

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

**“MODELACIÓN MATEMÁTICA Y OPTIMIZACIÓN EN EL
DESARROLLO DE UN NUEVO PRODUCTO LÁCTEO
(HELADO)”**

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

(PROYECTO DE GRADUACIÓN)

JOCSY KARINA GARATE HIDALGO

(EXAMEN COMPLEXIVO)

JOSÉ ARREAGA GUAYAQUIL

Previa a la obtención del Título de:

INGENIEROS DE ALIMENTOS

Guayaquil – Ecuador

Año: 2014

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser nuestro creador y guía,
a nuestras familias que comprendieron
el tiempo que invertimos en este
trabajo, a nuestra Directora del
proyecto Ing. Karin Coello y a todas las
personas que enriquecieron con su
conocimiento y dedicación, para lograr
culminar este proyecto.

Jocsy

José

DEDICATORIA

Lo dedico a:

Nuestro Padre Celestial, Creador y Redentor

Mi Madre Emma Q.P.D

Mi Padre Magno, viejo amado

Mi Esposa Rocío

Mi Hija Joselyne

Mis Tutores

Mis Amigos

José

DEDICATORIA

Lo dedico a:

Nuestro Padre Celestial, Creador y Redentor

Mi Familia

Mis Tutores

Mis Amigos

Jocsy

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Jorge Duque R.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

M.Sc. Karin Coello O.
DIRECTORA DEL TFG

M.Sc. Priscilla Castillo S.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Trabajo Final de Graduación nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Jocsy Garate Hidalgo

José Arreaga Guayaquil

RESUMEN

Las normativas establecidas en el Acuerdo Interministerial No. 004-10 entre los Ministerios de Educación y Salud Pública, junto a la Norma Técnica Ecuatoriana INEN, indican los lineamientos que debe cumplir cualquier tipo de alimento para que pueda ser comercializado dentro de las instituciones educativas del país. El presente estudio tuvo como objetivo desarrollar un nuevo producto lácteo (helado de leche con grasa vegetal) que cumpla parámetros nutricionales en función del acuerdo en referencia, vigente desde octubre del 2010.

De un grupo objetivo de niños, entre 5 y 9 años de edad, de una escuela fiscal de Guayaquil, se seleccionó una muestra, se determinó sus medidas antropométricas y su gasto energético por actividades físicas, para establecer su requerimiento energético diario promedio. Para determinar las variables de respuesta que se desea mejorar, tanto en lo nutricional como técnico y organoléptico, se empleó diseño de experimentos, para preestablecer ingredientes, proceso y características deseables del producto a elaborar, empleando formulaciones y corridas experimentales que permitan obtener la información más idónea estadísticamente, como la característica de

derretimiento y textura, como factor de calidad del helado. En el diseño experimental, el orden de las corridas experimentales y los datos obtenidos luego de su realización fueron analizados con el programa estadístico Minitab 15, permitiendo éste, realizar gráficos y cálculos representativos.

Se ejecutaron pruebas sensoriales con individuos en edad escolar de 11 a 12 años, para la determinación de su aceptación; con jueces entrenados se realizó pruebas de diferenciación y perfil de textura.

Para el nuevo producto lácteo se utilizó la herramienta de optimización lineal para determinar la proporción de ingredientes necesarios que cumplan las restricciones de la normativa y las técnicas de la Norma INEN al menor costo. Los cálculos de las fórmulas para el helado fueron realizados con el complemento de Microsoft Excel Solver, para la optimización lineal.

Finalmente se realizaron análisis de resultados para la determinación del tiempo de vida útil del producto, y la estimación de costos para establecer el precio de venta al público.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	i
ÍNDICE GENERAL	iii
ABREVIATURAS	vii
SIMBOLOGÍA	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	
1. CARACTERIZACIÓN GENERAL	3
1.1 Clasificación de los helados de acuerdo a norma INEN	3
1.2. Composición y propiedades de los principales componentes de la mezcla base láctea.	4
1.3 Principales parámetros de calidad del helado	11
1.4 Composición nutricional del helado	13
1.5 Requerimiento nutricional de los niños en edad escolar.	18
1.6 Decreto Ejecutivo 004-10	18
CAPÍTULO 2	
2 MATERIALES Y MÉTODOS	21
2.1. Identificación del grupo objetivo	21

2.2. Muestreo	22
2.3. Cálculos	24
2.3.1 Medidas antropométricas	24
2.3.2 Requerimiento energético	29
2.4. Caracterización físico química de materias primas	34
2.5. Diseño experimental	35
2.5.1 Determinación de variables experimentales	35
2.5.2 Corridas experimentales	38
2.6. Pruebas sensoriales	42
2.6.1 Pruebas de aceptación	42
2.6.2 Pruebas discriminativas	47
2.6.3 Perfil de Textura.....	52
2.7. Estimación del tiempo de vida útil del producto terminado	54
2.7.1 Material de empaque	54
2.7.2 Análisis físico químico y microbiológico	55
2.8. Cálculo del aporte nutricional del producto	57
2.9. Estimación de costos	58
CAPÍTULO 3	
3 MODELACIÓN MATEMÁTICA Y OPTIMIZACIÓN	59
3.1. Determinación de las variables de decisión	59
3.2. Restricciones	60
3.2.1 Restricciones nutricionales	60

3.2.2 Restricciones técnicas	61
3.3. Función objetivo	62
3.4. Optimización del modelo matemático	63
3.5. Validación del modelo matemático	67
CAPÍTULO 4	
4 ANÁLISIS DE RESULTADOS	68
4.1. Resultados de pruebas experimentales	68
4.2. Resultados de cálculos nutricionales	77
4.3. Resultados del tiempo de vida útil del producto terminado	78
4.3.1 Resultado del material de empaque	78
4.3.2 Resultados de pruebas físico químico	78
4.3.3 Resultados microbiológicos	79
4.4. Resultados de pruebas sensoriales.....	80
4.5. Resultados de la optimización	88
4.6. Estimación del precio de venta al público	94
CAPÍTULO 5	
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	95
APENDICES	99
BIBLIOGRAFÍA	113

ABREVIATURAS

INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
g	Gramo
SNGL	Sólidos No Grasos Lácteos
I.R.	Ingesta Recomendada de Nutrientes
LPD	Leche en Polvo Descremada
PED	Poder Edulcorante
PAC	Poder Anti Congelante
Kcal	Kilocalorías
IMC	Índice de Masa Corporal
Min	Minutos
Kg	Kilogramos

g	Miligramos
FAO	Food and Agriculture Organization
TMB	Tasa de Metabolismo Basal
GET	Gasto Energético Total
P	Peso Corporal
DOE	Diseño de Experimentos
COF	Coefficiente de Fricción
BOPP	Polipropileno Biorientado
G.F	Gramos Fuerza
AOAC	Association of Analytical Communities

SIMBOLOGÍA

%	Porcentaje
α	Nivel de Significancia
<	Menor que
>=	Mayor o igual que
<=	Menor o igual que
H_0	Hipótesis Nula
H_1	Hipótesis Alterna
°C	Grados Celsius

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Resultado de la clasificación según la Edad – IMC - Percentil	28
Figura 2. Gráfica de residuos (4 en 1) para Pérdida % de masa (40 min) ...	69
Figura 3. Gráfica de efectos principales para la Pérdida % de masa (40min)71
Figura 4. Gráfica de cajas de Pérdida % de masa (40 min)	72
Figura 5. Gráfica de residuos (4 en 1) para Dureza (g.F)	73
Figura 6. Gráfica de efectos principales para Dureza (g.F)	75
Figura 7. Gráfica de caja de Dureza (g.F)	76
Figura 8 Gráfica de perfil de textura	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requisitos físico químicos para helados y mezcla para helados	12
Tabla 2. Requisitos microbiológicos para helados y mezcla para helados concentrada o líquida	13
Tabla 3. Energía y nutrientes de 100 g de distintos alimentos que son postres o meriendas y de 150 g de bocadillos (media y desviación estándar)	15
Tabla 4. Ingestas diarias recomendadas de energía y nutrientes	18
Tabla 5. Contenido de nutrientes e indicadores de exceso	20
Tabla 6. Muestreo de Niños entre 5 y 9 años	23
Tabla 7. Muestreo de Niñas entre 5 y 9 años	23
Tabla 8. Medidas antropométricas del grupo objetivo (Niños)	25
Tabla 9. Medidas antropométricas del grupo objetivo (Niñas)	26
Tabla 10. Estado Nutricional de Niños y Adolescentes según valor del IMC	27
Tabla 11. Ecuaciones para calcular la tasa de metabolismo basal a partir del peso corporal (P)	30
Tabla 12. Promedio de horas de las actividades realizadas por los escolares en un día para calcular su Gasto Energético Total (Kcal/día)	32
Tabla 13. Caracterización de materia prima	34
Tabla 14. Factores del diseño experimental. Variable de respuesta: Dureza	36
Tabla 15. Factores del diseño experimental. Variable de respuesta: Derretimiento	37

Tabla 16. Tabla de Aleatorización	41
Tabla 17. Prototipos	43
Tabla 18. Codicación de muestras en Pruebas de Aceptación	44
Tabla 19. Orden de las muestras en Pruebas de Aceptación	45
Tabla 20. Muestras para prueba triangular	48
Tabla 21. Código de las muestras para Prototipo D414 vs Patrón en Prueba Triangular	48
Tabla 22. Códigos de las muestras para Prototipo D814 vs Patrón en Prueba Triangular.....	49
Tabla 23. Orden de presentación para Prototipo D414 vs Patrón en prueba triangular.....	50
Tabla 24. Orden de presentación para Prototipo D814 vs Patrón en prueba triangular	51
Tabla 25. Información nutricional teórico.....	57
Tabla 26. Tabla de costos de los ingredientes según la cantidad utilizada...	63
Tabla 27. Aporte nutricionales de cada uno de los ingredientes.....	64
Tabla 28. Resultados para la elaboración de 100 KG.....	67
Tabla 29. Tabla ANOVA de dos factores: Pérdida % de masa (40 min) vs grasa, azúcar.....	70
Tabla 30. Tabla ANOVA de dos factores: Dureza (g. F) vs Grasa, azúcar...	74
Tabla 31. Resultado de las pruebas afectivas.....	80
Tabla 32. Resultados de las pruebas discriminativas.....	83

Tabla 33 Resultados del perfil de textura.....	86
Tabla 34 Modelación Matemática.....	89
Tabla 35 Informe de límites.....	90
Tabla 36 Informe de confidencialidad.....	91
Tabla 37 Informa de respuestas.....	93

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del TFG abarca principalmente lo siguiente:

En el capítulo 1 se describe brevemente aspectos generales del helado, su clasificación según Norma Técnica INEN, composición de los ingredientes más comúnmente usados en su elaboración, parámetros de calidad: normativos, higiénicos y de aceptación ; requerimientos nutricionales de niños en edad escolar y referencia el decreto ejecutivo 004-10 que determina los requerimientos que deben cumplir los alimentos que deben comercializarse en bares escolares para contribuir a un estilo de vida saludable en niños y adolescentes , que fue el motivo principal de este trabajo para desarrollar un producto lácteo (helado) que cumpla con las limitaciones basados en la composición y porcentajes de nutrientes.

En el capítulo 2 se detalla los materiales y métodos empleados para:

Seleccionar muestra de estudiantes de una Escuela Fiscal de la ciudad de Guayaquil y determinar el Gasto Energético Total por actividad en niños y niñas entre 5 y 9 años. Desarrollar fórmulas tentativas considerando criterios de calidad de aceptación como dureza y derretimiento que son influenciados por dos factores; azúcar y grasa; y empleando Diseño de Experimentos (DOE)

establecer dos niveles para cada uno de los ingredientes mencionados para Estadísticamente analizar sus interacciones con las variables de respuesta seleccionadas. Posteriormente Realizar análisis sensorial para definir las mejores fórmulas y atributos que permitan inferir parámetros para preestablecer una receta .Estimar tiempo de vida útil del helado. Definir el empaque y el análisis físico químico y microbiológico normado. Realizar el cálculo teórico nutricional del producto y finalmente estimar su costo.

Con estos antecedentes, en el capítulo 3 se realizó la modelación matemática y optimización de la receta o fórmula preestablecida considerando restricciones nutricionales según normativa, técnicas y organolépticas que se definieron.

En el capítulo 4 se describen los resultados obtenidos: en el DOE, en los cálculos nutricionales, en el tiempo de vida útil y su material de empaque, en las pruebas sensoriales, en la optimización y el la estimación del precio de venta al público. Finalmente en el capítulo 5 se darán las respectivas conclusiones y recomendaciones

CAPÍTULO 1

1 CARACTERIZACIÓN GENERAL

1.1. Clasificación de los helados de acuerdo a norma INEN

El Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) en su Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 706:2013, en su segunda revisión de Marzo del 2013, indica en el apartado 4 la clasificación de los helados. [1]

De acuerdo con su composición e ingredientes básicos, el helado se clasifica en:

- De crema de leche.
- De leche.
- De leche con grasa vegetal. De yogur.
- De yogur con grasa vegetal. No lácteo.

- Sorbete o “sherbet”.
- De fruta
- De agua o nieve.
- De bajo contenido calórico

1.2 Composición y propiedades de los principales componentes de la mezcla base láctea.

Los helados son elaborados a partir de una mezcla base compuesta por los siguientes ingredientes:

- Leche entera líquida y derivados lácteos: leche en polvo, suero de leche, etc.
- Grasas de origen animal y vegetal.
- Azúcares y edulcorantes: sacarosa (azúcar de caña), sucralosa (edulcorante), etc.
- Agua y aire.
- Estabilizantes y emulsionantes.
- Colorantes, aromatizantes y acidificante

Leche entera líquida y derivados lácteos

Es el producto íntegro, sin adición ni sustracción alguna, exento de calostro, obtenido por ordeño higiénico, completo, de vacas sanas y bien alimentadas

[2], la cual para ser utilizada en el proceso de elaboración del helado, se estandariza, homogeniza y pasteuriza industrialmente.

Sólidos no grasos lácteos (SNGL)

Los SNGL están constituidos por 36 % de proteínas lácteas, en su mayoría caseína, 55 % de lactosa (azúcar de la leche), 9 % de sales minerales (calcio, potasio, hierro, etc.) ([3]

Sus principales funciones son:

- Otorgan cuerpo
- Actúan parcialmente como estabilizantes (proteínas), aumentando la resistencia al derretimiento.
- Contribuyen con la captación del aire durante el batido.
- Influyen en la depresión del punto de congelación, principalmente por el contenido de lactosa

Grasas

En la fabricación de helados se emplea grasas de origen animal (crema de leche) o de origen vegetal (grasa de palma, grasa vegetal hidrogenada de soya, aceite de coco, aceite de coco hidrogenado, aceite de palmiste, etc.). Sus principales funciones son:

- Contribuyen en el sabor.
- Estabilizan las burbujas del aire incorporado en el batido.
- Otorga textura suave y cremosa.
- Confiere cuerpo y controla el derretimiento.

Endulzantes (Azúcares)

Influyen en la aceptación del producto al hacerlo dulce y potencian la cremosidad en el helado y los delicados sabores frutales que este pudiere tener. Además disminuye el punto de congelación de la mezcla [4].

Proporciona estructura y cuerpo al helado. El azúcar más utilizado en las formulaciones es el azúcar de caña, la sacarosa; la misma que es una gran fuente de energía (calorías)

Se puede sustituir entre el 20 al 25% de sacarosa con jarabe de glucosa, para evitar la cristalización en los helados, por tener en conjunto una mayor captación o adsorción del agua libre, por ser más solubles que en forma individual, y otorgar un efecto más refrescante.

La lactosa es un azúcar naturalmente presente en la leche y productos lácteos. En el caso de la leche en polvo descremada (LPD), le aporta con el 52% de los sólidos lácteos. Tiene un bajo poder edulcorante (PED)

con un valor de 0,2 en relación con la sacarosa, pero contiene el mismo poder anticongelante (PAC). Una de sus desventajas es que es proclive a la cristalización dando una sensación arenosa al degustar el helado, por lo que no es aconsejable sobrepasar el 10% de LPD en un mix, lo que aportaría un 5% de lactosa, capaz de absorber un 50% de agua [5].

Otra forma de evitar la cristalización en los helados es mantener una relación entre lactosa y agua, en la mezcla, no superior a 0,104 [6].

En la actualidad existe una mayor conciencia en cuanto a la alimentación y nutrición, y las normativas vigentes están tendiendo a reemplazar parte del azúcar por edulcorantes de alto poder endulzante, con menor valor energético, y que contribuyen con un menor grado en el punto de depresión en la congelación de la mezcla. El edulcorante permitido por el Acuerdo Interministerial 004-10 es la sucralosa, el cual es elaborado a partir de la sacarosa, por reemplazo de los tres grupos hidroxilos por cloro; lo que lo hace 600 veces más dulce, que en comparación con la sacarosa y a su vez lo convierte en un elemento no digerible que se elimina íntegramente del organismo (no se metaboliza, no aporta calorías).

Agua y aire

El agua debe ser potable, no deberá tener sustancias ni cuerpos extraños de origen biológico, orgánico, inorgánico, o radioactivo de tal forma que lo haga peligrosas para la salud.

El aire y el agua son elementos que afectan enormemente en la firmeza del helado. El agua en la mezcla del helado proviene de los productos lácteos y los jarabes o de agua añadida al proceso. [4].

El aumento del volumen del helado, debido a la inclusión de aire en el mismo mediante batido, recibe el nombre de “crecida” (conocido generalmente por su nombre en inglés “overrun”) y se expresa en tanto por ciento:

$$\frac{\text{Volumen helado} \times \text{densidad mezcla}}{\text{Peso helado}} - 1 \times 100$$

La crecida óptima de un producto depende de la composición de la mezcla, principalmente del porcentaje de grasa, así como de la clase y calidad del estabilizante y emulsionante utilizados

Estabilizante

Los estabilizantes en los helados son un grupo de ingredientes comúnmente usados en las formulaciones. Son conocidos también como agentes gelificantes, espesantes o hidrocoloides.

Son polímeros de alto peso molecular solubles en el agua y pueden o no formar gel, son clasificados como polisacáridos o gomas.

Los principales propósitos de su uso son:

En el proceso:

- Incrementar la sequedad y firmeza de la masa.
- Disminuye la migración de la humedad del producto al empaque o al ambiente.
- Incrementar la viscosidad de la mezcla.
- Estabilizar la mezcla para prevenir que se salga el suero (disminuye la sinéresis).
- Ayuda en la suspensión de las partículas de sabor.
- Facilita la incorporación de aire y su distribución

En el producto:

- Retardar o reducir el hielo y el crecimiento del cristal de lactosa y azúcar durante el almacenamiento.
- Proveer uniformidad al producto y resistencia al derretimiento Impactar en el cuerpo y producir suavidad en la textura durante el consumo.
- Disminuir el encogimiento.
- Contribuir con la liberación del sabor.

Comercialmente se los provee con una mezcla de varios tipos de estabilizantes por sus propiedades o sinergias: Carboximetil celulosa, goma guar, goma garrofín, carragenina, alginatos, goma xanthan, etc. y emulsionantes.

Emulsionantes

Son usualmente integrados con los estabilizantes en las mezclas. Constan de una parte hidrofílica, que puede ser el glicerol, que puede esterificarse con ácido acético, láctico o cítrico, y una parte hidrofóbica que es por lo general el ácido graso (lipofílica). Entre los principales utilizados están los mono y diglicéridos de ácidos grasos, polisorbatos, fosfolípidos

Y proteínas. Las principales funciones de los emulsionantes se detallan a continuación:

- Recuperar la velocidad de recristalización de la grasa.
- Disminuir la cantidad de proteína en la interface del glóbulo de grasa
- Recuperar las propiedades de batido después de la homogenización de la mezcla
- Obtener una buena distribución del aire.
- Aumentar la cremosidad del helado.

1.3 Principales parámetros de calidad del helado

Referirse al concepto de calidad es implícito de satisfacer las demandas, necesidades o exigencias del cliente desde el punto de vista físico o químico (relacionada con la sensorial), nutritivo e higiénico, al menor costo, esto último puede ser relativo si el producto genera una satisfacción de estatus y funcionalidad específica.

Calidad física: referida a textura, cuerpo y otros atributos del helado como el color.

Calidad química: incluye las sensaciones del sabor, también relacionada a la cantidad y tipo de cada ingrediente básico del producto que aporta al contenido nutricional del mismo, tales como contenido de grasas totales, Grasas saturadas, grasas Trans, azúcares, sal. Los cuales están bajo control de las agencias gubernamentales.

Calidad higiénica: la cual puede incluir no solamente la cantidad y tipo de microorganismos sino que además algunas características estéticas.

El estudio se centrará en estos 3 puntos de calidad. Los consumidores juzgan la calidad del helado sobre la base de las características de textura, cuerpo y apariencia del producto, ya que la calidad sensorial del estímulo de los sabores es uno de los más importantes en la aceptación global. Además, se deberá dar importancia a la calidad química - nutricional, para que el producto cumpla los requisitos legales aplicables

para ser comercializado en los bares escolares, y finalmente un punto muy importante la calidad higiénica del producto.

Las tablas 1 y 2 que se adjuntan a continuación son los parámetros exigidos por la normativa NTE-INEN 706:2013 [1]

TABLA 1.
Requisitos físico químicos para helados y mezcla
Para helados

Clase de helado / Requisito	De Crema de leche	De leche	De leche con grasa vegetal	De yogur	De Yogur con grasa vegetal	No lácteo	Sorbete o "Sherbet"	De fruta	De agua o nieve
Grasa total, % m/m, min	8	1,8	6	1,5	4,5	4	0,5	---	---
Grasa láctea, % m/m, min	8	1,8	1,5	1,5	1,5	0	---	---	---
Grasa vegetal, % m/m, min	---	---	*	0	3	4	---	---	---
Sólidos totales, % m/m, min	32	27	30	25	25	26	20	20	15
Proteína láctea, % m/m, min (N x 6,38)	2,5	1,8	1,5	1,8	1,5	0	-----	-----	0
Ensayo de fosfatasa alcalina	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	---	Negativo	---	---
Peso/volumen, g/l min	475	475	475	475	475	475	475	475	-----
Acidez como ácido láctico, % m/m min	-----	-----	-----	0,25	0,25	-----	-----	-----	-----
Colesterol ** Min	0,10	0,10	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Colorantes ***									

* El fabricante establece el valor de grasa vegetal, siempre y cuando se cumpla con los valores mínimos de grasa total y de grasa láctea de la tabla 1.
 ** Solamente si se declara huevo en su fórmula de composición.
 *** Se determinará "Ausencia" o "Presencia".

Fuente: NTE INEN 706:2013 Segunda Revisión Helados

TABLA 2.

Requisitos microbiológicos para helados y mezcla

Para helados concentrada o líquida

Requisitos	n	m	M	c
Recuento de microorganismos mesófilos ¹⁾ , ufc/g	5	10 000	100 000	2
Recuento de Coliformes, ufc/g	5	100	200	2
Recuento de E. Coli, NMP/g	5	<3	<10	0
Recuento de Staphylococcus coagulasa positiva, ufc/g	5	<10	<10	2
Detección de Salmonella/25g	5	Ausencia	Ausencia	0
Detección de Listeria monocytogenes/25g	5	Ausencia	Ausencia	0

1) El recuento de microorganismos mesófilos no se realiza en el helado de yogur.

Donde:

- n= número de muestras por examinar
m = nivel de aceptación
M = nivel de rechazo
c = número de muestras defectuosas que se acepta

Fuente: NTE INEN 706:2013 Segunda Revisión Helados

1.4 Composición nutricional del helado

El helado es una excelente fuente de energía alimenticia. El hecho de que sus constituyentes son casi por completo asimilados hace del helado un alimento deseable para niños en crecimiento y personas que necesitan ganar peso [4]. La amplia variación en la composición del helado hace impráctico proveer información nutricional que aplique a todos los productos. Sin embargo es posible calcular sus valores energéticos y nutricionales si se conoce su constitución.

Contenido calórico

El valor calórico total del helado depende del porcentaje de carbohidratos incluyendo lactosa, endulzantes añadidos, agentes de relleno como la maltodextrina y azúcares que pueden estar presentes en frutas o aderezos complementarios. También depende del porcentaje de proteínas presentes en la leche, proteína de suero de leche, de los estabilizantes y el porcentaje de grasa que contenga la formulación.

Aunque pueda tenerse una percepción diferente, una ración de helado de base láctea tiene un aporte energético superior al de la leche entera, pero más próximo a los productos lácteos que otros alimentos ingeridos como postres o meriendas, como los productos de pastelería o bocadillos, incluso en el caso de los helados de crema [7]. En la tabla 3 se puede observar una comparación de energía de los helados vs otros alimentos consumidos en España

TABLA 3.

Energía y nutrientes de 100 g de distintos alimentos que son postres o meriendas y de 150 g de bocadillos (media y desviación estándar)

	ENERGÍA (KCAL)	PROTEÍNAS (G)	HIDRATOS DE CARBONO (G)	GRASA (G)	CALCIO (MG)	SODIO (MG)
Helado crema	254,8 (55,2)	3,5 (0,71)	27,5 (3,6)	14,8 (5,2)	88,6 (27,5)	44,8(16,1)
Helado de leche	148,9 (24,2)	3,05 (0,92)	23,44 (3,7)	4,83 (1,39)	148 (30,2)	86,6 (18,0)
Helado	233,8 (67,7)	3,29 (0,64)	26,71 (5,41)	12,19 (6,19)	99,0 (25,1)	62,7 (31,3)
Yogur natural	58,4 (2,4)	3,4 (0,2)	4,2 (0,5)	3,1 (0,3)	125,5 (11,8)	63,5 (17,2)
Yogur natural azucarado	89,5 (4,9)	3,3 (0,1)	13,5 (0,4)	2,6 (0,8)	109 (12,0)	66,0 (36,8)
Natillas	122,0 (7,9)	3,6 (0,3)	18,2 (1,4)	3,9 (0,5)	133,7 (40,0)	62,0 (17,1)
Flanes	114,7 (12,5)	4,3 (0,8)	19,6 (1,8)	2,6 (1,2)	116,2 (25,6)	58,6 (11,7)
Arroz con leche	100,9 (5,6)	3,2 (0,2)	18,3 (2,7)	2,0 (0,1)	106,5 (3,5)	37,5 (0,7)
Mousse de chocolate	209,8 (48,4)	5,0 (0,2)	30,8 (10,0)	7,8 (0,4)	126,5 (7,8)	55,0 (11,3)
Pastel de chocolate	439,0	5,2	41,8	27,9	32	40
Tarta de manzana	353,7 (87,7)	3,9 (1,5)	51,0 (24,4)	16,1 (1,5)	36,3 (39,6)	413,7 (184,8)
Galletas tipo María	419 (65,2)	7,7 (0,9)	71,3 (8,8)	15,3 (6,4)	117,8 (0,4)	217,01
Magdalenas	459,3 (64,4)	6,4 (0,3)	51,4 (13,0)	25,0 (4,9)	53,5 (40,3)	355,5 (204,4)
Bollo con chocolate	365,0	7,5	48,6	15,7	94,0	429,0
Donut	407,0 (40,7)	5,8 (1,4)	46,2 (3,7)	23,1 (5,4)	65,2 (42,6)	334,2 (154,4)
Ensamada	458	5,7	38,4	31,3	14	294
Cruasán	382 (32,5)	7,9 (0,6)	46,7 (11,8)	18,8 (2,2)	61 (26,9)	441 (72,1)
Bocadillo de jamón	367	24,3	52,2	9,0	53,5	1.380
Bocadillo de queso	438,3	22,8	52,2	17	437,8	867,5
Bocadillo de chorizo	416	20	52,7	17,8	52,7	1.244,3
Hot dog	278	11	26	14,4	34	823
Hamburguesa	264	13,7	28,4	10,6	118	545
Sándwich mixto	283	14,3	22	15,3	260	707

Fuente: Vidal MC; 2005

Contenido de proteínas

El helado tiene una alta concentración de sólidos lácteos no grasos, que es generalmente de 34-36% proteína de leche. La proteína láctea contenida en el helado es de excelente valor biológico por su contenido de todos los aminoácidos esenciales, como la lisina, aminoácido limitante

de muchas proteínas. Estas proteínas aportan con 4 kilocalorías por cada gramo de proteína consumida.

Contenido de grasa láctea

Proveen energía. Entre algunos de los componentes que conforman este contenido de grasa láctea están los ácidos grasos esenciales saturados y no saturados, vitaminas solubles en grasa, y esteroides incluyendo colesterol. Aportan con calorías (9 kcal/g.). Es uno de los limitantes en el acuerdo interministerial 004-10.

Contenido de carbohidratos

Los carbohidratos sirven como una fuente de calor y energía en el cuerpo. Son descompuestos en azúcares simples, bajo la acción de enzimas específicas secretadas en el tracto digestivo y su principal producto final es la glucosa. Su contenido en la formulación es principalmente motivo para no consumir helado en exceso. Aportan al igual que las proteínas con la misma cantidad de calorías (4 kcal/g.). Los azúcares añadidos como sacarosa es otro de los limitantes en el acuerdo 004-10.

Contenido de minerales

El contenido de calcio y fósforo en el helado se derivan enteramente de los SNGL. El calcio de los helados de crema y leche y de otros derivados lácteos es más biodisponible y asimilable que cualquier otro alimento. El contenido de calcio en los helados de base láctea oscila entre 148 mg/100g de media en los helados de leche a 89 mg/100 g en los helados de crema la relación de calcio y fosforo en el alimento es determinante para la absorción de ambos elementos y esto en el helado es óptima.[7].

Contenido de vitaminas

Es una buena fuente de vitamina B₂, especialmente en los helados de leche.

Palatabilidad y digestibilidad

La alta palatabilidad del helado es un factor importante en su elección como alimento. El masticado no es requerido en la mayoría de helados y su textura es suave al paladar. Su condición helada lo hace especialmente deseable durante el clima caliente. Su digestibilidad es generalmente alta; siendo su excepción en las personas intolerantes a la lactosa.

1.5 Requerimiento nutricional de los niños en edad escolar.

De acuerdo a la FAO los siguientes son los valores nutricionales recomendados por grupos de edades en edad escolar (niños y adolescentes) (Tabla 4). [8].

TABLA 4.

Ingestas diarias recomendadas de energía y nutrientes

Sexo/ Edad	Peso	Energía	Proteínas	Calcio	Hierro	Zinc	Vit. A ER	Vit. C	Folato EFD
	Kg	Kcal	g	Mg	Mg	mg	mcg	mg	Mcg
Ambos sexos									
4 – 6 años	18,2	1.350	27,3	600	6	10,3	450	30	200
7 – 9 años	25,2	1.700	36,7	700	9	11,3	500	35	300
Niñas									
10 – 18 años	46,7	2.000	56	1.300	14/32 ^a	15,5	600	40	400
Niños									
10 – 18 años	49,7	2.400	57,5	1.300	17	19,2	600	40	400
ER= Equivalente de retinol. EFD= Equivalente de folato dietético. a= Cantidad necesaria para iniciar la menstruación.									

Fuente: Extracto de ENERGÍA: FAO, 2004; PROTEÍNAS: OMS, 1985; UNU/Fundación CAVENDES, 1988; MICRONUTRIENTES: FAO/OMS, 2002.




1.6 Decreto Ejecutivo 004-10

El decreto ejecutivo No. 004-10 indica, en su capítulo 3 de ALIMENTOS, BEBIDAS, EQUIPOS Y UTENSILIOS, los tipos de alimentos a

expenderse: no podrán expendirse alimentos y bebidas procesadas que contengan cafeína, edulcorantes artificiales (excepto sucralosa) y alimentos que sean densamente energéticos

Con altos contenidos de grasa, hidratos de carbono simple y sal [9], como se detalla en la Tabla 5.

TABLA 5.
Contenido de nutrientes e indicadores de exceso

Nutrientes indicadores	Bajo Contenido 	Mediano Contenido 	Alto Contenido 
Grasas totales	Contenido menor o igual a 3 gramos en 100 gramos. Contenido menor o igual a 1,5 gramos en 100 mililitros.	Contenido mayor a 3 y menor a 20 gramos en 100 gramos. Contenido mayor a 1,5 y menor a 10 gramos en 100 mililitros.	Contenido mayor o igual a 20 gramos en 100 gramos. Contenido mayor o igual a 10 gramos en 100 mililitros.
Grasas Saturadas	Contenido menor o igual a 1,5 gramos en 100 gramos. Contenido menor o igual 0,75 gramos en 100 mililitros.	Contenido mayor a 1,5 y menor a 5 gramos en 100 gramos. Contenido mayor a 0,75 y menor a 2,5 gramos en 100 mililitros.	Contenido mayor o igual a 5 gramos en 100 gramos. Contenido mayor o igual a 2,5 gramos en 100 mililitros.
Grasas trans	Contenido menor o igual a 0,15 gramos en 100 gramos Contenido menor o igual a 0,075 gramos en 100 mililitros	Contenido mayor a 0,15 y menor a 1 gramo en 100 gramos Contenido mayor a 0,075 y menor a 0,50 gramos en 100 mililitros	Contenido mayor o igual a 1 gramo en 100 gramos. Contenido mayor o igual a 0,50 gramos en 100 mililitros
Azúcares adicionados (incluye monosacáridos + disacáridos)	Contenido menor o igual a 5 gramos en 100 gramos. Contenido menor o igual a 2,5 gramos en 100 mililitros.	Contenido mayor a 5 y menor a 15 gramos en 100 gramos. Contenido mayor a 2,5 y menor a 7,5 gramos en 100 mililitros.	Contenido mayor o igual a 15 gramos en 100 gramos. Contenido mayor o igual a 7,5 gramos en 100 mililitros.
Sal	Contenido menor o igual a 0,3 gramos en 100 gramos. Contenido menor o igual a 0,3 gramos en 100 mililitros. (equivale a 120 miligramos de sodio)	Contenido mayor a 0,3 y menor a 1,5 en 100 gramos Contenido mayor a 0,3 y menor a 1,5 gramos en 100 mililitros. (equivale a entre 120 a 600 miligramos de sodio)	Contenido mayor o igual 1,5 gramos en 100 gramos. Contenido mayor o igual a 1,5 gramos en 100 mililitros (equivale a más de 600 miligramos de sodio)

Fuente: Acuerdo interministerial No. 0004-10, 2010.

CAPÍTULO 2

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Identificación del grupo objetivo

El motivo de este estudio es aportar con un alimento que al cumplir el acuerdo 004-10, contribuya a reducir los índices de obesidad y diabetes en la población escolar.

El grupo objetivo fueron niños y niñas de la escuela fiscal ubicada en el centro de la ciudad de Guayaquil, en las calles 9 de Octubre y Avenida del Ejército, que opera bajo el nombre de “Escuela Pedro Carbo”.

De este grupo objetivo se segmentó a los niños y niñas, entre 5 y 9 años de edad, dado que, muchas observaciones sugieren que dos o

posiblemente tres períodos críticos existen para el desarrollo de la obesidad y sus complicaciones: período de gestación, la primera infancia

(entre 5 y 7 años de edad) y la adolescencia [10]. La obesidad que empieza en estas etapas, parece incrementar el riesgo de obesidad persistente y sus complicaciones. Los mecanismos de riesgo asociado al incremento de obesidad en estos períodos críticos no están todavía claros. Sin embargo, el reconocimiento del problema en tales períodos, deberían servir para focalizar los esfuerzos preventivos en estos niveles de desarrollo infantil.

La obesidad en los primeros tres meses de vida no es predictiva de obesidad en el adulto; no obstante, cuando se presenta entre los 6 y 9 años de edad, se asocia con una prevalencia de obesidad en el adulto del 55%, y esta cifra aumenta hasta el 75% si la obesidad está presente entre los 10 y los 14 años de edad [10].

2.2 Muestreo

Para el cálculo de la cantidad de muestra de niños y niñas se utilizó el sistema de muestreo Military Standar 105 D De acuerdo al número de estudiantes entre 5 a 9 años, se segmentó la población por edades, y se estableció la letra código para el

tamaño de la muestra. Se empleó el Nivel General de Inspección II que conduce a la tabla para inspección normal muestreo simple (ver APÉNDICE A y B). A continuación se detalla de acuerdo al sexo y edades el número de muestra a tomar (Tabla 6)

TABLA 6. Muestreo de niños entre 5 y 9 años

Edad (años)	Población	Muestra
5	15	3
6	20	5
7	25	5
8	23	5
9	20	5

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

TABLA 7. Muestreo de niñas entre 5 y 9 años

Edad (años)	Población	Muestra
5	24	5
6	25	5
7	38	8
8	50	8
9	30	8

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

Los valores de muestras en niños y niñas fueron tomados aleatoriamente de la lista de cada grado según la edad, por lo que todos tuvieron la misma probabilidad de ser escogidos dentro de la población.

2.3 Cálculos

Se realizaron tomas de las medidas antropométricas y cálculos del requerimiento energético de las niñas y niños del grupo objetivo.

2.3.1 Medidas antropométricas

Se tomaron medidas de peso y talla de los niños escogidos al azar.

Los datos recolectados se presentan a continuación en Tabla 8 y 9

TABLA 8.

Medidas antropométricas del grupo objetivo (niños)

	Edad	Altura (m)	Peso (Kg)	IMC	Percentil	Estado Nutricional
1	5	1,16	19,52	14,5	10-25	Peso Normal
2	5	1,05	17,25	15,6	25-50	Peso Normal
3	5	1,18	25,88	18,6	>95	Obesidad
4	6	1,16	19,88	14,8	10-25	Peso Normal
5	6	1,25	24,06	15,4	25-50	Peso Normal
6	6	1,18	21,73	15,6	50-75	Peso Normal
7	6	1,25	27,82	17,8	> 90 < 95	Sobrepeso
8	6	1,30	31,66	18,7	> 95	Obesidad
9	7	1,22	24,97	16,8	75 < 85	Peso Normal
10	7	1,22	25,31	17,0	75 < 85	Peso Normal
11	7	1,24	26,36	17,1	75 < 85	Peso Normal
12	7	1,25	27,95	17,9	90	Sobrepeso
13	7	1,18	27,24	19,6	> 95	Obesidad
14	8	1,28	30,07	18,4	85-90	Sobrepeso
15	8	1,29	31	18,6	90<95	Sobrepeso
16	8	1,30	31,66	18,7	90<95	Sobrepeso
17	8	1,27	30,47	18,9	90<95	Sobrepeso
18	8	1,46	45,29	21,2	>95	Obesidad
19	9	1,15	19,22	14,5	10-25	Peso Normal
20	9	1,28	30,2	18,4	50 -75	Peso Normal
21	9	1,30	31,79	18,8	85<90	Sobrepeso
22	9	1,33	34,57	19,5	90	Sobrepeso
23	9	1,37	37,62	20,0	90<95	Sobrepeso

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

TABLA 9. Medidas antropométricas del grupo objetivo (niñas)

	Edad	Altura (m)	Peso (Kg)	IMC	Percentil	Estado Nutricional
1	5	1.15	19.08	14.4	25	Peso Normal
2	5	1.09	17.25	14.5	25-50	Peso Normal
3	5	1.00	14.53	14.5	25-50	Peso Normal
4	5	1.16	20.28	15.1	85-90	Sobrepeso
5	5	1.15	20.15	15.2	85-90	Sobrepeso
6	6	1.05	15.89	14.4	10-25	Peso Normal
7	6	1.19	22.53	15.9	50-75	Peso Normal
8	6	1.20	23.19	16.1	50-75	Peso Normal
9	6	1.20	23.32	16.2	50-75	Peso Normal
10	6	1.22	24.78	16.6	75<85	Peso Normal
11	7	1.18	21.79	15.6	50-75	Peso Normal
12	7	1.17	19.52	14.3	10-25	Peso Normal
13	7	1.17	20.43	14.9	25-50	Peso Normal
14	7	1.20	22.25	15.5	50-75	Peso Normal
15	7	1.29	27.24	16.4	50-75	Peso Normal
16	7	1.17	22.7	16.6	75	Peso Normal
17	7	1.23	24.89	16.5	50-75	Peso Normal
18	7	1.32	33.78	19.4	90<95	Sobrepeso
19	8	1.24	26.09	17.0	50-75	Peso Normal
20	8	1.21	23.15	15.8	50	Peso Normal
21	8	1.23	25.42	16.8	50-75	Peso Normal
22	8	1.28	29.81	18.2	85<90	Sobrepeso
23	8	1.28	30.2	18.4	85	Sobrepeso
24	8	1.28	30.47	18.6	85<90	Sobrepeso
25	8	1.29	30.73	18.5	85<90	Sobrepeso
26	8	1.29	31.26	18.8	85<90	Sobrepeso
27	9	1.28	30.2	18.4	50-75	Peso Normal
28	9	1.28	30.34	18.5	50-75	Peso Normal
29	9	1.34	34.84	19.4	85<90	Sobrepeso
30	9	1.34	35.23	19.6	85<90	Sobrepeso
31	9	1.35	37.06	20.3	90<95	Sobrepeso
32	9	1.35	36.29	19.9	90	Sobrepeso
33	9	1.37	37.62	20.0	90	Sobrepeso
34	9	1.35	35.89	19.7	85<90	Sobrepeso

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

Para determinar el Estado Nutricional de la muestra se emplearon las gráficas (ver APÉNDICE C y D) que correlacionan de acuerdo al sexo, el IMC, la edad y el percentil correspondiente (ver tabla 8 y 9), dado que a diferencia de los adultos los niños están en crecimiento tanto en peso como talla por lo tanto el IMC cambia con relación al tiempo.

TABLA 10.

**Estado nutricional de niños y adolescentes
según valor del imc**

Estado Nutricional (niños/as y adolescentes de 2-20 años)	Percentiles (P)
Bajo peso	< 5
Peso normal	5 a < 85
Sobrepeso	85 a < 95
Obesidad	>= 95

Fuente: Obesidad por Rodrigo Yépez, Manuel Baldeón y Pablo López, Sociedad Ecuatoriana de Ciencias de la Alimentación y Nutrición. Quito, 2008

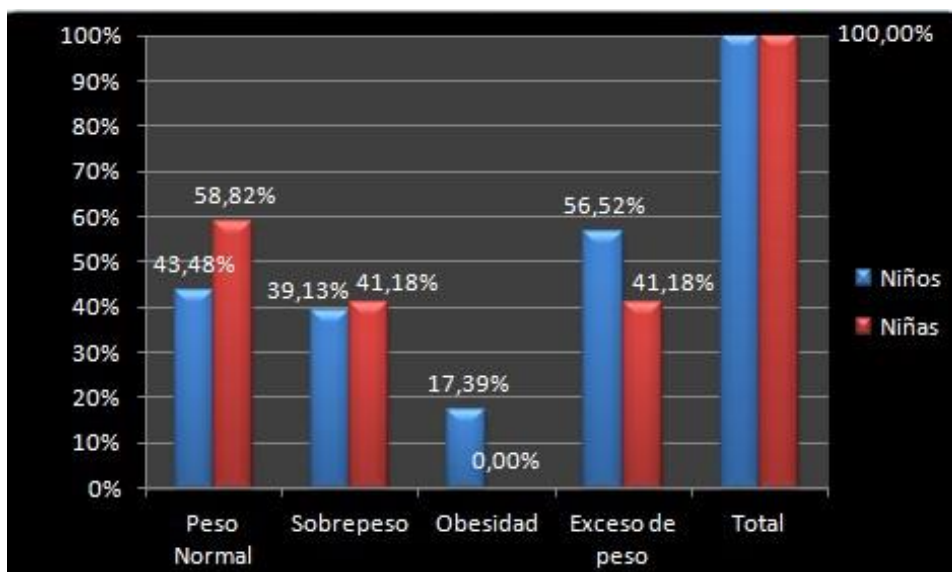


FIGURA 1. RESULTADO DE LA CLASIFICACIÓN SEGÚN LA EDAD- IMC PERCENTIL PREVALENCIA DE SOBREPESO/OBESIDAD EN ESCOLARES ENTRE 5 A 9 AÑOS DE LA ESCUELA PEDRO CARBO

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

En este muestreo se puede apreciar que la tendencia en exceso de peso en el grupo objetivo en estudio (sobrepeso y obesidad) está en el orden del 56,52 % y 41,18% para niños y niñas, respectivamente. Este valor es elevado en relación con el estudio en escolares realizado en el 2001 por maestrantes en Alimentación y Nutrición de la Universidad Central (Diana Aguilar, Edelina Alarcón, Argentina Guerrón, Pablo López, Soledad Mejía y Linda Riofrio) cuyos promedios, tomados en 5 Ciudades del país, dio como resultado en exceso de peso 14 % (8,7 % sobrepeso y 5,3% de obesidad)

Debido a que la muestra tomada en este proyecto, por limitados recursos y tiempo, es significativamente inferior a la empleada por los maestrantes en Alimentación y Nutrición (93105 niños y niñas entre edades comprendidas entre 7,5 y 8,5 años) pero refleja una realidad presente que motivó a realizar este proyecto, en el Ecuador cada día aumentan los niveles de exceso de peso en escolares, debido entre otras variables a costumbres alimenticias, sedentarismo, consumo de comida chatarras sobre todo en bares escolares, etc. Por lo que todo esfuerzo en dar soluciones a estas variables de incidencia, son un aporte al presente y futuro de la salud de la población infantil y adolescente del país, por lo que es importante brindar una contribución para erradicar este mal del sobrepeso y obesidad.

2.3.2 Requerimiento energético

Para el cálculo del requerimiento energético se necesitó en primera instancia el resultado de la Tasa de Metabolismo Basal (TMB), siendo ésta la energía consumida en las actividades que brindan sostén a los procesos vitales, como la circulación y respiración, y que conserva la temperatura corpórea

En el cálculo de calorías consumidas en la TMB se utilizaron las ecuaciones para calcular la tasa de metabolismo basal a partir del peso corporal según Tabla 11 adjunta:

TABLA 11.

Ecuaciones para calcular la tasa de metabolismo basal a partir del peso corporal (p)

Rangos de Edad	kcal/día
Hombres	
0 - 3	60,9 P - 54
3 - 10	22,7 P + 495
10 -18	17,5 P + 651
18 - 30	15,3 P + 679
30 - 60	11,6 P + 879
> 60	13,5 P + 487
Mujeres	
0 - 3	61,0 P - 51
3 - 10	22,5 P + 499
10 -18	12,2 P + 746
18 - 30	14,7 P + 496
30 - 60	8,7 P + 829
> 60	10,5 P + 596

Fuente: FAO/OMS/UNU: Necesidades de Energía y de Proteínas. Serie Inf Téc. 724 OMS, Ginebra 1985

Escogiendo el promedio de pesos entre los niños y niñas entre 5 y 9 años de la encuesta realizada, se obtuvieron los siguientes resultados

$$\begin{aligned}
 \text{Niños 3 – 10 años: TMB} &= 22,7 P + 495 \\
 &= 22,7 (27,89)+495 \\
 &= 1128 \text{ kcal/día}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Niñas 3 – 10 años: TMB} &= 22,5 P + 499 \\
 &= 22,5 (26,42)+499 \\
 &= 1093 \text{ kcal/día}
 \end{aligned}$$

El requerimiento energético o Gasto Energético Total (GET) es la cantidad de energía requerida para mantener la vida más la energía requerida para las actividades físicas.

Para determinar el GET de la población objetivo, se realizaron encuestas por recordatorio a los padres de familia acerca de las actividades realizadas durante el día por sus hijos (ver APÉNDICE E formato de registro de actividad diaria por recordatorio). Se listan las actividades y sus promedios en horas, de los niños y niñas en observación durante un día normal

TABLA 12.

Promedio de horas de las actividades realizadas por los escolares en un día para calcular su gasto energético total (kcal/día)

Niños				
Actividades	Horas	MultiploTMB	TMB/Hora	GET
*Levantarse	0,15	1,2	47,01	8,46
Lavarse,vestirse, asearse	0,25	1,6	47,01	18,80
*Desayunar	0,25	1,2	47,01	14,10
Caminar a la escuela	0,25	2,5	47,01	29,38
Atender clases	2,50	1,3	47,01	152,78
**Actividades recreativas (recreo)	1,00	4,4	47,01	206,84
***Atender clases	2,25	1,3	47,01	137,50
Caminar a casa	0,30	2,5	47,01	35,26
Almorzar	0,50	1,2	47,01	28,21
Lavarse,vestirse, asearse	0,20	1,6	47,01	15,04
***Realizar tareas	2,00	2,7	47,01	253,85
**Jugar	2,00	4,4	47,01	413,69
*Cenar	0,50	1,2	47,01	28,21
*Ver Televisión	3,85	1,2	47,01	217,19
Dormir	8,00	1	47,01	376,08
Total	24,00		Total	1935,40

Niñas				
Actividades	Horas	MultiploTMB	TMB/Hora	GET
*Levantarse	0,13	1,2	45,56	7,11
Lavarse,vestirse, asearse	0,27	1,6	45,56	19,68
*Desayunar	0,23	1,2	45,56	12,57
Caminar a la escuela	0,23	2,4	45,56	25,15
Atender clases	2,50	1,7	45,56	193,63
**Actividades recreativas (recreo)	1,00	4,2	45,56	191,35
***Atender clases	2,25	1,7	45,56	174,27
Caminar a casa	0,29	2,4	45,56	31,71
Almorzar	0,50	1,2	45,56	27,34
Lavarse,vestirse, asearse	0,27	1,6	45,56	19,68
***Realizar tareas	3,00	2,7	45,56	369,04
**Jugar	1,00	4,2	45,56	191,35
*Cenar	0,50	1,2	45,56	27,34
*Ver Televisión	3,33	1,2	45,56	182,06
Dormir	8,50	1	45,56	387,26
Total	24,00		Total	1859,53

*) Sentado tranquilamente, ** Actividad recreativa moderada, *** Trabajo en oficina, **** Limpieza Ligera (Fuente FAO/OMS/UNU. necesidades de Energía y de Proteínas. Serie Inf. Téc. 724. OMS, Ginebra 1985 Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

Con el registro de las actividades diarias de los niños se realizó el cálculo del Gasto Energético Total por actividad, para lo cual previamente se divide la Tasa de Metabolismo Basal para las 24 horas del día (TMB/Hora), obteniéndose para los Niños el valor de 47,01 kcal/ hora y para las Niñas 45,56 kcal/ hora.

Para cada actividad, las horas se multiplican por el Gasto Energético Bruto en determinadas actividades (expresadas como múltiplo de la TMB, ver Tabla 12) y por la TMB/Hora, para determinar los parciales del Gasto Energético Total (GET), que sumado obtenemos el GET definitivo. En este estudio se obtuvo como resultado en niños 1935,40 kcal/día y en niñas 1859,53 kcal/día, siendo estos los requerimientos de energía que deben ser satisfechos en la alimentación diaria de cada uno de los grupos objetivos analizados en el muestreo en promedio.

El balance energético va a estar en función de que la compensación de energía de los alimentos sea la requerida para satisfacer la que se gasta en el día, sin que se generen descompensaciones por déficit o exceso de energía acumulada por consumo de comidas densamente energéticas, como lo son las denominadas comidas chatarras, que eran expandidas también en bares escolares. El fin del presente proyecto es contribuir con un alimento que cumpla el requerimiento de la Tabla 5, previamente adjunta, y aporte con al menos el 3% o más por ración de

los requerimientos energéticos necesarios para la población escolar de la muestra en estudio.

2.4 Caracterización físico química de materias primas

La caracterización físico química fundamental necesaria para los cálculos de bases de helados se exponen en la Tabla 13 adjunta

TABLA 13. Caracterización de materia prima

Ingrediente	gramos	Kcal/g	Carbohidratos	Proteínas	Grasa Total	Grasas Saturadas	Colesterol (mg)	SN GL	Fibras	Cálcio (mg)	Hierro (mg)	Sódio (mg)	Sólidos totales	Lactosa (%)
Azúcar	1,00	3,87	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,12	1,00	0,00
Leche en polvo descremada	1,00	3,62	0,52	0,35	0,01	0,00	0,00	0,96	0,00	13,63	0,00	5,35	0,96	0,53
Leche entera en polvo	1,00	4,97	0,39	0,25	0,27	0,17	0,85	0,72	0,00	8,90	0,01	3,23	0,97	0,39
Leche entera líquida	1,00	0,60	0,05	0,03	0,03	0,02	0,14	0,09	0,00	1,13	0,00	0,40	0,12	0,05
Crema de leche (38%)	1,00	5,00	0,03	0,02	0,38	0,24	1,20	0,06	0,00	0,60	0,00	0,00	0,45	0,03
Grasa vegetal de palma	1,00	9,00	0,00	0,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
Estabilizante	1,00	6,60	0,00	0,01	0,68	0,67	0,00	0,00	0,26	0,00	0,00	0,00	0,98	0,00
Agua	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

2.5 Diseño experimental

Las variables seleccionadas en este proyecto son textura (dureza) y cuerpo (derretimiento), características importantes como concepto de calidad del producto terminado (helado). Estas características de calidad están condicionadas básicamente por la acción de dos factores controlables, % de grasa vegetal y % de azúcar, y nivel de aceptación del producto. Se requiere que el diseño de experimento se centre en el estudio de los factores controlables para que cada uno de ellos elegidos por el conocimiento y experiencia le sean asignados valores para obtener niveles que generan datos e información. El diseño experimental será utilizado en este proyecto como una herramienta que establezca la relación entre las variables de importancia en el producto final y los factores del proceso que afectan la formulación. Además, brindará información sobre cómo tratar estos factores, de tal forma, que se pueda obtener el resultado deseable en las variables mencionadas, de acuerdo a los requerimientos del cliente y gubernamentales aplicables, que permitirá tener más elementos de juicio para la Optimización.

2.5.1 Determinación de variables experimentales

Teniendo como origen los parámetros de calidad del helado, se definieron a la dureza y al derretimiento como las variables de respuesta para el diseño experimental, ya que estas variables, después del sabor

se podrían definir como las más críticas para la aceptación del producto y se quiere establecer cómo afecta la formulación del helado en el comportamiento de estas variables. Para la selección de los factores se tomó en cuenta que el Acuerdo Interministerial 004-10 limita el uso de grasa y azúcar (Ver Tabla 5) y además la experiencia y el conocimiento induce a plantear el supuesto de que estos factores podrían tener influencia sobre las variables de respuesta definidas.

TABLA 14.

**Factores del diseño experimental.
Variable de respuesta: dureza**

Factor	Supuesto
Cantidad de Grasa Vegetal	<p>El nivel de grasa vegetal afecta en proporción inversa a la dureza del helado.</p> <p>Los glóbulos de grasa están dispersos, emulsionados e inmersos en fase líquida dentro del helado y es dicha fase líquida que lo hace menos duro.</p>
Cantidad de Azúcar de caña (sacarosa)	El nivel de azúcar afecta en proporción inversa la dureza del helado, debido a la concentración de sólidos solubles.

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

TABLA 15.

Factores del diseño experimental. Variable de respuesta: derretimiento

Factor	Supuesto
Cantidad de Grasa Vegetal	El nivel de grasa vegetal afecta en proporción directa al derretimiento del helado.
Cantidad de Azúcar de caña (sacarosa)	El nivel de azúcar afecta en proporción inversa al derretimiento del helado.

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

Dado que para cada uno de los experimentos planteados se tienen dos factores, se desarrolló un diseño 2^k que es una de las familias de diseño de mayor impacto en la industria y en la investigación, debido a su versatilidad y eficacia [11]. El diseño 2^k es un diseño experimental que tiene K factores con 2 niveles; por lo que en este caso sería 2^2 .

Para la selección de los niveles de grasa vegetal a experimentar se tomó en cuenta los niveles mínimos y máximos de grasa que se podrían utilizar para cumplir con los parámetros de grasas totales y saturadas conforme lo establece la tabla de nutrientes e indicadores en exceso del

Acuerdo Interministerial 004-10 (Ver Tabla 5), y que además sean del agrado del consumidor; siendo estos 4 y 8 %.

Con el nivel de azúcar se tomó en cuenta la NTE INEN 706:2013 segunda revisión para helados, el Acuerdo Interministerial 004-10 y los requerimientos del cliente, y se plantearon como niveles mínimos y máximos a experimentar 9 y 14 %. Las formulaciones se encuentran en el Apéndice F.

Para el experimento del derretimiento se plantearon las siguientes hipótesis: Hipótesis nula H_0 : El porcentaje de grasa vegetal y el porcentaje de azúcar en el helado, y sus interacciones, no tienen efecto sobre el derretimiento del helado.

Hipótesis alterna H_1 : alguno de los tratamientos tiene efecto sobre el derretimiento del helado.

Para el experimento de la dureza se plantearon las siguientes hipótesis: Hipótesis nula H_0 : El porcentaje de grasa vegetal y el porcentaje de azúcar en el helado, y sus interacciones, no tienen efecto sobre la dureza del helado. Hipótesis alterna H_1 : alguno de los tratamientos tiene efecto sobre la dureza del helado.

2.5.2 Corridas experimentales

Experimento del derretimiento:

La metodología utilizada fue mediante preparación de las muestras las cuales se mantuvieron en congelación a -18°C por 24 horas. Luego, se determinó el peso inicial de las muestras y se pusieron a derretir a 20°C y en 40 minutos se obtuvo el porcentaje de masa derretido. La unidad de variable respuesta es el porcentaje de masa derretida a los 40 minutos.

Principio

El peso del helado derretido durante un periodo de 80 minutos es continuamente registrado (cada 10 minutos partiendo del minuto 40). Ver datos obtenidos (Tabla 16)

Materiales, Equipos y condiciones

- Congelador (-18°C)
- Temperatura del ambiente controlada ($20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$)
- Balanza analítica
- Malla
- Recipiente
- Cronómetro
- Termómetro
- Beaker de plástico (500 ml)

Procedimiento

Una porción de helado que ha sido congelada a -18°C por un mínimo de 24 horas es pesada y ubicada en una malla de cables de acero inoxidable. El cuarto donde se da el proceso de derretimiento se debe mantener a una temperatura constante de $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

La malla de cables se ubica encima de un beaker de plástico de 500 ml dispuesto en una balanza analítica. La balanza analítica registran los pesos del helado contenido en el beaker cada 10 minutos a partir del minuto 40 cuyos datos son registrados en una base de datos y se calcula el porcentaje del helado derretido en función del tiempo.

Después de 80 minutos se obtiene una serie de datos que permiten calcular el porcentaje de pérdida de masa.

Cálculos

$$\frac{a}{b} \times 100 = \% \text{ pérdida de masa del helado derretido después de } T \text{ (minutos) tiempo}$$

a: Peso del helado derretido después de T (minutos) tiempo.

b: Peso del helado antes del derretimiento

TABLA 16.

Tabla de aleatorización

↓	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
	Grasa	Azúcar	30 min	Pérdida % de masa (40 min)	50 min	60 min	70 min	80 min	Dureza (g.F)
1	4,00%	9,00%	0,23112	4,4885	12,4559	27,4298	48,0112	77,6305	29968,9
2	4,00%	9,00%	0,23770	3,2921	11,6829	27,4899	46,8267	67,0668	25533,5
3	4,00%	9,00%	0,22418	5,0181	13,6268	23,5347	48,2032	69,7122	26708,0
4	4,00%	14,00%	4,88998	18,3374	41,3203	68,3374	88,9976	99,7555	20596,7
5	4,00%	14,00%	0,75282	7,1518	22,2083	40,9034	67,5031	84,9435	22491,6
6	4,00%	14,00%	5,46699	19,4010	38,7584	81,5949	89,2000	92,4000	23661,2
7	8,00%	9,00%	0,94899	5,6940	19,3357	36,1803	66,0735	77,8173	29969,2
8	8,00%	9,00%	0,00000	1,5341	9,1456	24,9469	44,3946	64,9044	29729,5
9	8,00%	9,00%	0,90534	6,5253	18,0982	40,7390	75,9846	86,9998	33951,1
10	8,00%	14,00%	3,05132	11,2092	29,9836	55,3776	77,3169	97,1378	21831,7
11	8,00%	14,00%	0,00000	5,9510	21,1202	40,6068	67,3279	84,8308	20609,2
12	8,00%	14,00%	2,50208	11,8369	29,6238	59,5863	66,8018	98,9787	22917,4

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

Experimento de la textura:

La metodología utilizada fue mediante preparación de las muestras de en un ambiente controlado a 20 °C. Luego, se realizaron ensayos de textura con cada una de las muestras utilizando el equipo Textura Analyser TA-XT-PLUS y el programa Icc-1KB. La textura fue medida en gramos fuerza (g·F).

Para el experimento se decidió trabajar con el 95 % del nivel de confianza y tres corridas experimentales. Para el análisis de los resultados se utilizó el software Minitab 15.

2.6 Pruebas sensoriales

Se realizaron pruebas sensoriales con el propósito de evaluar y seleccionar entre 4 prototipos el que más se aproxime a un patrón (helado de marca actualmente comercializado en el mercado); para de esta manera comparar y definir un perfil de textura con características deseables que permita desarrollar el nuevo producto con características organolépticas preestablecidas . Se emplearon Consumidores: niños y niñas entre 11 y 12 años de una escuela de la ciudad de Guayaquil y Jueces Seminternados y Entrenados de una Empresa fabricante de helados de la misma ciudad.

2.6.1 Pruebas de aceptación

Con el objetivo de conocer la opinión del consumidor y su aceptación en cuanto a 4 prototipos de helado de leche con grasa vegetal, se procede a evaluar los grupos de 2 muestras en 2 evaluaciones para completar la evaluación de las 4 muestras. Se realizaron pruebas de aceptación de todos los prototipos y para determinar si eran o no aceptados por el consumidor.

Los jueces que participaron en esta prueba son jueces consumidores (60 niños comprendidos entre las edades de 11 y 12 años) entrevistados en la escuela

Pedro Carbo de la ciudad de Guayaquil. Las pruebas se realizaron el 5 de Septiembre del 2013, desde las 10h00 hasta las 12h00, en las aulas de la escuela Pedro Carbo.

A continuación se muestran los datos de las muestras:

TABLA 17

Prototipos

Productos
Helado de leche con grasa vegetal sabor vainilla D414
Helado de leche con grasa vegetal sabor vainilla D49
Helado de leche con grasa vegetal sabor vainilla D814
Helado de leche con grasa vegetal sabor vainilla D89

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

A fin de evitar influencia en los jueces por el nombre de las muestras, estas se codifican utilizando cuatro números aleatorios, que se muestran a continuación:

TABLA 18
**Codificación de Muestras en Prueba
de Aceptación**

Productos	Código
Helado de leche con grasa vegetal sabor vainilla D414	9235
Helado de leche con grasa vegetal sabor vainilla D49	6750
Helado de leche con grasa vegetal sabor vainilla D814	6814
Helado de leche con grasa vegetal sabor vainilla D89	2755

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

Se presentaron las muestras como se presenta a continuación:

TABLA 19

Orden de las Muestras en Prueba de Aceptación

Orden de presentación de muestras			Orden de presentación de muestras		
Primer Grupo			Segundo grupo		
1	9235	6750	31	6814	2755
2	6750	9235	32	2755	6814
3	9235	6750	33	6814	2755
4	6750	9235	34	2755	6814
5	9235	6750	35	6814	2755
6	6750	9235	36	2755	6814
7	9235	6750	37	6814	2755
8	6750	9235	38	2755	6814
9	9235	6750	39	6814	2755
10	6750	9235	40	2755	6814
11	9235	6750	41	6814	2755
12	6750	9235	42	2755	6814
13	9235	6750	43	6814	2755

14	6750	9235	44	2755	6814
15	9235	6750	45	6814	2755
16	6750	9235	46	2755	6814
17	9235	6750	47	6814	2755
18	6750	9235	48	2755	6814
19	9235	6750	49	6814	2755
20	6750	9235	50	2755	6814
21	9235	6750	51	6814	2755
22	6750	9235	52	2755	6814
23	9235	6750	53	6814	2755
24	6750	9235	54	2755	6814
25	9235	6750	55	6814	2755
26	6750	9235	56	2755	6814
27	9235	6750	57	6814	2755
28	6750	9235	58	2755	6814
29	9235	6750	59	6814	2755
30	6750	9235	60	2755	6814

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014 El cuestionario presentado a los panelistas se encuentra en el APÉNDICE G.

2.6.2 Pruebas discriminativas

Las pruebas discriminativas son las que permiten determinar si existen diferencias significativas o no entre muestras, o entre ellas y un patrón. Además permiten cuantificar la diferencia significativa.

Para conocer si existe diferencia significativa entre 2 prototipos de helado de leche sabor coco, se van a evaluar ambas muestras vs un patrón en dos pruebas triangulares usando 1 prototipo y el patrón en cada prueba triangular.

Se realizaron dos pruebas triangulares a un grupo de jueces semientrenados, con muestras de:

- Helado de leche sabor coco prototipo (2 prototipo)
- Helado de leche sabor coco patrón

Los jueces que participaron en esta prueba son jueces semientrenados, de una empresa de helados de la ciudad de Guayaquil. Participaron 12 jueces entrenados (juicios por duplicado), la prueba se realizó el 12 de Septiembre del 2013 desde las 10H00 hasta las 10h45, en las cabinas para Evaluación Sensorial de la Empresa de helados

TABLA 20

Muestras para Pruebas Triangular

producto	prototipo	presentación
Helado de Leche con grasa vegetal sabor coco (prototipo)	D414	Paleta de 70 ml
Helado de Leche con grasa vegetal sabor coco (prototipo)	D814	Paleta de 70 ml
Helado de Leche con grasa vegetal sabor coco (patrón)	N/A	Paleta de 70 ml

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

A continuación se muestran los datos de las muestras utilizadas en las pruebas: A fin de evitar influencias en los jueces influenciados por el nombre del patrón, las muestras se codifican utilizando tres números aleatorios.

TABLA 21.**Códigos de las muestras para Prototipo D414 vs patrón en Prueba**

	Patrón	Muestra	
Trío 1->	321	507	375
	Muestra	Patrón	
Trío 2->	244	839	167

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

TABLA 22.

Códigos de las muestras para Prototipo D814 vs patrón en Prueba Triangular

Trío 1	Patrón	Muestra	
	674	180	940
Trío 2	Muestra	Patrón	
	535	424	811

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

A continuación se presenta el orden de presentación de muestras para Prototipo D414 vs patrón

TABLA 23.

Orden de presentación de muestras para Prototipo D414 vs patrón en
Prueba Triangular

1	Trío 1	321	507	375
	Trío 2	839	167	244
2	Trío 1	507	321	375
	Trío 2	244	839	167
3	Trío 1	507	375	321
	Trío 2	839	244	167
4	Trío 1	321	375	507
	Trío 2	167	839	244
5	Trío 1	375	321	507
	Trío 2	244	167	839
6	Trío 1	375	507	321
	Trío 2	167	244	839
7	Trío 1	321	507	375
	Trío 2	839	167	244
8	Trío 1	507	321	375
	Trío 2	244	839	167
9	Trío 1	507	375	321
	Trío 2	839	244	167

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

A continuación se presenta el orden de presentación de muestras para
Prototipo D814 vs patrón

TABLA 24.

Orden de presentación muestras para Prototipo D814 vs patrón en

Prueba Triangular

1	Trío 1	674	180	940
	Trío 2	424	811	535
2	Trío 1	180	674	940
	Trío 2	535	424	811
3	Trío 1	180	940	674
	Trío 2	424	535	811
4	Trío 1	674	940	180
	Trío 2	811	424	535
5	Trío 1	940	674	180
	Trío 2	535	811	424
6	Trío 1	940	180	674
	Trío 2	811	535	424
7	Trío 1	674	180	940
	Trío 2	424	811	535
8	Trío 1	180	674	940
	Trío 2	535	424	811
9	Trío 1	180	940	674
	Trío 2	424	535	811

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

2.6.3. Perfil de textura

Los Perfiles de Textura ayudan a describir, comparar y valorar las características de las muestras en función de un patrón definido previamente.

Los análisis de perfiles sensoriales consisten en una descripción minuciosa de todas las características o notas que conforman el sabor o la textura, seguida de una medición de cada una de ellas, y los resultados se presentan de forma gráfica para obtener una idea cualitativa y cuantitativa del espectro o configuración del atributo sensorial bajo estudio [12].

Perfil de textura:

Se realizó el perfil de textura con el panel de jueces entrenados de una planta de helados de la ciudad de Guayaquil tomando en cuenta los siguientes atributos de textura:

Dureza: Atributo mecánico textural relacionado con:

- La fuerza requerida para lograr una deformación o penetración de un producto.
- En la boca esto se percibe por la compresión del producto entre los dientes (sólido) o entre la lengua y el paladar (semi-sólido).

Los principales adjetivos correspondientes a los diferentes niveles de dureza son los siguientes:

- Blando: Nivel bajo Ej. queso crema (paladar y lengua)
- Firme: Nivel moderado Ej. Aceituna (dientes)
- Duro: Nivel alto Ej. caramelo duro (molares)

□

Cristalino: presencia de partículas pequeñas con formas claramente definidas con ángulos y aristas (cristales de hielo)

Creмосidad: Propiedad buco-táctil relacionada con la sensación de suavidad, espesor y llenura de la cavidad bucal. Se evalúa durante el paladeo por la forma que el producto llena la boca, estimando el parecido a la crema.

Recubrimiento en la boca: Se evaluará la intensidad con la cual se percibe la sensación luego de tragar la muestra.

Cada uno de los 8 jueces cuantifico los atributos de textura en una escala gráfica de 10 cm. usando el siguiente formato con la siguientes referencias [13]

Se desarrolló el perfil de textura haciendo una comparación entre un helado tipo “Salcedo”, presente en el mercado, con lo que se estableció un estándar que se comparó con el prototipo seleccionado. Luego, un grupo de jueces entrenados determinó las propiedades de textura a comparar, con dicha información se realizó la ficha mostrada en el APÉNDICE I

2.7 Estimación del tiempo de vida útil del producto terminado

Se utilizó el método de Ficha de Estabilidad Normal o también conocida como de Anaquel, para la estimación del tiempo de vida útil del producto se tomó en consideración el material de empaque a utilizar y los análisis sensoriales, físico-químicos y microbiológicos efectuados sobre una muestra del helado. La prueba se realizó en un periodo de tiempo de 6 meses, entre Octubre del 2013 a Abril del 2014, los análisis fueron realizados a temperatura ambiente de 24°C y Humedad Relativa de 65%; el producto se mantuvo inalterable en condiciones de congelación a -18°C durante el periodo de estudio. Los análisis que se utilizaron para estimar la estabilidad del producto se pueden observar en el APÉNDICE J.

2.7.1 Material de empaque

El empaque escogido para la preservación del helado será Polipropileno

Biorientado Perlado debido a sus características:

- Alta transparencia y brillo.
- Buenas propiedades mecánicas.
- Fácil de procesar (impresión, laminación).
- Excelente permeabilidad al vapor de agua.
- Amplio rango de espesores.
- Diferentes temperaturas de sello.
- Diferentes niveles de coeficiente de fricción (COF).
- Buena relación costo/rendimiento.
- Versatilidad

2.7.2 Análisis físico químico y microbiológico

Los análisis físico-químicos a realizarse en el helado se describen a continuación:

- Grasa Láctea:

Se realizó el método de la NTE INEN 012 para la determinación del contenido de grasa en leche.

- Sólidos Totales:

Se empleó el método de la NTE INEN 014 para la determinación de sólidos totales en leche

Los análisis microbiológicos a efectuarse son los siguientes:

- Recuento de microorganismos Aerobios Mesófilos:
Se realizó el Método Oficial AOAC 966.23, para Recuento de Microorganismos Aerobios Mesófilos en alimentos, Método del Recuento Standard en placa.

- Recuento de Coliformes y E. Coli:
Para su recuento se desarrolló el Método Oficial AOAC 991.14 Recuento de Coliformes y E.coli mediante técnica de Petrifilm, método de film seco rehidratable.

- Recuento de Staphilococcus Aureus
Se procedió a analizar con el Método Oficial AOAC 2003.07 Recuento Staph Express mediante técnica de Petrifilm, método de film seco rehidratable.

- Análisis de Listeria
Para su análisis se efectuó el Método Oficial AOAC – RI # 070601. Sistema de Muestreo de Listeria Ambiental.

- Análisis de Salmonella
El análisis se hizo bajo el Método Oficial AOAC – RI # 960801. Reveal 2.0 Análisis de Salmonella.

2.8 Cálculo del aporte nutricional del producto

Se realizaron los cálculos teóricos a través de los datos de los ingredientes obtenidos de la Tabla 28 de optimización, de la cual se obtienen el aporte de carbohidratos, proteínas y grasas presentes en el helado para obtener las calorías teóricas del helado.

A continuación se muestra el aporte nutricional teórico del producto:

TABLA 25.

Información Nutricional Teórica

Información Nutricional		
Cantidad de Porción		
	100g	84g
Valor calórico (kcal)	149.36	125.46
Proteínas (g)	3.38	2.03
Carbohidratos (g)	18.75	11.25
Grasas totales (g)	6.70	4.02
Grasas saturadas	5.00	3.00
Colesterol	11.08	6.65
Fibra Alimentaria	0.13	0.08
SNGL	9.34	5.60
FPDF	14.00	8.40
Dulzura relativa	14.00	8.40
Sólidos totales	30.00	18.00
Calcio (mg)	122.57	73.54
Hiero (mg)	0.01	0.01
Sodio (mg)	46.13	27.68

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

2.9 Estimación de costos

Para la estimación del precio de venta al público del helado, primero fue necesario determinar los costos de elaboración del mismo. Los costos de mano de obra por unidad de helado fueron de \$0.0182. A esto se le agrega otros costos de transformación, como lo son energía eléctrica, depreciaciones, entre otros valores y se obtuvo un valor por unidad de helado de \$0.0135. Además de los valores antes mencionados, se adiciona el costo de la materia prima necesaria para la elaboración del helado con lo que se obtiene un valor por unidad de helado de \$0.0519, lo que da un valor total por unidad de \$0.0836.

Después de determinar los costos de elaboración por unidad de helado, se establece que el precio de venta al público será de \$0.30, con lo que se obtiene un margen bruto de ganancia del 72.13%.

Detalles del costo y precio de venta del helado se puede encontrar en el APÉNDICE K

CAPÍTULO 3

3 MODELACIÓN MATEMÁTICA Y OPTIMIZACIÓN

Se empleó la modelación matemática y optimización para el diseño de una fórmula que cumpla con las restricciones nutricionales y técnicas previstas en el acuerdo y al mínimo costo, empleando el complemento Solver de Excel.

3.1 Determinación de las variables de decisión

Las variables de decisión son aquellas que van a modificar el resultado final de costo y de información nutricional, en este caso son los ingredientes. Para este caso se determinó las variables de decisión en función de los ingredientes básicos para el helado: leche y sus derivados, grasa, estabilizantes, azúcares y agua

X1 = Cantidad a utilizar de kg de azúcar

X2= Cantidad a utilizar de kg de leche en polvo descremada

X3= Cantidad a utilizar de kg de Leche en polvo entera

X4= Cantidad a utilizar de kg de Leche entera líquida

X5= Cantidad a utilizar de kg de Crema de leche 38% de grasa

X6= Cantidad a utilizar de kg de Grasa Vegetal de Palma

X7= Cantidad a utilizar de kg de Estabilizante

X8= Cantidad a utilizar de kg de Agua

3.2 Restricciones

Las restricciones son ecuaciones lineales limitantes de la ecuación principal expresada en desigualdades o igualdades. Para el caso de este producto, se tienen dos tipos de restricciones: restricciones nutricionales, y técnicas.

3.2.1 Restricciones nutricionales

Las restricciones nutricionales se establecieron de acuerdo a las indicadas en la “Tabla 5 contenido de nutrientes e indicadores de exceso” del Decreto Ejecutivo 004-10.

Por lo tanto, la formulación del helado, debe cumplir las siguientes restricciones nutricionales :

- A.- La suma de kg de grasas totales debe ser menor al 20%.
- B.- -La suma de kg de las grasas saturadas debe ser menor a 5%
- C.- .La suma de kg de azúcares debe ser menor a 15%.

No se planteó una restricción para las grasas Trans ni para la sal, según el acuerdo, ya que los productos utilizados en la elaboración del helado (variables de decisión) contienen cantidades mínimas de estos nutrientes.

3.2.2 Restricciones técnicas

Las restricciones técnicas están dadas por la normativa NTE- INEN 706:2013, así como la restricción planteada por el diseño de experimentos, que limita el azúcar a cantidades menores al 14% para garantizar un buen desempeño del producto con respecto al derretimiento.

Por lo tanto, se plantean las siguientes restricciones adicionales:

- A. La suma de kg de grasas totales debe ser mayor o igual a 6%
- B. La suma de kg de grasa láctea debe ser mayor o igual a 1,5%
- C. La suma de kg de proteína láctea debe ser mayor o igual a 1,5%
- D. La suma de kg de sólidos totales debe ser mayor o igual al 30%

Los kg de azúcar debe ser menor o igual al 14% (esta restricción anula a la restricción C del punto 3.2.1.)

Según especificaciones técnicas, los kg de estabilizante deben ser igual al 0,5%. Para la validez del modelo, todas las variables de decisión deben ser no negativas (mayores o iguales a cero)

3.3 Función objetivo

La función objetivo es una ecuación lineal que se debe maximizar o minimizar y representa el problema que la optimización debe solucionar en función a las variables de decisión. En este caso, el objetivo es obtener una fórmula del producto helado que cumpla con todas las restricciones nutricionales y técnicas al menor costo. Por tanto, en la función objetivo usada para este estudio se busca minimizar la suma de los costos de la cantidad utilizada de cada ingrediente. Siendo C_i el costo del producto i , X_i la cantidad a utilizar del producto i , y Z la función objetivo, se tiene: $\text{Min } Z =$

$$C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + C_4X_4 + C_5X_5 + C_6X_6 + C_7X_7 + C_8X_8$$

3.4 Optimización del modelo matemático

Se tienen los siguientes costos de los ingredientes que son presentados en la siguiente tabla

TABLA 26.

Tabla de costos de los ingredientes según la cantidad utilizada

Ingrediente	Cantidad utilizada	Costo (\$/Kg)
Azúcar	14,00	0,8200
Leche en polvo descremada	2,39	5,5000
Leche entera en polvo	0,00	5,0790
Leche entera líquida	79,14	0,4976
Crema de leche (38%)	0,00	2,5000
Grasa vegetal de palma	3,97	1,5927
Estabilizante	0,50	7,5000
Agua	0,00	0,0001

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

De esta forma, la función objetivo queda:

$$\text{Min } Z = 0,82X_1 + 5,50X_2 + 5,079X_3 + 0,4976X_4 + 2,5X_5 + 1,5927X_6 + 7,5X_7 + 0,0001X_8$$

Teniendo los siguientes aportes nutricionales de cada uno de los ingredientes que se adjuntan en la siguiente Tabla 27

TABLA 27.

Aportes nutricionales de cada uno de los ingredientes

Ingredientes	Aportación por cada Kg			
	Proteínas	Grasas totales	Grasas saturadas	Sólidos totales
Azúcar	0,00000	0,00000	0,00000	1,00000
Leche en polvo descremada	0,34500	0,00770	0,00499	0,96000
Leche entera en polvo	0,25400	0,26900	0,16742	0,97300
Leche entera líquida	0,03220	0,03000	0,01865	0,11680
Crema de leche (38%)	0,01900	0,38000	0,24000	0,44520
Grasa vegetal de palma	0,00000	1,00000	0,80000	1,00000
Estabilizante	0,01000	0,68000	0,67000	0,98000
Agua	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

$$A. 0,0077X_2 + 0.269X_3 + 0.03X_4 + 0.38X_5 + X_6 + 0.68X_7 < 20\%$$

(Suma de grasas totales menor al 20%)

$$B. 0,00499X_2 + 0.16742X_3 + 0.01865X_4 + 0.24X_5 + 0.8X_6 + 0.67X_7 < 5\%$$

(Suma de grasas saturadas menor al 5%)

$$C. X_1 < 15\%$$

(Azúcar menor al 15%)

$$D. 0,0077X_2 + 0.269X_3 + 0.03X_4 + 0.38X_5 + X_6 + 0.68X_7 \geq 6\%$$

(Suma de grasas totales mayor o igual al 6%)

$$E. 0.00770X_2 + 0.269X_3 + 0.03X_4 + 0.38X_5 \geq 1.5\%$$

(Suma de grasas lácteas mayor o igual al 1.5%)

$$F. 0.345X_2 + 0.254X_3 + 0.0322X_4 + 0.019X_5 \geq 1.5\%$$

(Suma de proteínas lácteas mayor o igual al 1.5%)

$$G. X_1 + 0.96X_2 + 0.973X_3 + 0.1168X_4 + 0.4452X_5 + X_6 + 0.98X_7 \geq 30\%$$

(Suma de sólidos totales mayor o igual al 30%)

$$H. X_1 \leq 14\%$$

(Azúcar menor o igual al 14%)

I. $X_7 = 0.5\%$

(Estabilizante igual al 0.5%)

J. $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8 \geq 0$

(Variables de decisión no negativas)

El azúcar deberá ser mayor al 9% por temas de dulzor (Análisis sensorial)

Con las variables de decisión, la función objetivo y las restricciones planteadas, se resolvió el modelo en Solver

Obteniendo los siguientes resultados para la elaboración de 100 Kg de helado:

TABLA 28.

Resultados para la elaboración de 100kg de helado

Ingrediente	Cantidad utilizada
Azúcar	14,00
Leche en polvo descremada	2,39
Leche entera en polvo	0,00
Leche entera líquida	79,14
Crema de leche (38%)	0,00
Grasa vegetal de palma	3,97
Estabilizante	0,50
Agua	0,00

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

3.5 Validación del modelo matemático

La validación fue realizada en laboratorio de la empresa de helados, para certificar que la receta planteada por el modelo de optimización cumple con las restricciones nutricionales, técnicas y otras relacionadas con la evaluación sensorial: derretimiento y dureza del producto optimizado. Ver APÉNDICE L

CAPÍTULO 4

4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

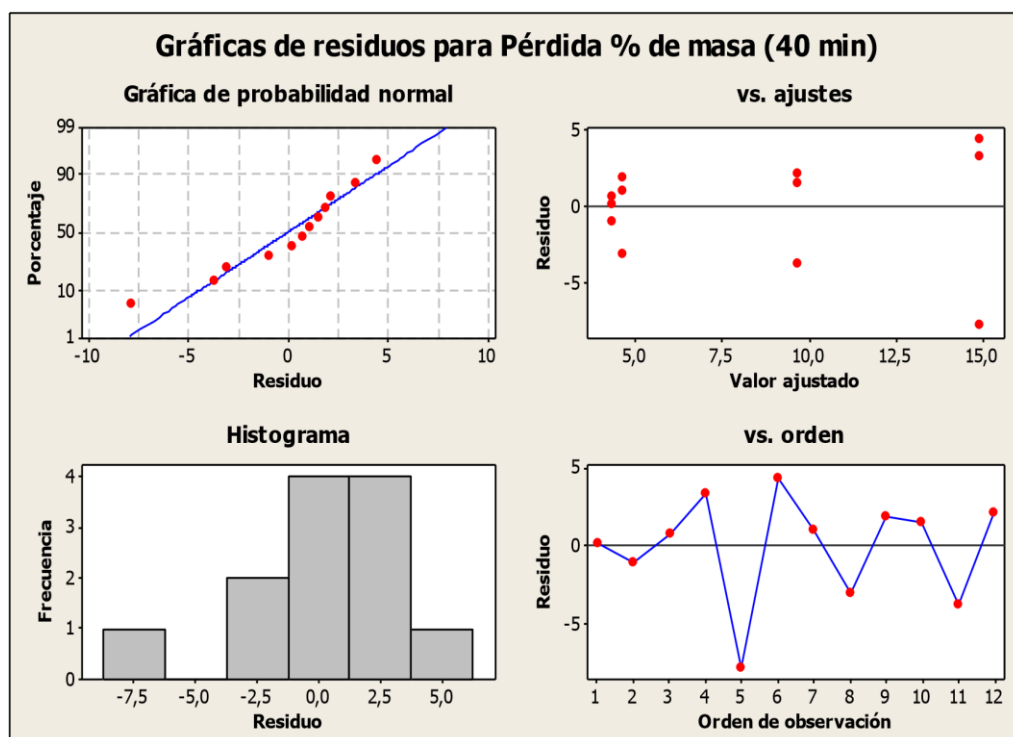
4.1 Resultados de pruebas experimentales

Realizada la experimentación, utilizando el software estadístico Minitab 15, se analizaron las variables de respuesta de cada tratamiento y se comprobó normalidad y homogeneidad de los datos (Ver Figura 2 y 5).

En el diseño de experimentos se establecieron tratamientos como porcentaje de grasa vegetal, porcentaje de azúcar y sus interacciones en el helado, así como los efectos de los mismos en el derretimiento y textura del producto final.

Resultados de Pruebas de Derretimiento

Los resultados de la prueba de derretimiento fueron los siguientes:



**FIGURA 2. GRÁFICA DE RESIDUOS (4 EN 1) PARA PÉRDIDA
% DE**

MASA (40 MIN)

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

La gráfica 4 en 1 muestra que el diseño si cumple con los supuestos necesarios para aplicar un modelo 2^k : Normalidad de los errores, igualdad de la varianza, y aleatoriedad de los resultados.

La tabla 20 indica que para el factor azúcar con un valor P de 0.009 menor a $\alpha = 0.05$ existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula planteada: El porcentaje de grasa vegetal y el porcentaje

de azúcar en el helado y sus interacciones, no tienen efecto sobre el derretimiento del helado.

Por lo tanto se asume que el azúcar influye en el derretimiento.

TABLA 29.

Tabla anova de dos factores: pérdida % de masa (40min) vs. Grasa,

Azúcar

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Grasa	1	18.597	18.597	1.15	0.314
Azúcar	1	186.718	186.718	11.59	0.009
Interacción	1	23.654	23.654	1.47	0.260
Error	8	128.858	16.107		
Total	11	357.827			

S = 4.013 R-cuad. = 63.99% R-cuad. (Ajustado) = 50.48%

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

La grafica de efectos principales indica que a mayor porcentaje de azúcar, mayor es el porcentaje de derretimiento, el nivel de azúcar afecta en proporción inversa la dureza del helado.

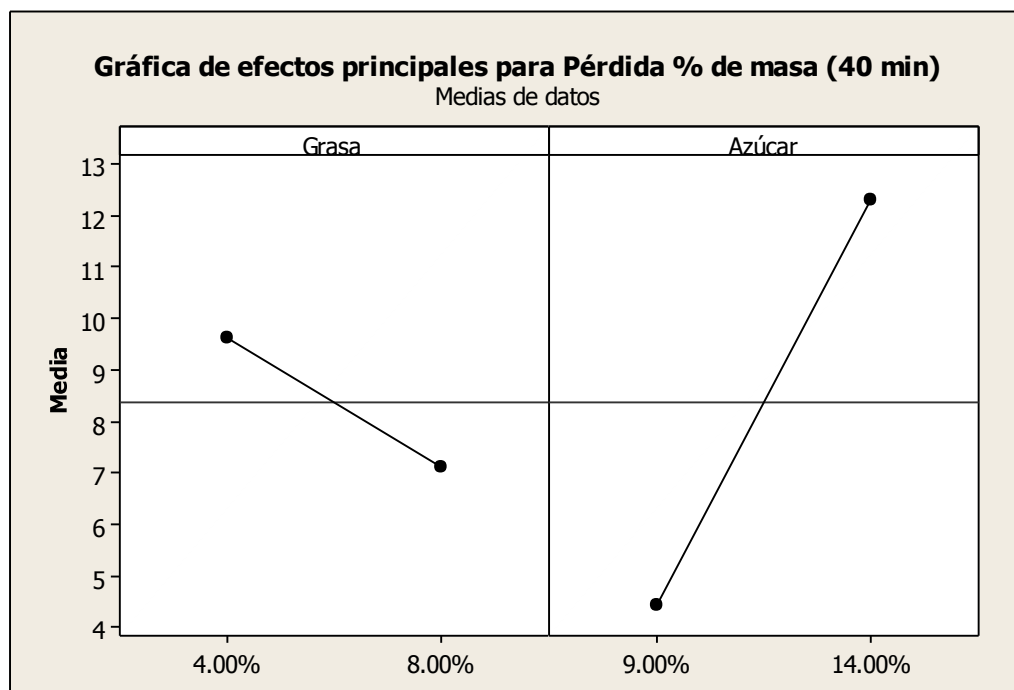


FIGURA 3. GRÁFICA DE EFECTOS PRINCIPALES PARA LA PÉRDIDA % DE MASA (40MIN)

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

La gráfica de cajas sugiere que el porcentaje de grasa vegetal alto atenúa el efecto negativo del azúcar en el derretimiento, pero no es significativo dado que en la Tabla 20 indica que para el factor grasa el valor P es 0.314 mayor a $\alpha = 0.05$, por lo tanto no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la Hipótesis nula: El porcentaje de grasa vegetal y el porcentaje de azúcar en el helado y sus interacciones, no tiene efecto sobre el derretimiento del helado

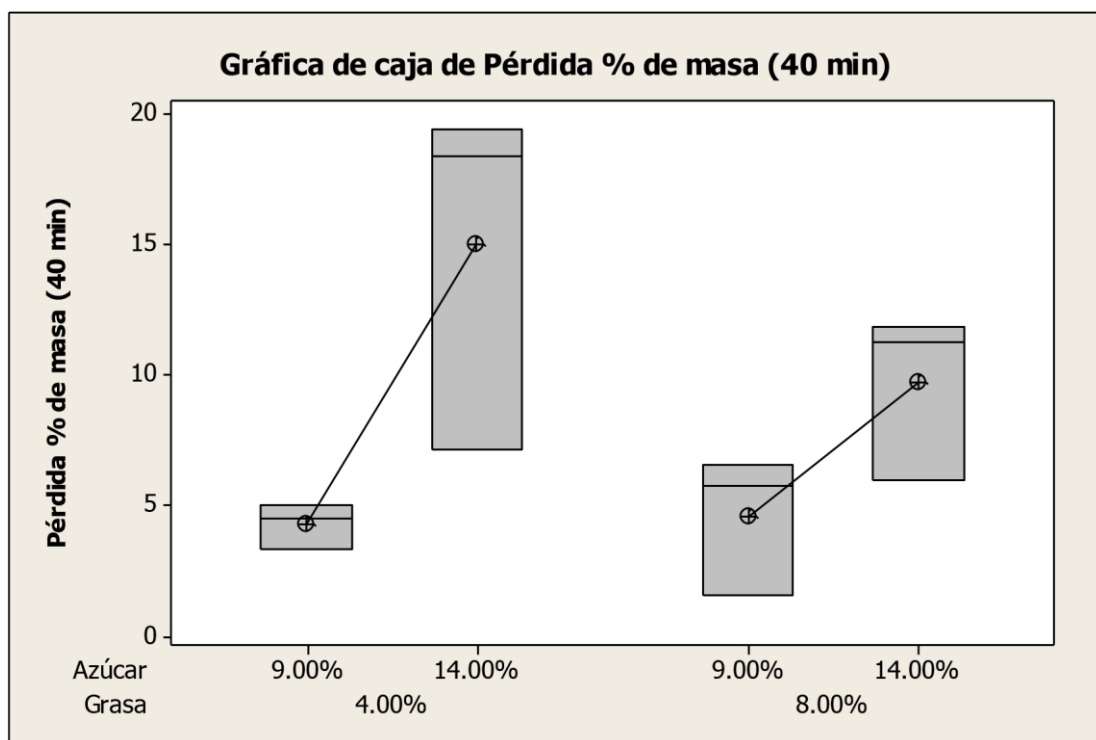


FIGURA 4. GRÁFICA DE CAJAS DE PÉRDIDA % DE MASA (40 MIN)

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

Resultados de Pruebas en la Textura

Los resultados de las pruebas en la textura (dureza) fueron los siguientes

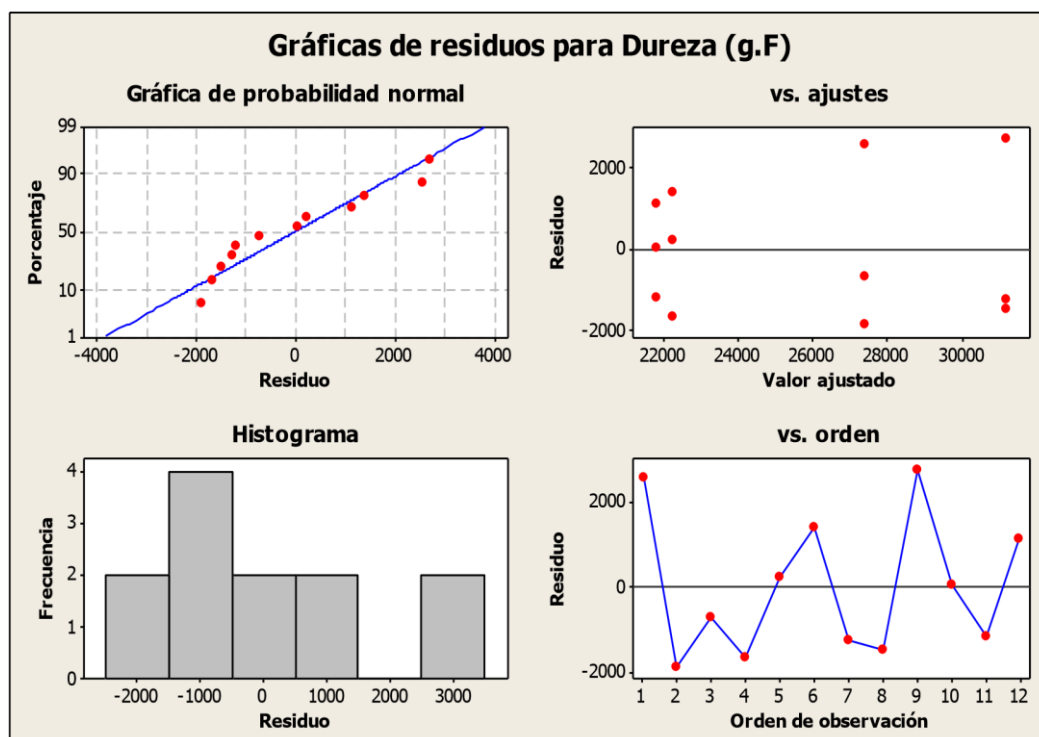


FIGURA 5. GRÁFICA DE RESIDUOS (4 EN 1) PARA DUREZA (G.F)

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

La gráfica 4 en 1 muestra que el diseño si cumple con los supuestos necesarios para aplicar un modelo 2^k : Normalidad de los errores, igualdad de la varianza, y aleatoriedad de los resultados.

La tabla 21 indica que para el factor azúcar con un valor P de 0.000 menor a $\alpha = 0.05$ existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula: El porcentaje de grasa vegetal y el porcentaje de azúcar en el helado y sus interacciones, no tienen efecto sobre el derretimiento

del helado. Por lo tanto se asume que el azúcar influye en la textura (dureza)

TABLA 30.

Tabla anova de dos factores: dureza (g.f) vs. Grasa, azúcar

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Grasa	1	8413629	8413629	2.30	0.168
Azúcar	1	159522947	159522947	43.62	0.000
Interacción	1	13718650	13718650	3.75	0.089
Error	8	29256803	3657100		
Total	11	210912028			

S = 1912 R-cuad. = 86.13% R-cuad. (Ajustado) = 80.93%

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

La grafica de efectos principales indica que a mayor porcentaje de azúcar, menor es la dureza, lo cual comprueba el supuesto inicial planteado de que el porcentaje de azúcar en el helado, no tienen efecto sobre el derretimiento del helado.

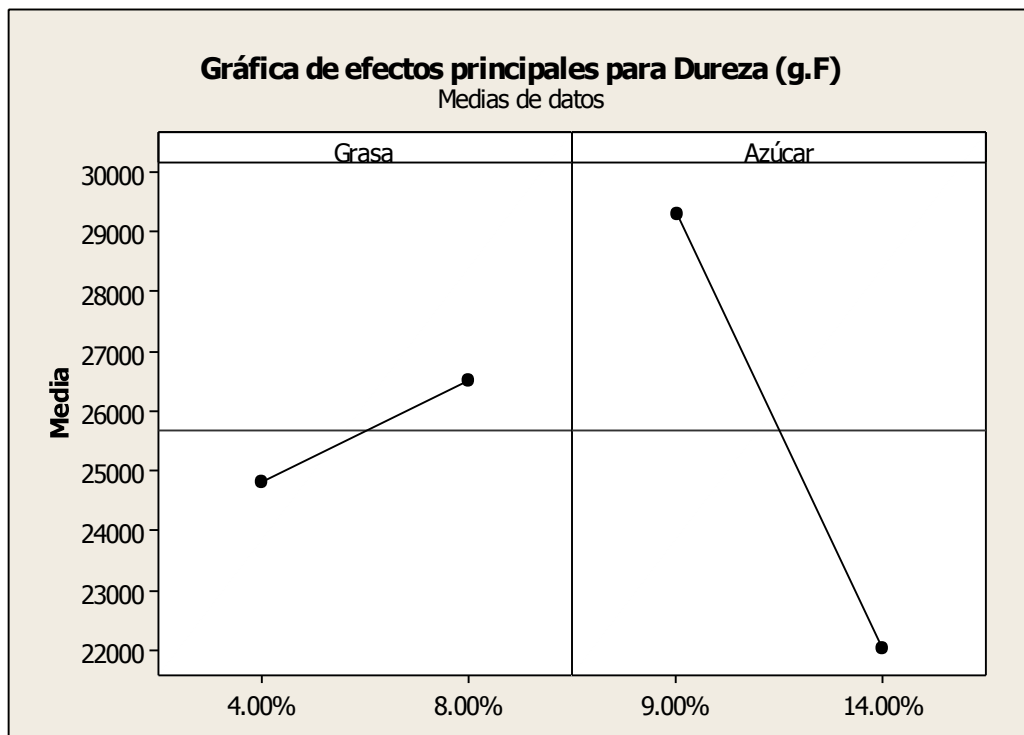


FIGURA 6. GRÁFICA DE EFECTOS PRINCIPALES PARA DUREZA (G.F)

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

La grafica de cajas ilustra de nuevo la relación inversa entre el azúcar y la dureza. Además, se puede apreciar que no hay una interacción significativa entre los factores que afecte a la variable de respuesta textura

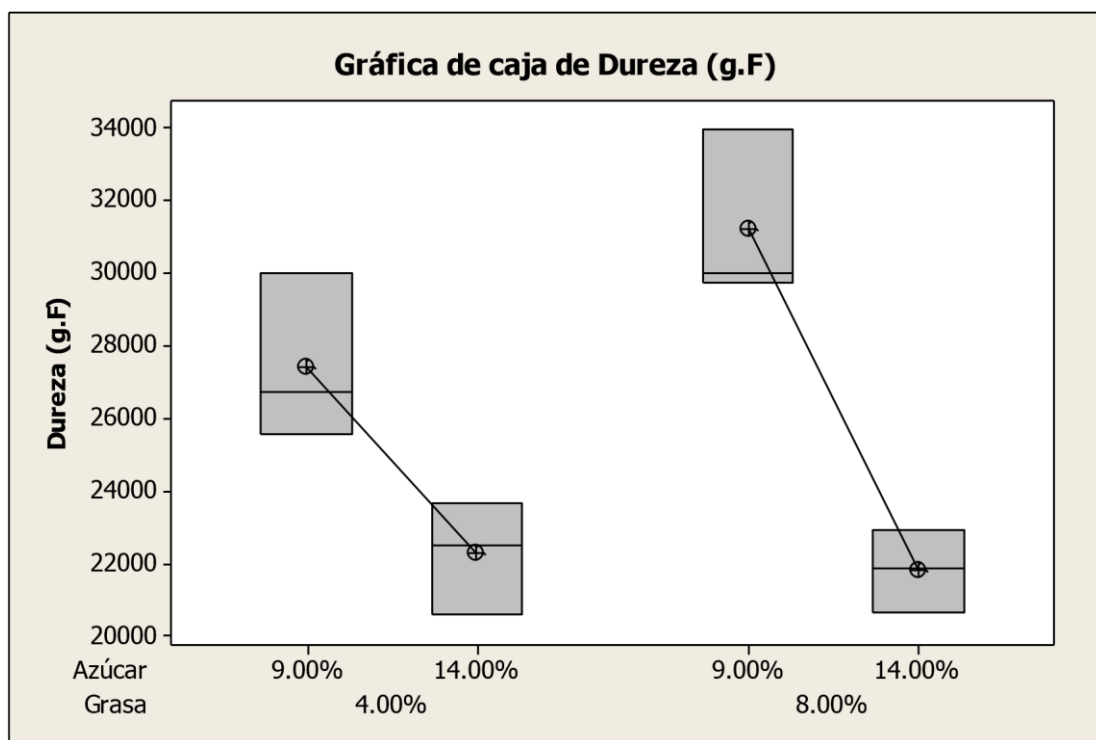


FIGURA 7. GRÁFICA DE CAJA DE DUREZA (G.F)

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

Dado que no se apreciaron efectos significativos, este diseño experimental no plantea ninguna restricción adicional al modelo matemático del producto, únicamente establece una relación entre el azúcar y la dureza, la cual podrá ser utilizada después, de acuerdo a la preferencia del consumidor medida en la prueba sensorial.

Con un nivel del 95 % de confianza se determinó que el azúcar tiene efecto sobre el derretimiento y la textura del helado; a mayor porcentaje

de azúcar, mayor es el porcentaje de derretimiento y menor es la dureza del helado (Ver Figura 3 y 6).

Por lo tanto, este diseño experimental permite obtener una restricción para la modelación matemática del producto, la cual es un nivel de azúcar menor o igual al 14%, ya que de esta forma se asegura que el derretimiento del producto se mantendrá en niveles aceptables.

4.2 Resultados de cálculos nutricionales

En la Figura 1 del Capítulo II se puede apreciar que la tendencia del grupo objetivo en estudio es el sobrepeso y la obesidad, ya que el mayor porcentaje se concentra en estas dos variantes; los porcentajes estimados están en 56,52 % y 41,18% para niños y niñas, respectivamente.

Tomando en cuenta todas las actividades estándar se realizó el cálculo de los

GET para cada niño y niña, se obtuvo el GET promedio que dio como resultado 1897,46 Kcal/día., siendo este los requerimientos de energía que deben ser satisfechos en la alimentación diaria del grupo objetivo analizado.

4.3 Resultados del tiempo de vida útil del producto terminado

Para determinar el tiempo de vida útil del helado de leche con grasa vegetal se realizó el estudio de estabilidad. Se le otorgó un tiempo de vida útil de 6 meses. En este estudio de estabilidad normal el tiempo máximo de consumo se ha considerado desde la fecha de elaboración del helado.

(Ver APÉNDICE J)

4.3.1 Resultado del material de empaque

El material de empaque en contacto con el producto utilizado para determinar el tiempo de vida útil del helado fue Polipropileno Biorientado Perlado (BOPP Perlado) y paleta de madera.

Durante el periodo de estudio el material se mantuvo inalterable en las condiciones de congelación a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$; esto se debe a las características mencionadas anteriormente del empaque

4.3.2 Resultados de pruebas físico químico

Los resultados de los análisis físicos químicos se reflejan a continuación:

FÍSICO QUÍMICOS.-	Método de Análisis	Especificaciones	Octubre-05	Enero-05	Abril-05
Grasa Total	NTE INEN 012	Min. 6,0 g%	6,65 g%	6,63 g%	6,62 g%
Sólidos totales	NTE INEN 014	Min. 30 g%	31,52	31,50	31,51

El tiempo de estudio fue realizado en 6 meses, desde octubre hasta abril del 2013, se hicieron 3 análisis: inicial, intermedio y final. Dentro de este estudio, los resultados obtenidos se encuentran dentro de los parámetros o especificaciones establecidas por la NTE INEN 706:2013.

4.3.3. Resultados microbiológicos

Los resultados microbiológicos son los siguientes:

MICROBIOLÓGICOS	Método de Análisis	Especificaciones	Octubre-05	Enero-05	Abril-05
Aerobios Mesófilos	AOAC 966.23	10 000 ufc/g	430 ufc/g	410 ufc/g	380 ufc/g
Coliformes Totales	AOAC 991.14	Max. 100 ufc/g	<1 ufc/g	<1 ufc/g	<1 ufc/g
E.coli	AOAC 991.14	<3 NMP/g	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Staphilococcus aureus	AOAC 2003.07	< 10 ufc/g	<10 ufc/g	<10 ufc/g	<10 ufc/g
Listeria monocytogenes.	AOAC-RI #070601	Ausencia en 25 g	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Salmonella spp	AOAC-RI #960801	Ausencia en 25 g	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Se realizó el análisis microbiológico inicial, intermedio y final por un tiempo de estudio de 6 meses (Tiempo de vida útil del producto). Los resultados

obtenidos se encontraron dentro de los parámetros establecidos por la NTE INEN 706:2013.

4.4 Resultados de pruebas sensoriales

Resultados de Pruebas Afectivas

Se realizó la evaluación sensorial de aceptación donde se tenían 4 prototipos de helado de leche con grasa vegetal. El método de evaluación fue el afectivo y se determinó si las muestras son o no aceptadas por el consumidor.

Los resultados obtenidos en la prueba se presentan en la siguiente tabla, donde “1” corresponde a “Si Acepto” y “2” corresponde a “No acepto”

TABLA 31.
Resultado de las Pruebas Afectivas

Primer Grupo					Segundo grupo				
			D414	D49				D814	D89
Juez	edad	género	9235	6750	Juez	Edad	género	6814	2755
1	11	M	1	0	31	12	m	0	0
2	12	F	1	0	32	12	m	1	0
3	12	F	1	1	33	12	f	1	1
4	12	F	0	1	34	12	f	1	1

5	11	M	1	0	35	12	f	1	0
6	12	M	0	1	36	12	m	0	1
7	11	M	1	1	37	12	f	1	1
8	11	F	1	1	38	12	m	0	1
9	11	M	0	1	39	11	f	1	1
10	12	F	1	0	40	11	f	1	1
11	12	M	1	1	41	11	f	1	1
12	12	M	1	0	42	12	f	1	0
13	12	F	0	1	43	12	m	0	1
14	12	M	1	0	44	11	m	1	1
15	11	M	1	1	45	11	m	0	1
16	11	F	0	1	46	12	m	1	1
17	12	M	1	1	47	11	f	1	0
18	12	F	0	0	48	12	m	1	1
19	11	M	1	0	49	12	f	1	0
20	12	F	0	1	50	11	f	1	0
21	12	F	1	0	51	12	f	1	0
22	12	F	1	1	52	12	m	1	1

23	11	M	1	0	53	11	f	1	0
24	12	F	1	1	54	12	f	1	1
25	11	M	1	0	55	11	m	0	1
26	11	M	1	1	56	11	f	1	1
27	11	F	1	0	57	12	f	1	1
28	11	M	0	0	58	12	m	1	0
29	12	M	1	1	59	11	f	1	1
30	12	M	1	1	60	12	m	1	1
TOTAL			22	17	TOTAL			24	20

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

En esta prueba se puede determinar mediante el apéndice II [12] que para 30 juicios y un nivel de significancia de 5% el número crítico de juicios para establecer que existe una aceptación significativa es de 21, por lo cual se determina que han gustado las muestras: D414 y D814 con 22 y 24 juicios, respectivamente. Finalmente, se determina que existe una aceptación significativa por las muestras D414 y D814.

Resultados de Pruebas Discriminativas

Luego con los dos prototipos con aceptación significativas y una muestra patrón, se realizó la prueba triangular, método discriminativo. Esto

servirá para determinar si existe o no diferencia significativa de los prototipos con respecto al patrón.

Los resultados obtenidos en la prueba se presentan en la siguiente tabla, donde “1” corresponde a encontró diferencia y “0” a no encontró diferencia.

TABLA 32:

Resultados de la prueba triangular de prototipo D414 vs Patrón y Prototipo D814 vs Patrón

número de juez	Número de prueba	RESULTADO Muestra 414	número de juez	Número de prueba	RESULTADO muestra 814
1	1	1	1	1	1
	2	1		2	0
2	3	0	2	3	1
	4	0		4	0
3	5	0	3	5	1
	6	1		6	1
4	7	0	4	7	0
	8	0		8	1
5	9	1	5	9	0
	10	1		10	1
6	11	0	6	11	0

	12	0		12	1
7	13	0	7	13	0
	14	1		14	0
8	15	0	8	15	1
	16	1		16	1
9	17	0	9	17	0
	18	0		18	0
10	19	1	10	19	1
	20	0		20	1
11	21	0	11	21	1
	22	1		22	1
12	23	0	12	23	0
	24	0		24	1
TOTAL		9	TOTAL		14

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

Al analizar los resultados y realizar la sumatoria para 24 juicios de 12 personas dio como resultado 14 para la muestra 814 y 9 para la muestra 414 al compararlo en la tabla para prueba triangular el apéndice V [12], con el número mínimo requerido de juicios para que haya diferencia

significativa que es 13, se llega a la conclusión que existe diferencia significativa solo entre la muestras 814 y el patrón; La muestra 414 es considera igual al patrón.

Se determina que entre el prototipo D814 y el patrón existe SI diferencia significativa y que entre la muestra D414 y el patrón NO existe diferencia significativa.

Resultados del Perfil de Textura

Finalmente al prototipo seleccionado D414 se le realizó el perfil de textura con jueces entrenados, donde se analizaron los siguientes patrones: dureza, cristalino, cremosidad y recubrimiento en la boca con rangos bajo, moderado y alto.

Análisis de datos:

La escala gráfica del cuestionario presentado APÉNDICE I fue medida con una regla, se tabularon los datos y se calculó el promedio, obteniendo los siguientes resultados:

TABLA 33.

Resultados del Perfil de Textura

	Sensación Inicial			Residual
	Mecánicas		Otras	
	Dureza	Cristalino	Creemosidad	
				Recubrimiento en la boca
JUEZ 1	3.2	0.4	5	7.6
JUEZ 2	4.9	2	5	6.1
JUEZ 3	3.4	0.4	6	7
JUEZ 4	2	0.4	5	8.4
JUEZ 5	3.8	0	3.2	7.7
JUEZ 6	3.5	0.5	4.6	6.1
JUEZ 7	4.4	0	5.4	7.3
JUEZ 8	4	0.3	7.5	6.3

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

Los Promedios obtenidos se graficaron usando la hoja de cálculo de Excel dando como resultado el siguiente gráfico que describe el perfil de textura:

PROMEDIO	3.65	0.50	5.21	7.06
----------	------	------	------	------

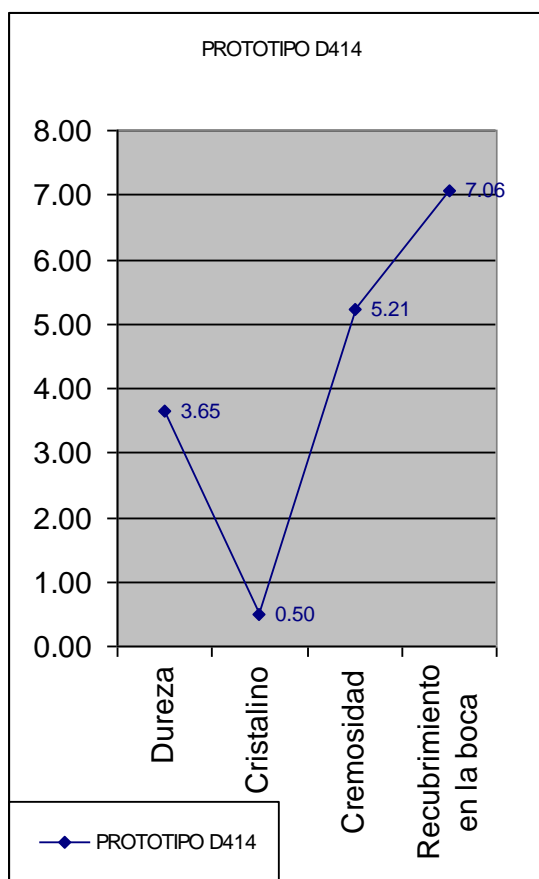


FIGURA 8. GRÁFICA DE PERFIL DE TEXTURA
Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

El resultado de la evaluación indicó que el prototipo analizado tiene alta cremosidad y recubrimiento en la boca; dureza moderada y baja cristalización de hielo.

4.5 Resultados de la optimización

El informe de respuestas muestra que se obtiene el mínimo costo \$ 0,74084/Kg y la cantidad de ingredientes que debe utilizarse son 14% de azúcar, 2.39% de leche en polvo descremada, 79.14% de leche entera líquida, 3.97% de grasa vegetal de palma y 0.50% de estabilizante.

Los resultados detallados de la modelación matemática, el informe de límites, el informe de confidencialidad, el informe de respuestas y el informe de sensibilidad se encuentran detallados a continuación:

TABLA 34 Modelación Matemática

	Azúcar	Leche en polvo descremada	Leche entera en polvo	Leche entera líquida	Crema de leche (38%)	Grasa vegetal de palma	Estabilizante	Agua		
Costo	0,820	5,500	5,079	0,498	2,500	1,593	7,500	0,0001		
Proteína	0,000	0,34500	0,25400	0,03220	0,01900	0,00000	0,01000	0,00000		
Grasas totales	0,000	0,00770	0,26900	0,03000	0,38000	1,00000	0,68000	0,00000		
Grasas saturadas	0,000	0,00499	0,16742	0,01865	0,24000	0,80000	0,67000	0,00000		
Sólidos totales	1,000	0,96000	0,97300	0,11680	0,44520	1,00000	0,98000	0,00000		
Cantidad	14,000	2,39092	0,00000	79,13764	0,00000	3,97144	0,50000	0,00000		
Grasas Totales		0,01841	0,00000	2,37413	0,00000	3,97144	0,34000	6,70398	<20%	Nutricionales
Grasas Saturadas		0,01193	0,00000	1,47592	0,00000	3,17715	0,33500	5,00000	<5%	
Grasas Totales		0,01841	0,00000	2,37413	0,00000	3,97144	0,34000	6,70398	>=6%	Técnicas
Grasas Lácteas		0,01841	0,00000	2,37413	0,00000			2,39254	>=1.5%	
Proteína Láctea		0,82487	0,00000	2,54823	0,00000			3,37310	>=1.5%	
Sólidos Totales	14,000	2,295	0,000	9,243	0,000	3,971	0,490	30,00000	>=30%	
Azúcar	14,000							14,000	<=14%	
Estabilizante	14,000					0,50000		0,50000	=0.5%	
Dulzor	14,000							14,00000	>9	Sensorial
Esta para 100								100,00000	=100	

Costos por Ingr 0,1148 0,131500582 0 0,393788895 0 0,063253129 0,0375 0

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

TABLA 35 Informe de Límites

Microsoft Excel 12.0 Informe de límites
 Hoja de cálculo: [Modelo optimización.xlsx]Informe de límites 1
 Informe creado: 25-10-2014 23:12:58

Celda objetivo						
Nombre						
Celda			Igual			
\$U\$11 Custo			0.740842631			
Celdas cambiantes		Límite	Celda		Límite	Celda
Celda	Nombre	Igual	inferior	objetivo	superior	objetivo
\$B\$3	Azúcar Cantidad utilizada	14.00	14.00	0.74	14.00	0.74
\$B\$4	Leche en polvo descremada Cantidad utilizada	2.39	2.39	0.74	2.39	0.74
\$B\$5	Leche entera en polvo Cantidad utilizada	0.00	0.00	0.74	0.00	0.74
\$B\$6	Leche entera líquida Cantidad utilizada	79.14	79.14	0.74	79.14	0.74
\$B\$7	Crema de leche (38%) Cantidad utilizada	0.00	0.00	0.74	0.00	0.74
\$B\$8	Grasa vegetal de palma Cantidad utilizada	3.97	3.97	0.74	3.97	0.74
\$B\$9	Estabilizante Cantidad utilizada	0.50	0.50	0.74	0.50	0.74
\$B\$10	Agua Cantidad utilizada	0.00	0.00	0.74	0.00	0.74

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

TABLA 36 Informe de Sensibilidad

Microsoft Excel 12.0 Informe de sensibilidad						
Hoja de cálculo: [Modelo optimización.xlsx]Planilla Base						
Informe creado: 25-10-2014 23:12:57						
Celdas cambiantes						
Valor	Gradiente	Coeficiente		Aumento		Aumento
Celda	Nombre	Igual	reducido	objetivo	permisible	permisible
\$B\$3	Azúcar Cantidad utilizada	14.00	-0.05	0.0082	0.049399231	1E+30
\$B\$4	Leche en polvo descremada Cantidad utilizada	2.39	0.00	0.055	0.004356306	0.007932309
\$B\$5	Leche entera en polvo Cantidad utilizada	0.00	0.00	0.05079	1E+30	0.003490753
\$B\$6	Leche entera líquida Cantidad utilizada	79.14	0.00	0.004976	0.000777522	0.610209702
\$B\$7	Crema de leche (38%) Cantidad utilizada	0.00	0.01	0.025	1E+30	0.012348531
\$B\$8	Grasa vegetal de palma Cantidad utilizada	3.97	0.00	0.015927	0.017077197	0.034250426
\$B\$9	Estabilizante Cantidad utilizada	0.50	0.05	0.075	1E+30	0.053470913
\$B\$10	Agua Cantidad utilizada	0.00	0.00	0	1E+30	0.000884272
Restricciones						
Valor	Sombra	Restricción		Aumento		Aumento
Celda	Nombre	Igual	precio	lado derecho	permisible	permisible
\$B\$11	Cantidad utilizada	100.00	0.00	100	21.44759326	26.8348285
\$I\$11	Gorduras Totais	6.70	0.00	20	1E+30	13.29602032
\$J\$11	Gorduras Saturadas	5.00	-0.05	5	1.816197351	0.563872384
\$I\$11	Gorduras Totais	6.70	0.00	6	0.703979685	1E+30
\$I\$12	Gorduras Totais	2.39	0.00	1.5	0.892539269	1E+30
\$Q\$11	Solidos totais	30.00	0.06	30	33.57669301	2.052941064
\$H\$12	Proteínas	3.37	0.00	1.5	1.873099425	1E+30

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

En el informe de confidencialidad (sensibilidad) las restricciones para grasas totales, grasas lácteas, proteína láctea, dulzor cuyo (Precio sombra) es igual a cero, indica que si el parámetro de estas restricciones varía en un rango establecido por su holgura no se verá afectado el valor óptimo de la función objetivo

TABLA 37 Informe de Respuestas

Microsoft Excel 12.0 Informe de respuestas					
Hoja de cálculo: [Modelo optimización.xlsx]Planilla Base					
Informe creado: 25-10-2014 23:12:57					
Celda objetivo (Mínimo)					
Celda	Nombre	Valor original	Valor final		
\$U\$11	Custo	0.740842582	0.740842631		
Celdas cambiantes					
Celda	Nombre	Valor original	Valor final		
\$B\$3	Azúcar Cantidad utilizada	14.00	14.00		
\$B\$4	Leche en polvo descremada Cantidad utilizada	2.39	2.39		
\$B\$5	Leche entera en polvo Cantidad utilizada	0.00	0.00		
\$B\$6	Leche entera líquida Cantidad utilizada	79.14	79.14		
\$B\$7	Crema de leche (38%) Cantidad utilizada	0.00	0.00		
\$B\$8	Grasa vegetal de palma Cantidad utilizada	3.97	3.97		
\$B\$9	Estabilizante Cantidad utilizada	0.50	0.50		
\$B\$10	Agua Cantidad utilizada	0.00	0.00		
Restricciones					
Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Divergencia
\$B\$11	Cantidad utilizada	100.00	\$B\$11=100	Opcional	0
\$I\$11	Gorduras Totais	6.70	\$I\$11<=20	Opcional	13.29602032
\$J\$11	Gorduras Saturadas	5.00	\$J\$11<=5	Obligatorio	0
\$I\$11	Gorduras Totais	6.70	\$I\$11>=6	Opcional	0.70
\$I\$12	Gorduras Totais	2.39	\$I\$12>=1.5	Opcional	0.89
\$Q\$11	Solidos totais	30.00	\$Q\$11>=30	Obligatorio	0.00
\$H\$12	Proteínas	3.37	\$H\$12>=1.5	Opcional	1.87
\$B\$3	Azúcar Cantidad utilizada	14.00	\$B\$3<=14	Obligatorio	0
\$B\$3	Azúcar Cantidad utilizada	14.00	\$B\$3>=9	Opcional	5.00
\$B\$9	Estabilizante Cantidad utilizada	0.50	\$B\$9>=0.5	Obligatorio	0.00

Elaborado por Jocsy Garate y José Arreaga, 2014

Las restricciones con holgura (demora) son el porcentaje de grasas totales, grasas lácteas, proteína láctea y dulzor, las cuales pueden variar sin afectar la función objetivo que va acorde con el análisis de confidencialidad.

4.6 Estimación del precio de venta al público

Luego de determinar todos los costos de elaboración del helado se encontró que el costo total por unidad fue de \$ 0.0836. Con estos costos se estableció que el precio de venta al público sería de \$0.30, con lo que se obtiene un margen de ganancias del 72.13%

CAPITULO 5

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se desarrolló un helado de leche con grasa vegetal, que cumple con los parámetros higiénicos e indicadores nutricionales que permiten que el producto pueda ser expandido en los bares escolares según lo indica el Acuerdo Interministerial N° 004-10 y la norma descrita en la NTE INEN 706:2013 HELADOS.

En una Escuela fiscal de Guayaquil se tomaron las medidas antropométricas y los cálculos de requerimiento energéticos del grupo objetivo entre 5 a 9 años de edad, mediante el peso y la talla se determinó el Índice de Masa Corporal

(IMC), y dio como resultado que el 56.52% de los niños y el 41.18% de las niñas presentan exceso de peso mediante la determinación de la Tasa de Metabolismo Basal y el Gasto Energético Total se obtuvo que el gasto energético en promedio que dio como resultado 1935.40 kcal/día para los niños y 1859.53 kcal/día para las niñas.

Los factores controlables estudiados son porcentaje de grasa vegetal y porcentaje de azúcar, y las variables de respuesta identificadas para el diseño experimental fueron la dureza (textura) y el derretimiento, ya que son las variables para la aceptación del producto debido a que afectan en la formulación del mismo.

Se determinó que la cantidad de azúcar afecta en proporción inversa la dureza del helado y en proporción directa el derretimiento del mismo. El análisis estadístico demostró con un 95% de confianza que a mayor cantidad de azúcar menor será la dureza y mayor es el derretimiento del helado, validándose la prueba experimental.

Se realizaron tres pruebas sensoriales: de aceptación, discriminación y finalmente para con el prototipo ganador realizar el perfil de textura con jueces entrenados obteniéndose un producto de alta cremosidad y recubrimiento en la boca, moderada dureza y baja cristalización de hielo.

La determinación del tiempo de vida útil se lo realizó a través de un estudio de estabilidad. Este estudio fue realizado durante 6 meses con análisis inicial, intermedio y final desde el mes de octubre al mes de abril del 2013, teniendo como resultado datos dentro de los parámetros establecidos en la NTE INEN 706:2013 HELADOS. El material de empaque utilizado fue Polipropileno Biorientado Perlado y el análisis final indica que el producto se mantuvo inalterable en condiciones de congelación a -18°C durante el periodo de estudio.

El proceso de optimización se lo realizó incluyendo las restricciones técnicas y nutricionales enmarcadas tanto en Acuerdo Interministerial y la NTE INEN 706:2013, que permiten obtener un producto sano al mínimo costo, apto para el consumo de estudiantes en los bares escolares.

Para obtener 100 Kg de helado de leche con grasa vegetal que cumpla con los parámetros establecidos en la presente investigación, debe tener la siguiente formulación: 14% de azúcar, 2.39% de leche en polvo descremada, 79.14% de leche entera líquida, 3,97% de grasa vegetal de palma y 0,50% de estabilizante. Se podría realizar más formulaciones que impliquen la adición de otros componentes como por ejemplo los aderezos, que hagan más

atractivo y apetecible el producto, cumpliendo con la normativa y acuerdo estudiados en esta investigación

APÉNDICES

APÉNDICE A

LETRAS DE CODIGO CORRESPONDIENTES AL TAMAÑO DE LA MUESTRA (TABLA I de MIL-STD-105D)

TAMÑO DEL LOTE O DE LA TANDA	NIVELES DE INSPECCION ESPECIALES				NIVELES DE INSPECCION GENERALES		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2-8	A	A	A	A	A	A	B
9-15	A	A	A	A	A	B	C
16-25	A	A	B	B	B	C	D
26-50	A	B	B	C	C	D	E
51-90	B	B	C	C	C	E	F
91-150	B	B	C	D	D	F	G
151-280	B	C	D	E	E	G	H
281-500	B	C	D	E	F	H	J
501-1200	C	C	E	F	G	J	K
1201-3200	C	D	E	G	H	K	L
3201-10000	C	D	F	G	J	L	M
10001-35000	C	D	F	H	K	M	N
35001-150000	D	E	G	J	L	N	P
150001-500000	D	E	G	J	M	P	Q
500001 en adelante	D	E	H	K	N	Q	R

APÉNDICE B

Tabla para Inspección normal .Muestreo Simple (MIL STD 105D)

Table II-A—Single sampling plans for normal inspection (Master table)

(See 9.4 and 9.5)

Sample size code letter	Sample size	Acceptance Quality Limits, AQLs, in Percent Nonconforming Items and Nonconformities per 100 Items (Normal Inspection)																											
		0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000		
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
C	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
E	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
F	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
G	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
H	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
J	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
K	125	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
L	200	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
M	315	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
N	500	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
P	800	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
Q	1250	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
R	2000	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑		

↓ = Use the first sampling plan below the arrow. If sample size equals, or exceeds, lot size, carry out 100 percent inspection.

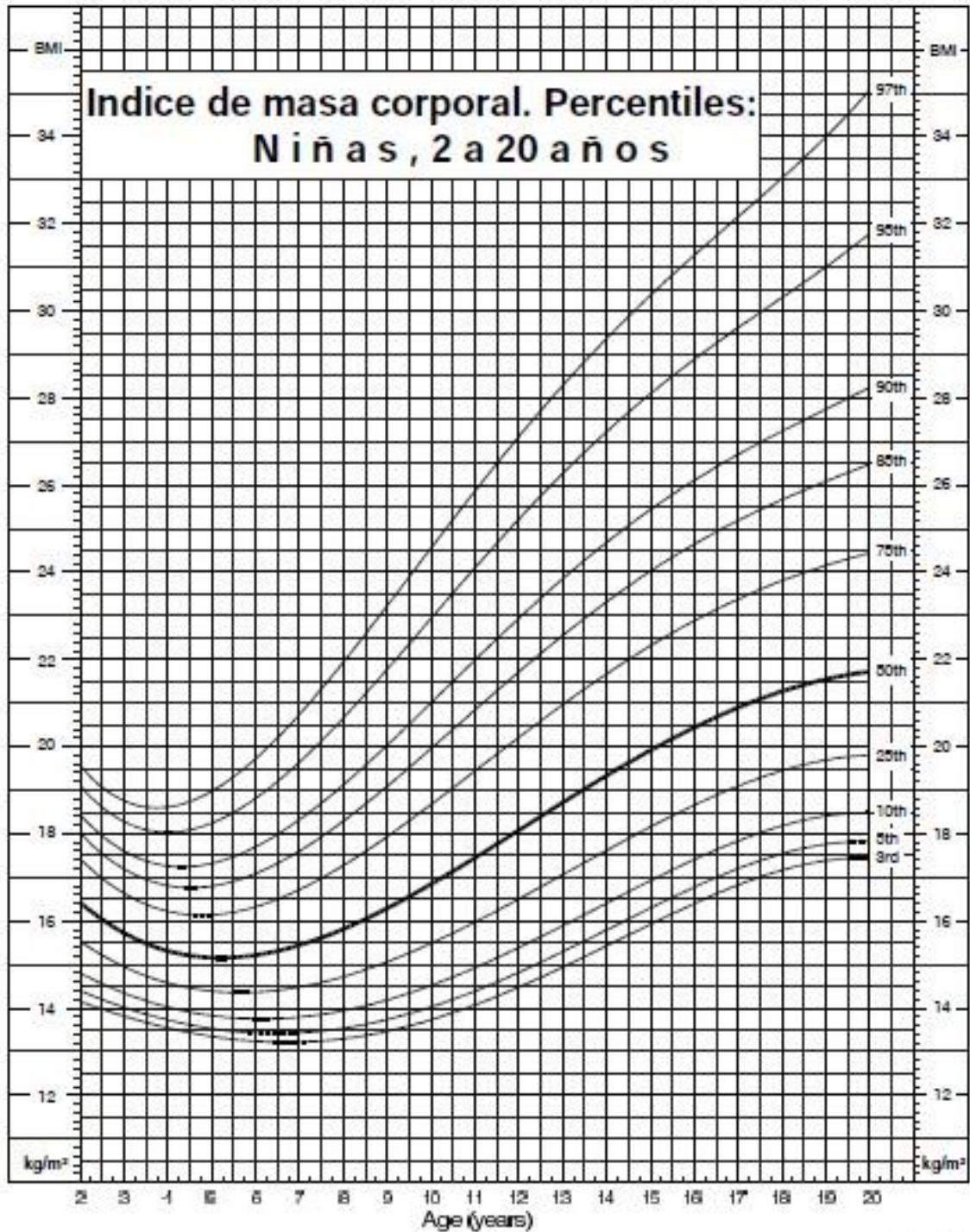
↑ = Use the first sampling plan above the arrow.

Ac = Acceptance number.

Re = Rejection number.

APÉNDICE C

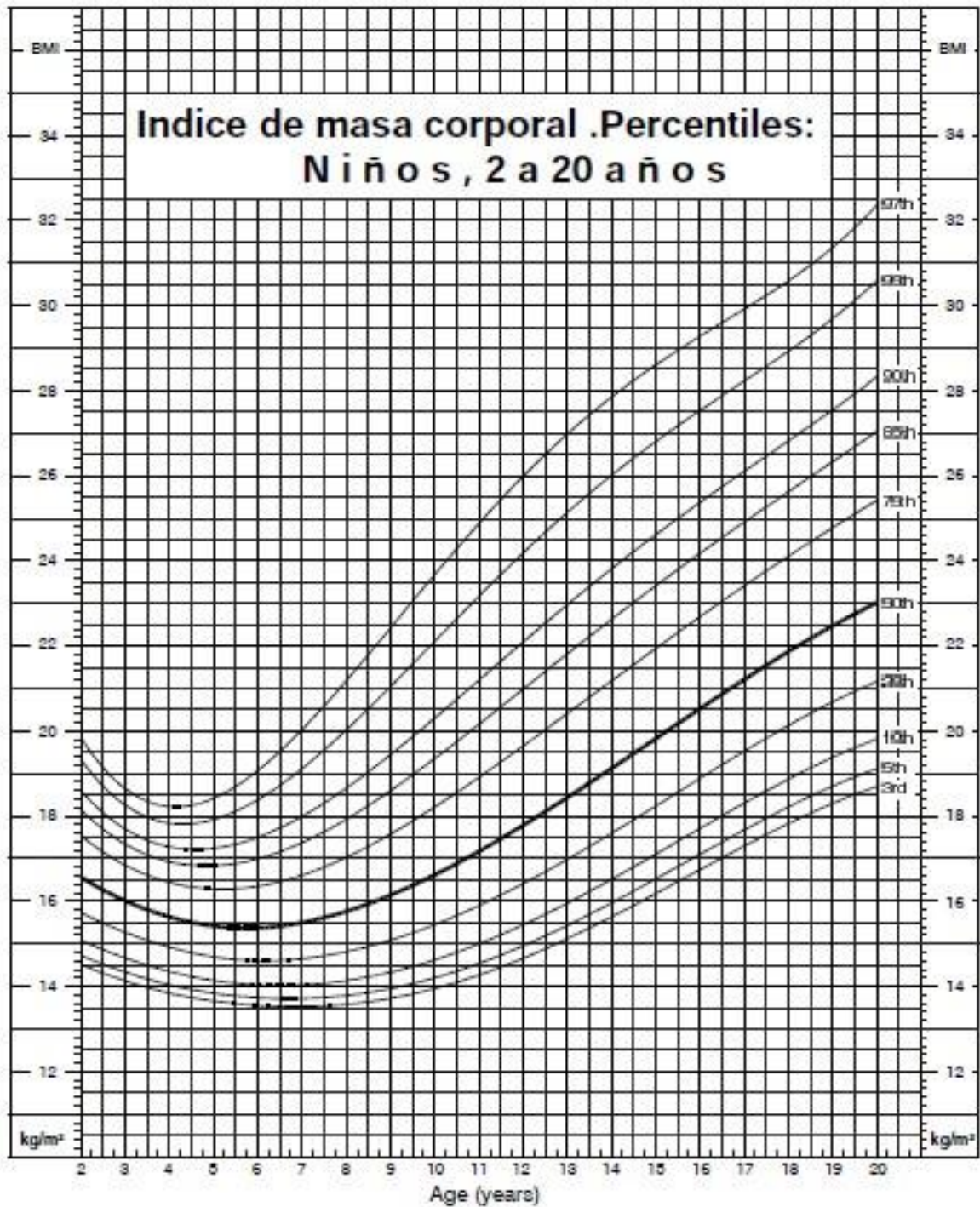
Índice de masa corporal



SOURCE: Developed by the National Center for Health Statistics in collaboration with the National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion (2000).



APÉNDICE D
Índice de masa corporal



SOURCE: Developed by the National Center for Health Statistics in collaboration with the National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion (2000).



APÉNDICE E

FORMATO DE REGISTRO DE ACTIVIDADES

Llenar el formato adjunto indicando la hora inicial y final de cada actividad

Nombre :

FECHA: Edad:

Actividades	Hora inicial	Hora final
*Levantarse		
Lavarse, vestirse, asearse		
*Desayunar		
Caminar a la escuela		
Atender clases		
**Actividades recreativas (recreo)		
***Atender clases		
Caminar a casa		
Almorzar		
Lavarse, vestirse, asearse		
***Realizar tareas		
**Jugar		
*Cenar		
*Ver Televisión		
Dormir		
Total		

*Las actividades marcadas en amarillo corresponden al promedio de horas de clases y de recreo que diariamente tiene su representado, y será llenado en la escuela.

APÉNDICE F

Formulas empleadas en el DOE

D414

INGREDIENTE	Kg
LECHE ENTERA LIQUIDA	71,500
LECHE DESCREMADA EN POLVO	10,000
GRASA VEGETAL	4,000
AZUCAR	14,000
ESTABILIZANTE	0,500
	100,000

D814

INGREDIENTE	Kg
LECHE ENTERA LIQUIDA	68,012
LECHE DESCREMADA EN POLVO	9,512
GRASA VEGETAL	8,000
AZUCAR	14,000
ESTABILIZANTE	0,476
	100,000

D49

INGREDIENTE	Kg
LECHE ENTERA LIQUIDA	75,860
LECHE DESCREMADA EN POLVO	10,610
GRASA VEGETAL	4,000
AZUCAR	9,000
ESTABILIZANTE	0,530
	100

D89

INGREDIENTE	Kg
LECHE ENTERA LIQUIDA	72,372
LECHE DESCREMADA EN POLVO	10,122
GRASA VEGETAL	8,000
AZUCAR	9,000
ESTABILIZANTE	0,506
	100,000

Base

INGREDIENTE	D414		D49		D814		D89	
	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%
LECHE ENTERA LIQUIDA	71,500	87,2	75,860	87,2	68,012	87,2	72,372	87,2
LECHE DESCREMADA EN POLVO	10,000	12,2	10,610	12,2	9,512	12,2	10,122	12,2
ESTABILIZANTE	0,500	0,6	0,530	0,6	0,476	0,6	0,506	0,6
	82,000	100,0	87,000	100,0	78,000	100,0	83,000	100,0

APENDICE G
CUESTIONARIO PRESENTADO A PANELISTAS EN PRUEBAS
AFECTIVAS

Cuestionario

Género: F _____ M _____

Edad. _____

Indicaciones

1. Recibirás 2 muestras de helado codificadas.
2. Prueba las muestras de izquierda a derecha y mantenlas en la boca por algunos segundos.
3. Luego traga las muestras y espera unos segundos entre muestras y bebe agua
4. Marca con una X la aceptación de cada muestra



Muestras:

SI:

NO: _____

GRACIAS _____

APÉNDICE H

CUESTIONARIO PRESENTADO A PANELISTAS PARA PRUEBAS DISCRIMINATIVAS

NOMBRE: _____

PRUEBA TRIANGULAR

Se le presentan dos tríos con 3 muestras codificadas

1. Pruebe las muestras de izquierda a derecha.
2. Evalúe **únicamente** el atributo **dulzor** sin considerar otros atributos.
3. Marque con una **X** la muestra **DIFERENTE Y ESCRIBA SUS OBSERVACIONES**

Nº	MUESTRAS		
1.-			
2.-			

Observaciones: _____

—

—

—

APÉNDICE I

CUESTIONARIO PRESENTADO A PANELISTAS PARA PRUEBA DE PÉRFIL DE TEXTURA

NOMBRE: _____ FECHA _____

NOMBRE DEL PRODUCTO _____

Frente a usted hay una muestra de helado, la cual debe observar y colocar en su boca describiendo las características de textura que estén presentes en la muestra, marque con una raya / sobre la línea horizontal en la intensidad que más describa lo que usted siente por la muestra.

	bajo	moderado	alto
Patrones			
Sensación inicial			
- Mecánicas:			
dureza	QUESO CREMA	ACEITUNA	CARAMELO DURO
- Geométricas:			
Cristalino (congelado)			AZUCAR GRANULADA
Otras:			
cremosidad	AGUA		CRAMA CHANTILLI
Sensación Residual			
recubrimiento en la boca	AGUA		CREMA

Comentarios:

APÉNDICE J

FICHA DE ESTABILIDAD

HELADO DE LECHE CON GRASA VEGETAL

Periodo de estudio: desde 05 - Octubre - 2013 hasta 05 -Abril - 2014. Las muestras se mantuvieron en congelación a -18°C Temperatura del ambiente al momento del análisis: 24°C Humedad Relativa 65% Material de Empaque: **Envase primario:** Polipropileno Biorientado Perlado – Paleta de Madera

Lote: 051013 / Elaboración: 05- Octubre -2013 / Expiración: 05- Abril -2014

PARÁMETROS	Método de Análisis		INICIAL	3 MESES	6 MESES
SENSORIALES.-		Especificaciones	Octubre05	Enero-05	Abril-05
Color	Método propio	Característico	Inalterable	Inalterable	Inalterable
Olor	Método propio	Característico	Inalterable	Inalterable	Inalterable
Textura	Método propio	Característico	Inalterable	Inalterable	Inalterable

FÍSICO QUÍMICOS.-	Método de Análisis	Especificaciones	Octubre-05	Enero-05	Abril-05
Grasa Total	NTE INEN 012	Min. 6,0 g%	6,,65 g%	6,63 g%	6,62 g%
Sólidos totales	NTE INEN 014	Min. 30 g%	31,52	31,50	31,51

MICROBIOLÓGICOS	Método de Análisis	Especificaciones	Octubre05	Enero-05	Abril-05
Aerobios Mesófilos	AOAC 966.23	10 000 ufc/g	430 ufc/g	410 ufc/g	380 ufc/g
Coliformes Totales	AOAC 991.14	Max. 100 ufc/g	<1 ufc/g	<1 ufc/g	<1 ufc/g
E.coli	AOAC 991.14	<3 NMP/g	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Staphilococcus aureus	AOAC 2003.07	< 10 ufc/g	<10 ufc/g	<10 ufc/g	<10 ufc/g
Listeria monocytogenes.	AOAC-RI #070601	Ausencia en 25 g	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Salmonella spp	AOAC-RI #960801	Ausencia en 25 g	Ausencia	Ausencia	Ausencia

CONCLUSIÓN: El producto se mantiene inalterable en condiciones de congelación a 18°C , durante el periodo de estudio. **TIEMPO MÁXIMO DE CONSUMO:** 6 meses.

**APÉNDICE K SIMULACION DE
COSTOS Y PRECIO DE HELADO**

Simulacion de Costos						
Helado de leche con grasa vegetal		Producción Mensual:	228,096.00	24-Aug-14		
Mano de Obra						
	Tipo	# Personas	Sueldo Base	Beneficios sociales	Total Mano de Obra mensual	Costo por mensual unidad
1	Mano de Obra Directa	3	\$ 340.00	\$ 140.47	\$ 1,441.40	\$ 0.0063
2	Mano de Obra Indirecta	2	\$ 1,000.00	\$ 358.13	\$ 2,716.27	\$ 0.0119
		Total MOD		\$ 498.60	\$ 4,157.66	\$ 0.0182
Otros Costos de Transformación						
	Descripción				Total mensual	Costo por unidad
1	Energía Eléctrica mensual				\$ 1,000.00	\$ 0.0044
2	Depreciación mensual				\$ 83.33	\$ 0.0004
3	Otros costos				\$ 2,000.00	\$ 0.0088
		Total CIF			\$ 3,083.33	\$ 0.0135

Costos primos						
Descripcion component	% Receta	Cantidad (Kg)	Cu compra (Kg)	Total mensual	Por unidad	
1 Azúcar	14.00%	0.0098	\$ 0.8200	\$ 1,832.98	\$ 0.0080	
2 Leche en polvo descremada	2.39%	0.0017	\$ 5.5000	\$ 2,098.83	\$ 0.0092	
3 Leche entera en polvo	0.00%	0.0000	\$ 5.0790	\$ -	\$ -	
4 Leche entera líquida	79.14%	0.0554	\$ 0.4976	\$ 6,287.70	\$ 0.0276	
5 Crema de leche (38%)	0.00%	0.0000	\$ 2.5000	\$ -	\$ -	
6 Grasa vegetal de palma	3.97%	0.0028	\$ 1.5927	\$ 1,009.58	\$ 0.0044	
7 Estabilizante	0.50%	0.0004	\$ 7.5000	\$ 598.75	\$ 0.0026	
Total Materiales				\$ 11,827.84	\$ 0.0519	
TOTAL COSTOS				\$ 19,068.84	\$ 0.0836	
PVP					\$ 0.3000	
Margen Bruto					72.13%	

APÉNDICE L

VALIDACIÓN

Nombre: Helado de leche con grasa vegetal
Tipo de alimento: Helado de leche
Envase: Polipropileno Biorientado Perlado
Conservación: Congelación – 24°C a – 18°C
Fecha de análisis: 08/10/2013
Contenido neto declarado: 70 g
Condiciones climáticas del ensayo: Temperatura 22,5 °C ± 2,5 °C y Humedad Relativa 55% ± 15%

PRÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Grasa Total	%	6,32	AOAC 989.05
Grasa saturada	%	4,00	AOCS Ce 1B-89
Grasa Trans	%	0,00	AOCS Ce 1B-89
Ácidos grasos mono insaturados	%	2,32	AOCS Ce 1B-89
Ácidos grasos poli insaturados	%	0,00	AOCS Ce 1B-89
Colesterol	mg/100g	20,35	M.I. HPLC-UV/VIS
Sodio	mg/100g	90,83	Absorción Atómica
Carbohidratos	%	19,72	Cálculo
Azúcares	%	9,52	Lane y Eynon
Proteína	%	3,04	AOAC 991,20
Humedad	%	70,27	AOAC 941.08
Cenizas	%	0,65	INEN 14

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Anzandua –Morales Antonio; LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LOS ALIMENTOS EN LA TEORÍA Y LA PRÁCTICA; Editorial Acribia, S.A.; Zaragoza – España; 1994. pág.: 77-131-161
- (2) Centro tecnológico de la leche; VII Curso sobre tecnología de Helados; Universidad Austral de Chile; 1992
- (3) Formulación del Helado; Disponible en:
<http://es.scribd.com/doc/61256264/Libro-de-helados>
- (4) Fritz Timm, Hirsing Irene, et al; Fabricación de Helados, 1989
- (5) Fuente: Extracto de ENERGÍA: FAO, 2004; PROTEÍNAS: OMS, 1985; UNU/Fundación CAVENDES, 1988; MICRONUTRIENTES: FAO/OMS, 2002.
- (6) González Corbella M.; Valor nutritivo de los helados. Su integración en la dieta saludable; OFFARM Vol. 26 Numero 8; 2007.
- (7) Gutiérrez Pulido Humberto; Román de la Vara Salazar; Análisis y Diseño de Experimentos; 2004)
- (8) Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN); Norma Técnica Ecuatoriana INEN 706:2013 Segunda Revisión Helados. Requisitos,

Primera Edición, 2013.

- (9) Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN); Norma Técnica Ecuatoriana INEN 3:1984 Primera Revisión Leche y Productos Lácteos, Terminología, Primera Edición, 2012.
- (10) Marshall Robert T., Goff H. Douglas, and Hartel Richard W.; Ice Cream; Sixth Edition; New York; 2013
- (11) Ministerio de Educación y Salud Pública; Reglamento Sustitutivo para el Funcionamiento de Bares Escolares del Sistema Nacional de Educación, Acuerdo N° 0004-10, 2010.
- (12) Pedrero Daniel, Pangborn Rose Marie, Evaluación Sensorial de los Alimentos - Métodos Analíticos; Editorial Alhambra Mexicana; México, DF; Primera Edición 1997; pág.:105-145-146-237-238
- (13) Yépez Rodrigo, Baldeon Manuel, López Pablo; Obesidad; Editorial SECIAN; Quito - Ecuador; 2008.