0,095	0,095	17,746 ^{**}	4,320	8,020
AxB	1	0,032	0,032	6,006 [*]	4,320	8,020
C	1	0,077	0,077	14,310 ^{**}	4,320	8,020
AxC	1	0,002	0,002	0,333 ^{NS}	4,320	8,020
BxC	1	0,003	0,003	0,533 ^{NS}	4,320	8,020
AxBxC	1	0,002	0,002	0,401 ^{NS}	4,320	8,020
E.EXP.	21	0,113	0,005			
C.V. = 4,06%						

El ADEVA de la variable % de overrun, determina que existe una alta significación estadística entre tratamientos y también para los factores A (% de estabilizante), B (% de crema) y C (tiempos de batido); lo que indica que todos los

tratamientos involucrados son estadísticamente diferentes. También existe significación estadística al 5% para la interacción AxB.

El coeficiente de variación para esta variable es igual a 4,06%, lo que indica que la investigación fue bien realizada.

Al encontrar diferencias significativas entre los diferentes tratamientos se realizó la prueba de Tukey al 5% para de esta forma establecer los mejores tratamientos. Por otro lado para los factores A (% de estabilizante), B (% de crema) y C (tiempos de batido), se aplicó la prueba de DMS y por último se graficó la interacción AxB.

CUADRO 29

PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE LA VARIABLE % DE OVERRUN

TRATAMIENTO	MEDIA	DECODIFICACIÓN	RANGOS		
T8	1,953	89,74 % de overrun	a		
T7	1,838	68,86 % de overrun	a	b	
T6	1,778	59,98 % de overrun		b	c
T4	1,754	56,75 % de overrun		b	c
T2	1,673	47,10 % de overrun		b	c
T5	1,668	46,56 % de overrun		b	c
T3	1,636	43,25 % de overrun		b	c
T1	1,625	42,17 % de overrun		b	c

La prueba de Tukey para la variable % de overrun detecta 3 rangos, y como mejores tratamientos ubica a: T8 (0,4% de estabilizante, 20% de crema y 10 minutos de batido); T7 (0,4% de estabilizante, 20% de crema y 5 minutos de batido); por encontrarse en el primer rango.

Observando los mejores tratamientos, se puede decir que los ingredientes funcionales (estabilizante y crema), influyeron directamente en la determinación

de un porcentaje alto de overrun, dosificados al 0,4 y 20 % respectivamente y no es tan relevante los tiempos de batido planteados para el experimento.

Por otro lado con la prueba de DMS para los factores A (% de estabilizante), B (% de crema) y C (tiempos de batido), se obtuvieron los siguientes rangos:

CUADRO 30

PRUEBA DE DMS PARA EL FACTOR A

FACTOR	MEDIA	RANGOS	
A2	1,809	a	
A1	1,672		b

CUADRO 31

PRUEBA DE DMS PARA EL FACTOR B

FACTOR	MEDIA	RANGOS	
B2	1,795	a	
B1	1,686		b

CUADRO 32

PRUEBA DE DMS PARA EL FACTOR C

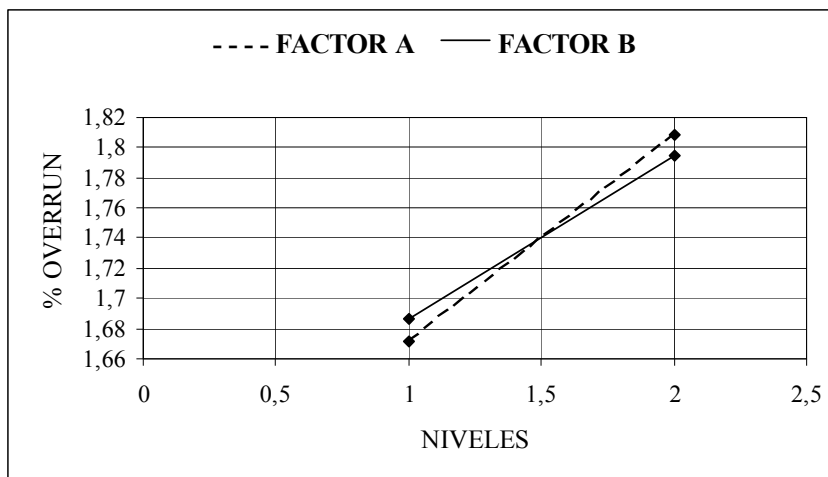
FACTOR	MEDIA	RANGOS
C2	1,790	a
C1	1,692	a

La prueba DMS para el factor A (% de estabilizante) detecta 2 rangos, ubicando en el primero al factor A2 (0,4 % de estabilizante); para el factor B (% de crema) detecta también 2 rangos ubicando en el primer lugar al factor B2 (20% de crema), y por otro lado para el factor C (tiempos de batido) se observa un solo rango, es decir C1 (5 minutos de batido) y C2 (10 minutos de batido), son estadísticamente iguales.

De todo lo enunciado se puede decir que tanto el factor A2 (0,4% de estabilizante) como el B2 (20% de crema), influyeron directamente en la determinación del porcentaje de overrun, no así los tiempos de batido.

GRÁFICO 1

INTERACCIÓN DE LOS FACTORES A (% DE ESTABILIZANTE) Y B (% DE CREMA) PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE OVERRUN



La interacción entre los factores A (% de estabilizante) y B (% de crema), se da en los puntos 1,5 y 1,74. Es decir con un 0,35% de estabilizante y 15% de crema se logra una incorporación de aire óptima para el proceso realizado.

4.7. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO

Para el análisis organoléptico del helado, se aplicó la prueba de Friedman con la intervención de un panel de 8 degustadores que calificó todos los tratamientos con un testigo comercial. Para la anotación de las calificaciones de cada degustador se utilizó una ficha para análisis sensorial (Ver Anexo 6).

Fórmula:

$$X^2 = \frac{12}{b \cdot t(t+1)} \sum R^2 - 3b(t+1)$$

Donde:

X^2 = Chi-cuadrado

R = rangos

t = tratamientos

b = degustadores

A continuación se presentan las tablas que contienen los rangos obtenidos en cada parámetro solicitado: color, olor, sabor, dulzor, textura y aceptabilidad del helado; con el respectivo gráfico para una mejor interpretación.

CUADRO 33**RANGOS PARA LA EVALUACIÓN DEL COLOR EN EL HELADO DE CREMA TIPO PALETA**

TRATAMIENTOS		DEGUSTADORES								$\sum R$	$\sum R^2$	\bar{x}
		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8			
T1	A1B1C1	5,0	5,5	5,0	5,5	2,0	5,0	2,5	1,5	32,0	1024,0	4,0
T2	A1B1C2	5,0	5,5	5,0	5,5	6,5	5,0	2,5	1,5	36,5	1332,3	4,6
T3	A1B2C1	5,0	5,5	5,0	5,5	6,5	5,0	7,0	6,0	45,5	2070,3	5,7
T4	A1B2C2	5,0	5,5	5,0	5,5	2,0	5,0	7,0	6,0	41,0	1681,0	5,1
T5	A2B1C1	5,0	5,5	5,0	5,5	2,0	5,0	2,5	6,0	36,5	1332,3	4,6
T6	A2B1C2	5,0	5,5	5,0	5,5	6,5	5,0	2,5	6,0	41,0	1681,0	5,1
T7	A2B2C1	5,0	5,5	5,0	1,0	6,5	5,0	7,0	6,0	41,0	1681,0	5,1
T8	A2B2C2	5,0	1,0	5,0	5,5	6,5	5,0	7,0	6,0	41,0	1681,0	5,1
T9	TESTIGO	5,0	5,5	5,0	5,5	6,5	5,0	7,0	6,0	45,5	2070,3	5,7
TOTAL		45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	360,0	14553,0	45,0

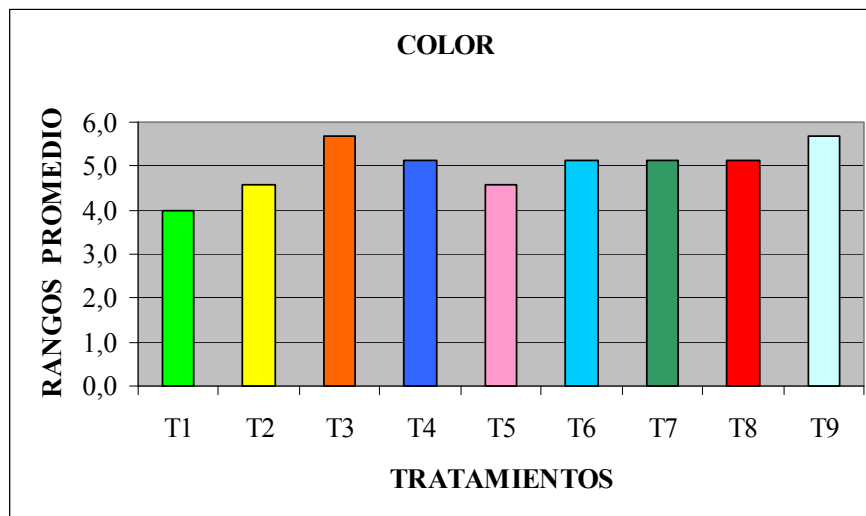
Después de realizar la prueba de Friedman para la evaluación del color, se obtuvo un valor X^2 calculado igual a: 2,55.

Para un nivel de significación al 1% y con 8 grados de libertad, el valor chi-cuadrado tabular es: 20,1.

Esto indica que no se encontró diferencias significativas entre tratamientos por lo tanto los ocho tratamientos más el testigo comercial estadísticamente son iguales.

GRAFICO 2

INTERPRETACIÓN PORCENTUAL DE LA PRUEBA DE FRIEDMAN PARA EL COLOR



Graficando los rangos medios para el color, se puede determinar que según el panel de degustación, los tratamientos se ubican en el siguiente orden:

1. T3 (0,3% de estabilizante, 20% de crema y 5 minutos de batido); y T9 (testigo).
2. T4, T6, T7 y T8.
3. T2 y T5.
4. T1.

Es decir el color del helado de crema evaluado, prácticamente es similar o igual al testigo comercial.

CUADRO 34

RANGOS PARA LA EVALUACIÓN DEL OLOR EN EL HELADO DE CREMA TIPO PALETA

TRATAMIENTOS		DEGUSTADORES								$\sum R$	$\sum R^2$	\bar{x}
		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8			
T1	A1B1C1	6,0	5,5	5,5	5,0	6,5	5,5	1,0	1,5	36,5	1332,3	4,6
T2	A1B1C2	6,0	5,5	5,5	5,0	6,5	5,5	5,5	6,0	45,5	2070,3	5,7
T3	A1B2C1	2,0	5,5	5,5	5,0	2,0	5,5	5,5	1,5	32,5	1056,3	4,1
T4	A1B2C2	6,0	5,5	5,5	5,0	6,5	1,0	5,5	6,0	41,0	1681,0	5,1
T5	A2B1C1	6,0	5,5	5,5	5,0	2,0	5,5	5,5	6,0	41,0	1681,0	5,1
T6	A2B1C2	6,0	5,5	5,5	5,0	2,0	5,5	5,5	6,0	41,0	1681,0	5,1
T7	A2B2C1	6,0	5,5	5,5	5,0	6,5	5,5	5,5	6,0	45,5	2070,3	5,7
T8	A2B2C2	6,0	5,5	5,5	5,0	6,5	5,5	5,5	6,0	45,5	2070,3	5,7
T9	TESTIGO	1,0	1,0	1,0	5,0	6,5	5,5	5,5	6,0	31,5	992,3	3,9
TOTAL		45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	360,0	14634,5	45,0

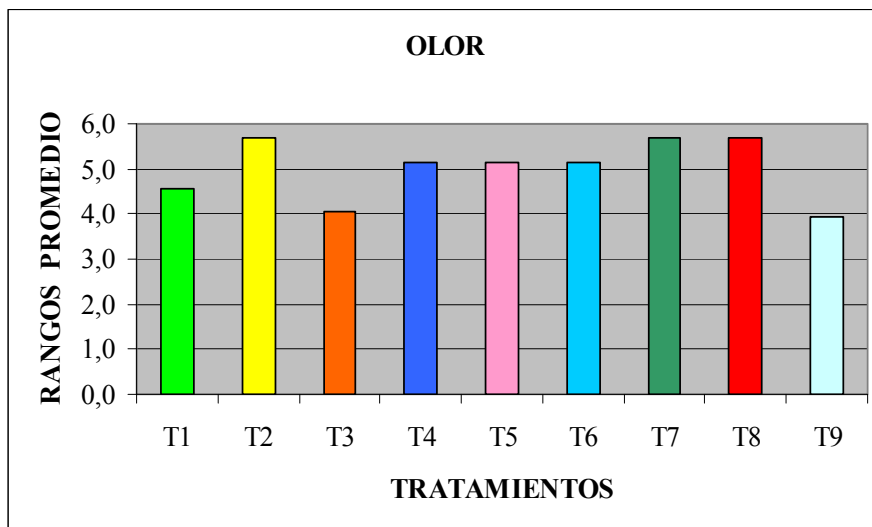
Después de realizar la prueba de Friedman para la evaluación del olor, se obtuvo un valor X^2 calculado igual a: 3,99.

Para un nivel de significación al 1% y con 8 grados de libertad, el valor chi-cuadrado tabular es: 20,1.

Esto indica que no se encontró diferencias significativas entre tratamientos por lo tanto los ocho tratamientos más el testigo comercial estadísticamente son iguales.

GRAFICO 3

INTERPRETACIÓN PORCENTUAL DE LA PRUEBA DE FRIEDMAN PARA EL OLOR



Graficando los rangos medios para el olor, se puede determinar que según el panel de degustación, los tratamientos se ubican en el siguiente orden:

1. T2 (0,3% de estabilizante, 10% de crema, 10 minutos de batido), T7 (0,4% d estabilizante, 20% de crema, 5 minutos de batido) y T8 (0,4% de estabilizante, 20% de crema, 10 minutos de batido).

2. T4, T5 y T6.

3. T1.

4. T3.

5. T9 (testigo).

En cuanto tiene que ver al olor del helado evaluado, tres tratamientos resultaron ser mejores que el testigo comercial, el cual según el panel de degustación se ubica en el último lugar.

CUADRO 35

RANGOS PARA LA EVALUACIÓN DEL SABOR EN EL HELADO DE CREMA TIPO PALETA

TRATAMIENTOS	DEGUSTADORES								$\sum R$	$\sum R^2$	\bar{x}	
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8				
T1	A1B1C1	7,0	3,5	7,0	5,0	5,5	5,5	2,5	6,0	42,0	1764,0	5,3
T2	A1B1C2	1,5	3,5	7,0	5,0	5,5	5,5	2,5	1,5	32,0	1024,0	4,0
T3	A1B2C1	7,0	3,5	2,5	5,0	5,5	1,0	7,0	6,0	37,5	1406,3	4,7
T4	A1B2C2	7,0	1,0	7,0	5,0	5,5	5,5	7,0	6,0	44,0	1936,0	5,5
T5	A2B1C1	3,5	3,5	7,0	5,0	1,0	5,5	7,0	6,0	38,5	1482,3	4,8
T6	A2B1C2	7,0	7,5	2,5	5,0	5,5	5,5	2,5	6,0	41,5	1722,3	5,2
T7	A2B2C1	1,5	7,5	2,5	5,0	5,5	5,5	7,0	6,0	40,5	1640,3	5,1
T8	A2B2C2	7,0	7,5	7,0	5,0	5,5	5,5	2,5	1,5	41,5	1722,3	5,2
T9	TESTIGO	3,5	7,5	2,5	5,0	5,5	5,5	7,0	6,0	42,5	1806,3	5,3
TOTAL		45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	360,0	14503,5	45,0

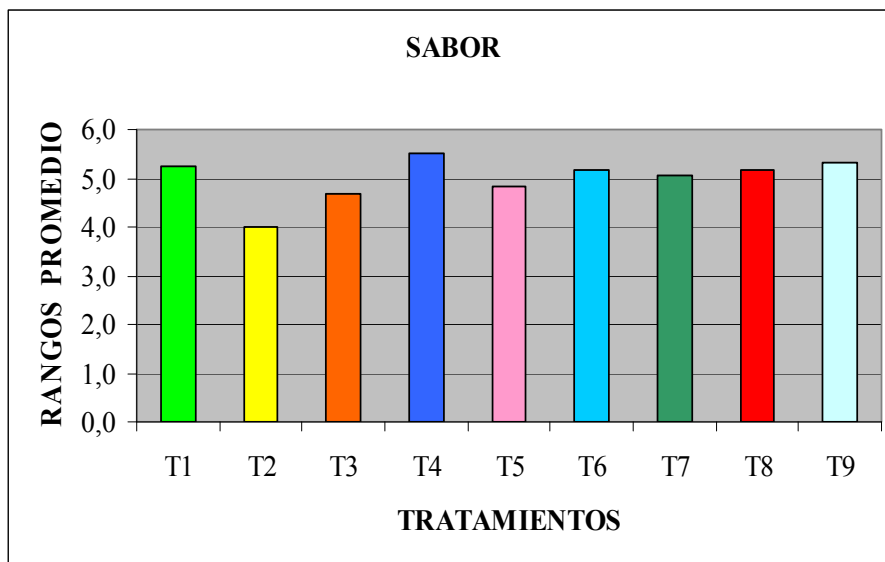
Después de realizar la prueba de Friedman para la evaluación del sabor, se obtuvo un valor X^2 calculado igual a: 1,72.

Para un nivel de significación al 1% y con 8 grados de libertad, el valor chi-cuadrado tabular es: 20,1.

Esto indica que no se encontró diferencias significativas entre tratamientos por lo tanto los ocho tratamientos más el testigo comercial estadísticamente son iguales.

GRAFICO 4

INTERPRETACIÓN PORCENTUAL DE LA PRUEBA DE FRIEDMAN PARA EL SABOR



Graficando los rangos medios para el sabor, se puede determinar que según el panel de degustación, los tratamientos se ubican en el siguiente orden:

1. T4 (0,3% de estabilizante, 20% de crema, 10 minutos de batido).
2. T1 y T9 (testigo).
3. T6 y T8.
4. T7.
5. T5.
6. T3.
7. T2.

En cuanto tiene que ver al sabor del helado de crema tipo paleta evaluado, según el panel de degustadores ocupa el primer lugar superando al testigo comercial.

CUADRO 36

RANGOS PARA LA EVALUACIÓN DEL DULZOR EN EL HELADO DE CREMA TIPO PALETA

TRATAMIENTOS	DEGUSTADORES								$\sum R$	$\sum R^2$	\bar{x}
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8			
T1 A1B1C1	5,5	1,0	6,5	5,0	5,0	1,0	5,0	5,5	34,5	1190,3	4,3
T2 A1B1C2	5,5	5,5	6,5	5,0	5,0	5,5	5,0	1,0	39,0	1521,0	4,9
T3 A1B2C1	5,5	5,5	6,5	5,0	5,0	5,5	5,0	5,5	43,5	1892,3	5,4
T4 A1B2C2	5,5	5,5	2,0	5,0	5,0	5,5	5,0	5,5	39,0	1521,0	4,9
T5 A2B1C1	5,5	5,5	6,5	5,0	5,0	5,5	5,0	5,5	43,5	1892,3	5,4

T6	A2B1C2	5,5	5,5	2,0	5,0	5,0	5,5	5,0	5,5	39,0	1521,0	4,9
T7	A2B2C1	1,0	5,5	2,0	5,0	5,0	5,5	5,0	5,5	34,5	1190,3	4,3
T8	A2B2C2	5,5	5,5	6,5	5,0	5,0	5,5	5,0	5,5	43,5	1892,3	5,4
T9	TESTIGO	5,5	5,5	6,5	5,0	5,0	5,5	5,0	5,5	43,5	1892,3	5,4
TOTAL		45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	360,0	14512,5	45,0

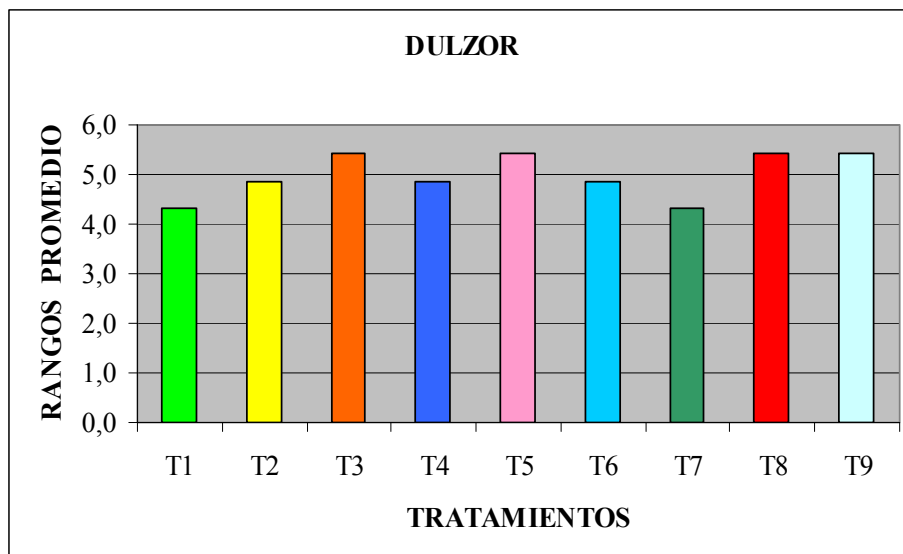
Después de realizar la prueba de Friedman para la evaluación del dulzor, se obtuvo un valor X^2 calculado igual a: 1,88.

Para un nivel de significación al 1% y con 8 grados de libertad, el valor chi-cuadrado tabular es: 20,1.

Esto indica que no se encontró diferencias significativas entre tratamientos por lo tanto los ocho tratamientos más el testigo comercial estadísticamente son iguales.

GRAFICO 5

INTERPRETACIÓN PORCENTUAL DE LA PRUEBA DE FRIEDMAN PARA EL DULZOR



Graficando los rangos medios para el dulzor, se puede determinar que según el panel de degustación, los tratamientos se ubican en el siguiente orden:

1. T3 (0,3% de estabilizante, 20% de crema y 5 minutos de batido), T5 (0,4% de estabilizante, 10% de crema y 5 minutos de batido), T8 (0,4% de estabilizante, 20% de crema y 10 minutos de batido) y T9 (testigo).

2. T2, T4 y T6.

3. T1 y T7.

En cuanto tiene que ver al dulzor del helado, según el panel de degustadores tres tratamientos fueron considerados prácticamente iguales al testigo comercial.

CUADRO 37

RANGOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA TEXTURA EN EL HELADO DE CREMA TIPO PALETA

TRATAMIENTOS	DEGUSTADORES								$\sum R$	$\sum R^2$	\bar{x}
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8			
T1 A1B1C1	7,5	5,5	6,5	2,0	7,0	5,5	1,5	6,5	42,0	1764,0	5,3
T2 A1B1C2	4,5	5,5	6,5	6,5	7,0	5,5	1,5	6,5	43,5	1892,3	5,4
T3 A1B2C1	2,5	5,5	6,5	2,0	3,0	5,5	6,0	2,0	33,0	1089,0	4,1
T4 A1B2C2	7,5	1,0	2,0	6,5	3,0	5,5	6,0	2,0	33,5	1122,3	4,2
T5 A2B1C1	1,0	5,5	2,0	6,5	1,0	5,5	6,0	6,5	34,0	1156,0	4,3
T6 A2B1C2	7,5	5,5	6,5	6,5	7,0	5,5	6,0	6,5	51,0	2601,0	6,4
T7 A2B2C1	4,5	5,5	6,5	2,0	3,0	5,5	6,0	6,5	39,5	1560,3	4,9
T8 A2B2C2	7,5	5,5	6,5	6,5	7,0	5,5	6,0	6,5	51,0	2601,0	6,4
T9 TESTIGO	2,5	5,5	2,0	6,5	7,0	1,0	6,0	2,0	32,5	1056,3	4,1
TOTAL	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	360,0	14842,0	45,0

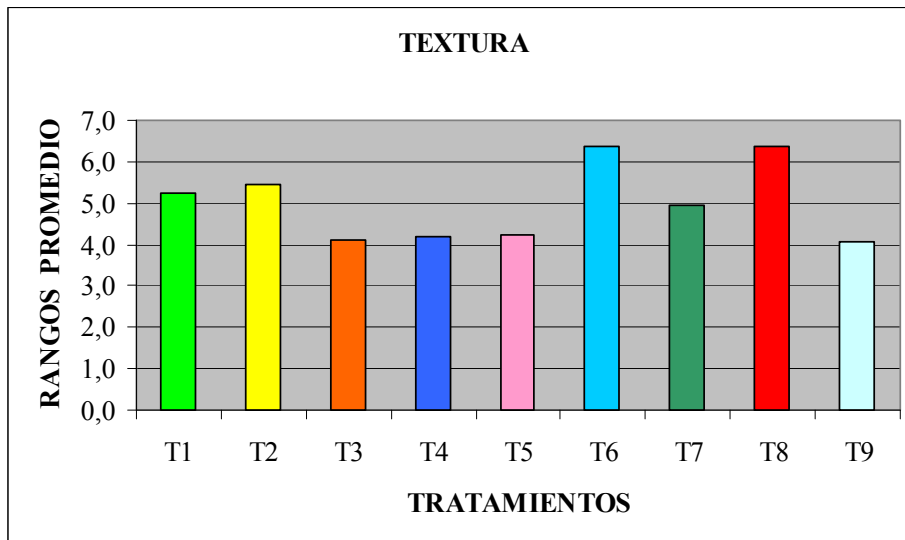
Después de realizar la prueba de Friedman para la evaluación de la textura, se obtuvo un valor X^2 calculado igual a: 7,37.

Para un nivel de significación al 1% y con 8 grados de libertad, el valor chi-cuadrado tabular es: 20,1.

Esto indica que no se encontró diferencias significativas entre tratamientos por lo tanto los ocho tratamientos más el testigo comercial estadísticamente son iguales.

GRAFICO 6

INTERPRETACIÓN PORCENTUAL DE LA PRUEBA DE FRIEDMAN PARA LA TEXTURA



Graficando los rangos medios para la textura, se puede determinar que según el panel de degustación, los tratamientos se ubican en el siguiente orden:

1. T6 (0,4% de estabilizante, 10% de crema y 10 minutos de batido) y T8 (0,4% de estabilizante, 20% de crema y 10 minutos de batido).
2. T2.
3. T1.
4. T7.
5. T5.
6. T4.
7. T3 y T9.

En cuanto tiene que ver a la textura del helado de crema evaluado, según el panel de degustadores dos tratamientos superaron al testigo comercial que se ubica en el último lugar.

CUADRO 38

RANGOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA ACEPTABILIDAD EN EL HELADO DE CREMA TIPO PALETA

TRATAMIENTOS	DEGUSTADORES								$\sum R$	$\sum R^2$	\bar{x}
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8			
T1 A1B1C1	5,0	5,0	6,0	5,5	5,0	5,0	5,0	5,5	42,0	1764,0	5,3
T2 A1B1C2	5,0	5,0	6,0	5,5	5,0	5,0	5,0	1,0	37,5	1406,3	4,7
T3 A1B2C1	5,0	5,0	1,5	5,5	5,0	5,0	5,0	5,5	37,5	1406,3	4,7
T4 A1B2C2	5,0	5,0	1,5	1,0	5,0	5,0	5,0	5,5	33,0	1089,0	4,1

T5	A2B1C1	5,0	5,0	6,0	5,5	5,0	5,0	5,0	5,5	42,0	1764,0	5,3
T6	A2B1C2	5,0	5,0	6,0	5,5	5,0	5,0	5,0	5,5	42,0	1764,0	5,3
T7	A2B2C1	5,0	5,0	6,0	5,5	5,0	5,0	5,0	5,5	42,0	1764,0	5,3
T8	A2B2C2	5,0	5,0	6,0	5,5	5,0	5,0	5,0	5,5	42,0	1764,0	5,3
T9	TESTIGO	5,0	5,0	6,0	5,5	5,0	5,0	5,0	5,5	42,0	1764,0	5,3
TOTAL		45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	360,0	14485,5	45,0

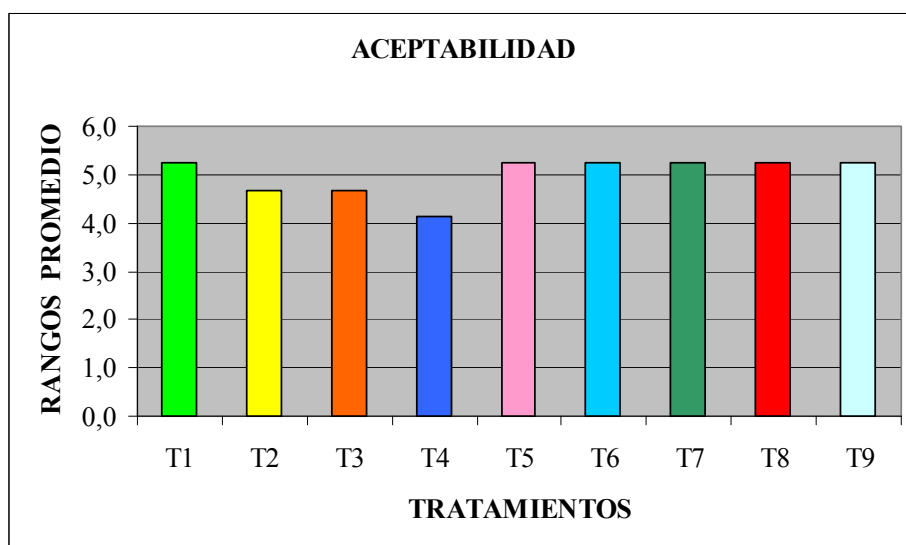
Después de realizar la prueba de Friedman para la evaluación de la aceptabilidad, se obtuvo un valor X^2 calculado igual a: 1,42.

Para un nivel de significación al 1% y con 8 grados de libertad, el valor chi-cuadrado tabular es: 20,1.

Esto indica que no se encontró diferencias significativas entre tratamientos por lo tanto los ocho tratamientos más el testigo comercial tienen igual aceptabilidad.

GRAFICO 7

INTERPRETACIÓN PORCENTUAL DE LA PRUEBA DE FRIEDMAN PARA LA ACEPTABILIDAD



Graficando los rangos medios para la aceptabilidad, se puede determinar que según el panel de degustación, los tratamientos se ubican en el siguiente orden:

1. T1 (0,3% de estabilizante, 10% de crema, 5 minutos de batido), T5 (0,4% de estabilizante, 10% de crema, 5 minutos de batido), T6 (0,4% de estabilizante, 10% de crema, 10 minutos de batido), T7 (0,4% de estabilizante, 20% de crema, 5 minutos de batido), T8 (0,4% de estabilizante, 20% de crema, 10 minutos de batido) y T9 (testigo).

2. T2 y T3.

3. T4.

En cuanto tiene que ver a la aceptabilidad del helado de crema tipo paleta evaluado, según el panel de degustadores seis tratamientos conjuntamente con el testigo comercial tienen igual aceptabilidad.

La aceptación general, resultante de promediar todos los parámetros evaluados se muestra en el Anexo 7.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, se concluye lo siguiente:

- El uso de los ingredientes funcionales (estabilizante y crema de leche), influyen directamente en la calidad del helado de crema tipo paleta; por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula planteadas al inicio de la investigación.
- En las variables estudiadas: densidad, porcentaje de grados brix, porcentaje de grasa, porcentaje de sólidos no grasos, porcentaje de overrun; todos los tratamientos presentan alta significación estadística, es decir todos los tratamientos son diferentes; no así para la variable acidez

en donde por no encontrarse significación estadística se concluye que todos los tratamientos para esta variable son iguales.

- El ingrediente funcional crema influye en la determinación de la densidad, porcentaje de grasa, porcentaje de sólidos no grasos, porcentaje de grados brix y porcentaje de overrun del helado.
- El ingrediente funcional estabilizante ejerce una marcada influencia en la determinación del porcentaje de overrun del helado ya que favorece la incorporación de aire en la mezcla, además su papel es determinante en la consistencia y el aspecto del helado.
- El empleo de los ingredientes funcionales estabilizante y crema de leche, en un porcentaje del 0,4 y 20% respectivamente, favorecieron una incorporación de aire de hasta un 90%, sin embargo porcentajes del 0,3% de estabilizante y 20% de crema o del 0,4% de estabilizante y 10% de crema, permitieron un % de overrun que supera el 50%, el cual para este tipo de proceso también es aceptable.
- En cuanto al análisis organoléptico de: color, olor, sabor, dulzor, textura y aceptabilidad, no se encontró diferencias significativas; es decir prácticamente todos los tratamientos incluido el testigo comercial, gustaron en igualdad de condiciones.
- Tomando en cuenta la aceptabilidad general, se establece como el mejor tratamiento a T8 (0,4 % de estabilizante, 20 % de crema y 10 minutos de batido), el cual se ubica también como uno de los mejores tratamientos en cuanto al porcentaje de overrun (incorporación de aire).
- Haciendo referencia a los tiempos de batido se puede concluir que a mayor tiempo de batido (10 minutos), se obtuvo un mayor incremento en el

volumen de la mezcla, sin embargo no en una proporción considerable como para recomendar el uso de este tiempo.

- Para la elaboración de helados de crema es fundamental partir de materias primas de calidad, balancear adecuadamente las fórmulas y cuidar durante todo el proceso de parámetros como tiempos y temperaturas. La rapidez con la cual se logre llegar a la temperatura de almacenamiento es muy importante, ya que al efectuarse en forma rápida, los cristales de hielo serán pequeños y la textura del helado será agradable.

CAPÍTULO VI

6. RECOMENDACIONES

- Dosificar saborizantes y colorantes, en las formulaciones base para helados de crema propuestas en la presente investigación.
- Utilizar las cuatro formulaciones propuestas en la presente investigación para otros tipos de helado. Por ejemplo: helados empastados.
- Investigar la influencia de los azúcares a parte de la sacarosa (azúcar normal), en el proceso de congelación del helado de crema.
- Para próximos ensayos en la tina de congelación rápida de helados, se recomienda mantener la concentración de la salmuera de CaCl_2 en un 30

% por peso, para evitar formación de cristales de hielo durante la congelación.

CAPÍTULO VII

7. RESUMEN

El helado de crema [es un exquisito](#) y muy completo [alimento](#) que agrada a chicos y grandes, resultante de batir y congelar una mezcla debidamente pasteurizada y homogeneizada de leche, derivados de leche, azúcar y otros productos alimenticios.

El valor nutricional del helado de crema, está directamente relacionado con sus componentes. El valor energético, en promedio es de 180 a 250 kcal/100 g.

El presente trabajo, evaluó la mezcla de ingredientes funcionales (estabilizante y crema de leche) en la elaboración de helados de crema tipo paleta, con sus respectivos tiempos de batido, utilizando además técnicas no de tipo industrial pero si semi – industrial, con la ayuda de un equipo de enfriamiento rápido

construido para el efecto el cual se encuentra funcionando en los laboratorios de la facultad. La función principal de este equipo es congelar en cuestión de minutos los helados tipo paleta, sumergidos en una salmuera de CaCl_2 en moldes de acero inoxidable; con esto optimizamos especialmente en el tiempo que tarda el mix en congelarse, con la utilización de un congelador normal, mejorando además su textura por un congelamiento más eficiente que impide la formación de cristales de hielo en el producto final.

Para la fase experimental, se planteó un diseño de bloques completos al azar conformado por: dos porcentajes de estabilizante (0,3 y 0,4 %), dos porcentajes de crema (10 y 20 %) y dos tiempos de batido (5 y 10 minutos). Llegando a establecer que el uso de los ingredientes funcionales (estabilizante y crema de leche) influye directamente en la calidad del helado de crema, no así los tiempos de batido.

En cuanto a la aceptabilidad general el mejor tratamiento fue el T8 (0,4 % de estabilizante, 20 % de crema y 10 minutos de batido), el cual se ubica también como uno de los mejores tratamientos en cuanto al porcentaje de overrun (incorporación de aire).

CAPÍTULO VIII

8. SUMMARY

The ice cream of cream is an exquisite and very complete food that pleases boys and big, resultant of to beat and to freeze a properly pasteurized and homogenized mixture of milk, derived of milk, sugar and other nutritious products.

The nutritional value of the ice cream, is directly related with its components. The energy value, on the average is from 180 to 250 kcal/100 g.

The present work, evaluated the mixture of functional ingredients (stabilizer and it cremates of milk) in the elaboration of ice creams of cream type palette, with its respective times of milk shake, also using technical not of industrial type but if semi - industrial, with the help of a team of built quick cooling for the effect which is working in the laboratories of the ability. The main function of this team

is to freeze in question of minutes the icy type palette, submerged in a brine of CaCL₂ in molds of stainless steel; with this we optimize especially in the time that takes the mix in freezing, with the use of a normal freezer, also improving their texture for a more efficient freezing that impedes the formation of glasses of ice in the final product.

For the experimental phase, he/she thought about a design of complete blocks at random conformed for: two stabilizer percentages (0,3 and 0,4%), two percentages of cream (10 and 20%) and two times of milk shake (5 and 10 minutes). Ending up settling down that the use of the functional ingredients (stabilizer and it cremates of milk) it influences directly in the quality of the ice cream of cream, I didn't seize the times of milk shake.

As for the general acceptability the best treatment was the T8 (0,4% of stabilizer, 20% of cream and 10 minutes of milk shake), which is also located like one of the best treatments as for the overrun percentage (incorporation of air).

CAPÍTULO IX

9. BIBLIOGRAFÍA CITADA

ALMACENAMIENTO – VIDA ÚTIL. (Página web en línea). Disponible: <http://www.mundohelado.com/helados/cambios-helado-03.htm> (Consulta 2006-10-30).

ASISTENTE DE FORMULACIÓN. (Página web en línea). Disponible: <http://www.mundohelado.com/helados/formula-base-blanca.htm> (Consulta 2006-01-16).

BATIDO – CONGELADO. (Página web en línea). Disponible: <http://www.mundohelado.com/helados/cambios-helado-02.htm> (Consulta 2007-01-20).

Código de campo cambiado

BYLUND, G. (2003). *Manual de Industrias Lácteas*. Primera edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid-España. págs. 436.

DUBACH, J. (1988). *El "ABC" para la quesería rural de los Andes*. Segunda edición. Quito-Ecuador. págs. 94.

DOSSAT, R. (1998). *Principios de Refrigeración*. Primera edición. Editorial Continental. México. págs. 594.

EARLY, R. (1998). *Tecnología de los productos lácteos*. Segunda edición. Editorial Acribia. Zaragoza-España. págs. 459.

ESTABILIZANTES USADOS EN HELADOS. (Página web en línea). Disponible: <http://www.mundohelado.com/materiasprimas/estabilizantes-usadosenhelados.htm> (Consulta 2005-10-01).

ESTABILIZANTES-COMO ELEGIR UN COMBINADO. (Página web en línea). Disponible: <http://www.mundohelado.com/materiasprimas/estabilizantes-usadosenhelados-combinados.htm> (Consulta 2005-10-01).

HISTORIA DEL HELADO. (Página web en línea). Disponible: <http://www.heladeriaitaliana.com/espanol/histohela.htm> (Consulta 2007-06-17).

HELADO - INTRODUCCIÓN. (Página web en línea). Disponible: <http://www.mundohelado.com/helados/cambios-helado-01.htm> (Consulta 2005-12-06).

JUDKINS, H., KEENER, H. (1989). *La leche, su producción y procesos industriales*. Primera edición. Editorial Continental. México. págs. 500.

Con formato: Color de fuente: Negro

Con formato: Sin subrayado, Español (México)

MEJORAR LA CALIDAD: LA HOMOGENIZACIÓN. (Página web en línea).
 Disponible: <http://www.mundohelado.com/helados/homogeneizar.htm> (Consulta 2007-02-06).

NORMA INEN 706. (1983). *Helados de leche. Requisitos*. Quito – Ecuador.
 págs. 5.

OSPINA, J., ALDANA, H. (1995). *Ingeniería y Agroindustria*. Primera edición.
 Editorial Terranova. Colombia. págs. 355.

OBSICREAM CR. (Página web en línea). Disponible:
<http://www.obsidian.com.ec> (Consulta 2006-01-20)

Con formato: Fuente de párrafo predeter., Fuente: Sin Negrita, Color de fuente: Negro, Español (México)

PASTEURIZACIÓN. (Página web en línea). Disponible:
<http://www.mundohelado.com/helados/pasteurizacion.htm> (Consulta 2006-01-16).

Código de campo cambiado

Con formato: Fuente: Sin Negrita, Sin subrayado, Color de fuente: Automático, Español (México)

SALTOS, H. (1993). *Diseño Experimental*. Editorial PIO XII. Ambato-Ecuador.
 págs. 116.

SPREER, E. (1975). *Lactología Industrial*. Editorial Acribia. Zaragoza-España.
 págs. 450.

TEXTURA... (Página web en línea). Disponible:
<http://www.mundohelado.com/helados/claves-textura.htm> (Consulta 2005-10-01).

VEISSEYRE, R. (1972). *Lactología Técnica*. Editorial Acribia. Zaragoza, España. págs. 643.