



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

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

“Elaboración de Barras Energéticas para Escolares a partir de
Subproductos Industriales de Soya y Maíz”

INFORME DE PROYECTO DE GRADUACIÓN

Previo a la Obtención del Título de:

INGENIERA DE ALIMENTOS

Presentado por:

Viviana Celeste De la Paz Castro

Guayaquil – Ecuador

AÑO: 2012

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a Dios por guiarme y darme la sabiduría y fortaleza necesaria a lo largo de mi vida, en segundo lugar a mis padres por siempre darme su apoyo incondicional en cada una de mis metas y de manera general a toda mi familia que me han acompañado en la realización de este proyecto.

DEDICATORIA

Dedicado a mis amados
padres y a mi pequeña hija.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Dr. Kléber Barcia V.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

M.Sc. Karin Coello O.
DIRECTORA

M.Sc. Ana María Costa
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Informe de Proyecto de Graduación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Viviana Celeste De la Paz Castro

RESUMEN

El Programa de Alimentación Escolar del Ecuador (PAE) ofrece a escuelas fiscales productos como complemento alimenticio que contienen un adecuado aporte de calorías, proteínas, vitaminas y minerales con el propósito de mejorar la nutrición y por consiguiente la capacidad en el aprendizaje de los niños en edad escolar. Entre los productos que el PAE distribuye se encuentra la granola en barra hecha a base de avena, la cual al ser una materia prima importada eleva el costo del producto final.

El gobierno busca diversificar estos productos y por ello el presente proyecto de graduación tuvo como objetivo elaborar una barra energética manteniendo el mismo nivel calórico proteico y de aceptable calidad sensorial, utilizando materias primas como sémola de maíz, harina de arroz, harina de soya baja en grasa y el okara, que son subproductos de la industria alimenticia ecuatoriana, los cuales contienen un alto valor nutricional no aprovechado para el consumo humano.

Dentro de la metodología, se estableció las raciones recomendadas de energía y proteínas para niños en etapa escolar, se caracterizó las materias primas utilizando análisis físico-químicos bajo normas AOAC, además se empleó un diseño experimental de mezclas donde se probó el efecto de las

distintas proporciones de las materias primas sobre las propiedades sensoriales de color, textura y sabor de las barras. Las mejores combinaciones se sometieron a pruebas sensoriales de aceptación con niños en la edad escolar.

Finalmente se efectuó el estudio de la vida útil del producto final, empleando el método de estabilidad acelerada, se calculó el aporte calórico proteico considerando el valor energético de los macronutrientes (proteínas, carbohidratos y lípidos, descripción del proceso y equipos necesarios para la producción a pequeña escala y se estableció el costo de producción, de manera que se obtuvo una barra energética que brinda un significativo aporte de kilocalorías, de aceptable calidad microbiológica conforme a lo establecido en el PAE y que cuenta con un buen nivel de aceptación sensorial y de bajo costo puesto que se empleó subproductos industriales de origen local.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL	IV
ABREVIATURAS	VI
SIMBOLOGÍA	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES.....	3
1.1 Materias Primas.....	4
1.1.1 Harina de Arroz.....	4
1.1.2 Harina de Soya baja en Grasa.....	7
1.1.3 Sémola de Maíz.....	9
1.1.4 Okara.....	11
1.2 Producto.....	12
1.2.1 Especificaciones Técnicas	13
1.2.2 Programa de Alimentación Escolar (PAE).....	13

CAPÍTULO 2

2. EXPERIMENTACIÓN.....	18
2.1 Materiales y Métodos.....	18
2.2 Caracterización de las Materias Primas.....	19

2.3	Diseño Experimental.....	20
2.4	Pruebas Sensoriales de Aceptación	24
2.5	Estimación de Vida útil	32

CAPÍTULO 3

3.	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	38
3.1	Características Físico-Químicas de las Barras Energéticas.....	38
3.2	Análisis de Resultados de las Pruebas Sensoriales	39
3.3	Análisis de Resultados de la Estimación de Vida Útil	55
3.4	Formulación del Producto Final	56
3.4.1	Aporte Calórico Proteico	57
3.5	Descripción del Proceso y Equipos.....	58
3.6	Estimación de Costos de Producción	64

CAPÍTULO 4

4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	65
	Conclusiones.....	65
	Recomendaciones.....	67

APÉNDICES

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

aw	Actividad de agua
ANOVA	Análisis de Varianza
AOAC	Association of Official Analytical Chemist
°C	Grados Celcius
cm	Centímetro
R	Coeficiente de correlación múltiple
CEPAL	Comisión Económica de América Latina
g	gramos
g/barra	Gramos sobre barra
g/ml	Gramos sobre mililitros
INNFA	Instituto Nacional del Niño y la Familia
Kcal	Kilocalorías
Kg	Kilogramos
min	Minutos
NMP/g	Número más probable sobre gramos
PAE	Programa de Alimentación Escolar
pH	Potencial de Hidrógeno
PANN	Programa Nacional de Alimentación y Nutrición
rpm	Revoluciones por minuto
TMB	Tasa de Metabolismo Basal
UFC/g	Unidades formadoras de colonias sobre gramos

SIMBOLOGÍA

b	Constante
GL	Grados de libertad
H_0	Hipótesis nula
H_1	Hipótesis alternativas
X	Variable independiente
Y	Variable dependiente
α	Nivel de significancia
m	Masa

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Harina de Arroz.....	4
Figura 1.2 Harina de Soya Baja en Grasas.....	7
Figura 1.3 Sémola de Maíz.....	9
Figura 1.4 Okara.....	11
Figura 2.1 Texture Andyzer Brookfield.....	27
Figura 3.1 Comparación del Nivel de Preferencia de Atributos	47
Figura 3.2 Comparación del Nivel de Preferencia de Atributos	49
Figura 3.3 Comparación de las Muestra del Nivel de Aceptación	52
Figura 3.4 Báscula.....	60
Figura 3.5 Mezcladora	60
Figura 3.6 Sobadora Laminadora	61
Figura 3.7 Horno.....	61
Figura 3.8 Diagrama de Flujo.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Composición del Arroz en Diversa Fases de Industrialización (%MS)	6
Tabla 2	Características Nutricionales	13
Tabla 3	Productos que Entrega PAE	15
Tabla 4	Aporte Nutricional del Desayuno Escolar (Combinación diaria).....	16
Tabla 5	Aportes Diarios Recomendados de la Organización Para la Agricultura y la Alimentación (FAO)	17
Tabla 6	Corridas Experimentales.....	24
Tabla 7	Análisis Físico-Químico.....	38
Tabla 8	Resultados de ANOVA en el Color de las Barras Energéticas de Chocolate	39
Tabla 9	Resultados Prueba de Tukey en el Color de las Barras Energéticas de Chocolate	40
Tabla 10	Resultados de ANOVA en La Dureza de las Barras Energéticas de Chocolate.....	41
Tabla 11	Resultados Prueba de Tukey en La Dureza de las Barras Energéticas de Chocolate.....	42
Tabla 12	Resultados de ANOVA en el Sabor de las Barras Energéticas de Chocolate.....	43
Tabla 13	Resultados de ANOVA en el Color de las Barras Energéticas de Coco.....	43
Tabla 14	Resultados Prueba de Tukey en el Color de las Barras Energéticas de Coco.....	44
Tabla 15	Resultados de ANOVA en la Dureza de las Barras Energéticas de Coco.....	45

Tabla 16	Resultados de ANOVA en el Sabor de Las Barras Energéticas de Coco.....	45
Tabla 17	Resultados Prueba de Tukey en el Sabor de las Barras Energéticas de Coco.....	46
Tabla 18	Resultados de Preferencia de Jueces Barra Energética de Chocolate.....	48
Tabla 19	Resultados de Preferencia de Jueces Barra Energética de Coco	49
Tabla 20	Resultados Prueba de Aceptación	51
Tabla 21	Resultados de Evaluaciones Sensoriales e Instrumentales	53
Tabla 22	Estadísticas de la Regresión de las Barras Energéticas de Chocolate.....	54
Tabla 23	Estadísticas de la Regresión de las Barras Energéticas de Coco	54
Tabla 24	Resultados Microbiológicos Barras Energéticas	55
Tabla 25	Formulación del Producto	56
Tabla 26	Kilocalorías Comprendidas en 100 g de Producto.....	57
Tabla 27	Resultados de la Estimación de Costos	64

INTRODUCCIÓN

La carencia del consumo de alimentos nutritivos ricos en: proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales son la causa fundamental de la desnutrición en la niñez, ocasionando problemas serios en el aprendizaje como la falta de concentración en el ámbito escolar.

Según datos de la Comisión Económica de América Latina (CEPAL), el Ecuador ocupa el séptimo lugar de desnutrición infantil, y ésta es una de las razones por las cuales desde el año 2009 se aprobó la ley orgánica del régimen de la soberanía alimentaria en donde el estado le garantiza a las personas, comunidades y pueblos la autosuficiencia de alimentos sanos, nutritivos y culturalmente apropiados de forma permanente [14].

Existe un gran interés del gobierno nacional a través del programa de alimentación escolar (PAE) de disponer de alimentos de alta calidad nutricional y seguros para la salud. Con el propósito de aportar a estos aspectos sociales y nutricionales, el proyecto de graduación se enfocó en desarrollar el producto “barra energética” para escolares a partir de subproductos industriales, la cual aporta con 11.68 g de proteínas y un total de 358 kcal por cada 100 g de producto.

Esta barra energética a más de su aporte nutricional se caracteriza por su forma compacta, la cual es práctica de guardar en la lonchera escolar, pues tiene un peso aproximado de 30 g., con dimensiones de 9 x 3 x 1cm. (largo, ancho y grosor), también por su fácil conservación y consumo puede ser utilizada como alimento en cualquier situación emergente que pueda atravesar el país.

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

Objetivo General: Elaborar una barra energética que puede ser utilizada como una alternativa entre los productos que ofrece el PAE utilizando subproductos de origen local como materias primas.

Objetivos específicos:

- ✓ Establecer las raciones recomendadas de energía y proteínas que un niño en la etapa escolar requiere
- ✓ Realizar la caracterización de las materias primas
- ✓ Establecer un diseño experimental de mezcla para determinar la incidencia de las distintas proporciones de las materias primas sobre las propiedades sensoriales de color, textura y sabor de las barras.
- ✓ Realizar pruebas sensoriales con niños entre 5 y 10 años.
- ✓ Realizar estimación de vida útil del producto final.
- ✓ Realizar cálculos de aporte calórico proteico del producto final.

- ✓ Realizar estimación de costos de producción.

1.1 Materias Primas:

En la elaboración de las barras energéticas se utilizaron los siguientes productos: harina de arroz, harina de soya baja en grasa, sémola de maíz, okara siendo cada uno de estos elementos ricos en nutrientes calóricos-proteicos y que constituyen una pieza fundamental para poder disminuir en parte el problema de la desnutrición infantil.

1.1.1 Harina de Arroz

Proceso de Obtención:



FIGURA 1.1 HARINA DE ARROZ

Los granos enteros de arroz son llevados a una descascaradora, conformado de discos abrasivos o bandas de hules que al producir una fricción separan la cáscara del grano y después unos chorros de aire se encargan de aislar completamente la cáscara, quedando solo el grano. El grano se lo pasa por el molino, donde el roce con un rotor quita las capas interiores de salvado y germen, obteniéndose un grano blanco brillante.

La Harina de arroz se obtiene moliendo la gramínea hasta obtener el polvo, manteniéndose sus características nutricionales [2].

Propiedades Funcionales:

La harina de arroz se utiliza en productos que son destinados a personas que son alérgicas a la harina de trigo. Por su propiedad de espesar se lo utiliza en masas, sopas y salsas en la industria alimenticia.

Usos de la harina de arroz:

Es importante señalar que aparte de la elaboración de pan a base de harina de arroz también existen otros productos

como por ejemplo: fideos de arroz, postres (mochi) japonés, cascarón filipino, repostería en general.

El valor nutritivo de la harina de arroz va a depender según las variedades, modalidades de cultivo y también de los procesos de industrialización al que se somete el arroz pues es necesario citar que cada parte del grano poseen diferentes valores nutritivos [2].

TABLA 1
COMPOSICIÓN DEL ARROZ EN DIVERSA FASES DE
INDUSTRIALIZACIÓN (%MS)

Composición	Americano		
	Paddy	Descascarillado	Blanqueado
Prótidos	7.87	8.23	7.03
Lípidos	1.84	2.13	0.29
Almidón+azúcares	77.4	86.8	91.7
Cenizas	4.3	1.48	0.92

Fuente: El arroz 1969

1.1.2 Harina de Soya Baja en Grasa:

Proceso de obtención:



FIGURA 1.2 HARINA DE SOYA BAJA EN GRASAS

La harina de soya baja en grasa se la obtiene del grano, se puede fabricar con el total de la grasa, de forma parcial o totalmente desgrasada, ambas contiene un mínimo de 40% de proteínas [3]. Las etapas del proceso son las siguientes:

Tratamiento Térmico: Para el proceso de fabricación de la harina de soya es indispensable que la torta obtenida del proceso de extracción del aceite de soya pase por un calentamiento con vapor para eliminar residuos de hexano.

Etapas de Tostado: En esta etapa lo que se busca es inactivar la lipoxigenasa, inhibidores de tripsina y otros factores

antifisiológicos, la temperatura y tiempo de proceso es de (115°C durante 15 a 25 minutos) y el producto resultante tiene un alto valor nutritivo [4].

Molienda: La torta de soya pasa por molinos de martillos para la obtención del tamaño requerido, posterior a esto pasa por un tamizado en donde se selecciona el producto final del producto que debe regresar a reproceso. Previo a su envasado es indispensable que la harina pase por imanes en donde elimine cualquier metal que se encuentre en la misma y sea perjudicial para la salud humana [6].

Propiedades Funcionales:

Las harinas bajas en grasa poseen la propiedad de absorber agua y de emulsionar grasa, pero eso solo depende del grado de desnaturalización de la proteína y el aumento del tamaño de partícula, y esto depende de que tan intenso haya sido el tratamiento térmico al que se someta. Es por esta razón que lo recomendable es encontrar un equilibrio entre la funcionalidad y el valor nutritivo y para que exista un incremento en este último se debe someter a un calentamiento controlado. Este equilibrio se lo encuentra en

productos como el pan que requiere de proteínas no desnaturalizadas que tengan la capacidad de retener agua para la formación de la masa y que al momento de ser horneado se obtenga un producto con excelente valor nutritivo [3].

1.1.3 Sémola de maíz

Proceso de obtención:



FIGURA 1.3 SÉMOLA DE MAÍZ

La sémola de maíz se lo obtiene del maíz que es un cereal que se usa principalmente para la alimentación humana, en las siguientes etapas se detalla su obtención:

Limpieza: En esta etapa primero se selecciona el grano según su porcentaje de humedad que debe ser de un 13%

perfecto para un buen almacenamiento. Segundo a través de una zaranda se separa cualquier impureza grande que se encuentre mezclada con los granos, sean estas palos, espigas, etc. Tercero por medio de una deschinadora por peso específico se elimina cualquier pequeña impureza que haya quedado aun entre los granos sean estos piedras, vidrios, etc.

Desgerminado: En esta etapa se extrae el germen por medio de una rosca mojadora, con la finalidad de llegar a la humedad recomendable para poder extraer el germen. El germen contiene la mayor cantidad de grasa en el grano es por esta razón que se recomienda extraerlo para garantizar más tiempo de vida útil en la harina. El grano troceado y desgerminado pasa a una mesa gravimétrica en donde se separa la cáscara del germen quedando el endospermo.

Molienda: En esta etapa el endospermo hecho pedazos entra a un sistema de rodillos en donde se reduce su tamaño gradualmente, posterior a esto pasan por mallas para separar el gritz y la sémola. Por último los pedazos de gritz

pasa por unos tamices en donde se clasifica por tamaño y de ser posible otra parte regresarán a reproceso [6].

Propiedades Funcionales:

La sémola de maíz está compuesta principalmente de almidón siendo un importante hidrato de carbono que aporta con energía en la alimentación de los seres vivos. También posee proteínas pero carece de ciertos aminoácidos importantes como la lisina, por eso es importante combinar la alimentación con legumbres o carnes con el fin de complementar los aminoácidos faltantes en la sémola. La sémola de maíz es utilizada en la industria alimenticia para el desarrollo de productos como pastas, sopas, papillas, etc.

1.1.4 Okara

Proceso de Obtención:



FIGURA 1.4 OKARA

El okara es un residuo que se lo obtiene de la producción de la leche de soya, entre uno de los métodos para su obtención es el de Cornell cuya finalidad es la inactivación de las enzimas lipoxigenasa, en donde los granos son molidos en agua caliente a temperaturas entre 80 a 100C° y tiempo entre 5 a 10min, de tal manera se obtiene un producto con alto contenido de proteína y excelente calidad sensorial [7].

Propiedades Funcionales:

El okara es rico en fibras y tiene cualidades emulsionantes, sus proteínas tienen la capacidad de retener agua, por lo que se lo emplea como ingrediente funcional en productos como:

- Masa de bollería (bollos, galletas, magdalenas, bizcochos).
- Masa de panadería (panes, pizzas, empanadas)
- Hamburguesas y salchichas tanto de vegetales o de carne.

1.2 Producto.

El producto que se desarrolló fue una barra energética altamente nutritiva por su aporte en carbohidratos, proteínas, y más nutrientes ver tabla 7 capítulo 3 que se caracteriza por ser un complemento en la alimentación de niños en la etapa escolar.

1.2.1 Especificaciones Técnicas

La barra energética que se elaboró tomó como referencia las especificaciones técnicas del producto similar a la granola en barra del PAE (Programa de Alimentación escolar) que es a base de cereales pre-cocidos, semillas y vegetales deshidratados.

Las características nutricionales de la granola en barra en 100 gramos son las siguientes:

TABLA 2
APORTE NUTRICIONAL DE ENERGÍA TOTAL Y
PROTEÍNAS

Energía	>a 350 (kcal/100g)
Proteínas	>a 10 (g/100g)

Fuente: Programa de Alimentación Escolar 2002

1.2.2 Programa de alimentación escolar (PAE)

El PAE es un programa de alimentación escolar preocupado por la nutrición y el impacto educativo que este puede tener, es decir, el efecto en asistencia escolar, la tasa de deserción

y logros educativos, para lo cual se han obtenido resultados satisfactorios.

El Programa de alimentación pretende a través de los desayunos escolares cubrir las necesidades nutricionales de los niños, puesto que estudios realizados en el año 2005 demuestran que existen una incidencia en el peso corporal y el rendimiento académico.

El PAE es uno de los programas de alimentación más económicos siendo su costo por año de \$13 por beneficiario y sus beneficios son mayores con relación a otros programas como: Aliméntate Ecuador, Programa Nacional de Alimentación y Nutrición PANN 2000 y el Instituto Nacional del Niño y la Familia INNFA [5].

Según datos obtenidos de PAE, un total de 2'057.163 niños se benefician de los productos de desayuno y refrigerio que se imparte en las escuelas los cuales se observan en la siguiente tabla

TABLA 3
PRODUCTOS QUE ENTREGA PAE

Producto	Sabor	Modalidad
Colada Fortificada	Vainilla	Desayuno escolar
	Naranja	
	Coco	
	Banano	
Colada para Educación Inicial	Maracuyá	Desayuno educación inicial
	Naranja	
	Fresa	
	Manzana	
	Banano	
Galleta tradicional	Vainilla	Desayuno escolar
	Naranja	
	Limón	
Galleta rellena	Coco	Desayuno escolar e inicial
	Naranja	
	Limón	
Barra de cereales		Desayuno escolar
Granola en hojuelas		Desayuno escolar
Leche saborizada HT	Fresa	Refrigerio escolar
	Vainilla	
	Naranja	
	Chocolate	
	Entera	

Fuente: Programa de Alimentación Escolar 2002

El PAE además ofrece alternativas de combinaciones de los productos con la finalidad de garantizar en el desayuno el consumo necesario de kilocalorías diarias.

TABLA 4
APORTE NUTRICIONAL DEL DESAYUNO ESCOLAR
(COMBINACIÓN DIARIA)

Combinaciones	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5
Kcal aportado por el PAE	422 Kcal	384 Kcal	397 Kcal	392 Kcal	384 Kcal
Proteínas aportado por el PAE	13.3 g	11.3 g	12 g	12 g	11.3 g

Fuente: Programa de Alimentación Escolar 2002

Alternativa 1: Colada + Galleta rellena + Hojuelas

Alternativa 2: Colada + Barra de cereales + Hojuelas

Alternativa 3: Colada + Barra de cereales + galleta

Alternativa 4: Colada + Galleta rellena + Barra de cereales

Alternativa 5: Colada + cereales + Hojuelas

Un niño en la etapa escolar requiere de alimentos nutritivos para su crecimiento y desarrollo de huesos, dientes, músculos y sangre [9]. En el siguiente cuadro se muestran las raciones de proteínas y energía necesarias.

TABLA 5
APORTES DIARIOS RECOMENDADOS DE LA
ORGANIZACIÓN PARA LA AGRICULTURA Y LA
ALIMENTACIÓN (FAO)

Edad	Kcal	Proteínas (g/kg)
4-6 años	1700	0.97
7-9 años	2100	0.92
10 a 12 años	2500	0.86

Fuente: Comité de la Organización para la Agricultura y la Alimentación
(FAO) 1999

CAPÍTULO 2

2. EXPERIMENTACIÓN

2.1 Materiales y Métodos

Se desarrolló la fórmula empleando los siguientes materiales:

Materias primas.- aportan con sus nutrientes calórico-proteico a la formulación, sobre sus propiedades funcionales se detalló en el capítulo1.

- ✓ Harina de soya baja en grasa
- ✓ Harina de arroz
- ✓ Okara
- ✓ Sémola de maíz

Ingredientes.- estos ingredientes aportan a la consistencia y sabor de la formulación.

- ✓ Cocco rallado seco y esencia de coco: se lo empleó en la elaboración de la barra energética de coco, para dar un mejor sabor a la mezcla.
- ✓ Chocolate en polvo: se lo empleó en la barra energética de chocolate, para dar un mejor sabor a la mezcla.
- ✓ Panela: es un edulcorante natural, y económico utilizado como sustituto del azúcar.
- ✓ Jarabe de glucosa: se lo empleó para dar consistencia a la masa y potenciar el sabor del producto final.
- ✓ Aceite vegetal: se lo empleó como lubricante mejorando la apariencia del producto.

Se emplearon los siguientes equipos e instrumentos de laboratorio:

Balanza Mettler Toledo, pH-metro Orion 5 star, beaker, probeta.

2.2 Caracterización de las Materias Primas

Para la caracterización de las materias primas se tomó a consideración el pH (Apéndice A) y la composición físico-químico (Apéndice B).

pH: Se lo define como una medida de la acidez y de la alcalinidad de una solución, indica la concentración de iones hidronio (H_3O^+) presentes en determinadas sustancias. Para la determinación del pH de las materias primas se pesó 10g de muestra en un beaker y se añadió 90 ml de agua destilada y se procedió a la lectura con el pH-metro, se registraron los resultados.

Composición físico-química: Se realizaron exámenes para la determinación en porcentaje de cenizas, fibra, grasas totales, humedad, proteínas, estos análisis fueron realizados en el Laboratorio de PROTAL de la ESPOL bajo los métodos de referencia de las AOAC.

2.3 Diseño Experimental:

En este proyecto se realizó un diseño experimental de mezcla que tiene como objetivo determinar la incidencia de las diferentes proporciones de materias primas sobre las características sensoriales de sabor, color y textura del producto final.

Para llegar al objetivo planteado se formularon las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula H_0 : Los diferentes tratamientos tienen el mismo efecto sobre los atributos sensoriales de textura, sabor y color del producto final.

Hipótesis alternativa H_1 : No todos los tratamientos tienen el mismo efecto sobre los atributos sensoriales de textura, sabor y color del producto final.

Los tratamientos son los diferentes porcentajes de materias prima empleados para la elaboración del producto final.

- **Definición de variables:**

Variables independientes: porcentaje de materias primas para las mezclas

X_1 = sémola de maíz

X_2 = harina de soya baja en grasa

X_3 = okara

Variables dependientes: atributos sensoriales textura, sabor y color del producto final.

Y_1 = Textura

Y_2 = sabor

Y_3 = color

- **Constante:** porcentaje de harina de arroz

b = Harina de arroz

- **Determinación de tratamientos experimentales:**

Se realizaron seis tratamientos experimentales y se elaboraron barras energéticas con dos sabores “coco” y “chocolate” para un total 12 muestras, la cual se procedió a codificarlas y con la finalidad de evitar errores se trabajó con una réplica y de manera aleatoria se efectuó el experimento (Apéndice B).

En la formulación de las barras energéticas los ingredientes conformaron el 49% del total del peso del producto y el porcentaje restante lo conforman las materias principales ya antes mencionadas.

Es importante recalcar que para este experimento se fijó el porcentaje de harina de arroz como una constante y se la identificó con la letra b; debido a que: posee un alto porcentaje en almidón (ver tabla1 capítulo1) indispensable para el aporte de calorías, entre otras de las razones se tiene la característica de su sabor insípido o neutro que no interfiere organolépticamente con el sabor (Y_2) del producto y por último para aprovechar el

polvillo generado en el pilado de arroz. Con respecto a las otras materias primas los porcentajes se fijaron en base a criterios nutricionales, se conoce que la harina de soya baja en grasa tiene un alto contenido de proteínas y el okara junto con la sémola aunque en menor cantidad también aporta con proteínas al producto.

La formulación se la determinó cuidando que las barras energéticas cumplan con las características nutricionales conforme a lo que establece el PAE (Apéndice E).

Energía > a 350 Kcal / 100 g de producto

Proteínas > a 10 gr / 100 g de producto

Posteriormente las restricciones para el diseño experimental quedaron planteadas de la siguiente manera:

$$b = 41$$

$$10 \leq X_1 \leq 29 \quad \text{Ec1.}$$

$$15 \leq X_2 \leq 34 \quad \text{Ec2.}$$

$$15 \leq X_3 \leq 34 \quad \text{Ec3.}$$

La tabla 6 muestran la combinación de los diferentes porcentajes de las materias primas en la mezcla llevados al 100% en donde

$$X_1 + X_2 + X_3 + b = 100. \quad \text{Ec 4.}$$

TABLA 6
CORRIDAS EXPERIMENTALES

Códigos experimentales					
Chocolate	Coco	b	X ₁	X ₂	X ₃
700	555	41	10	15	34
784	400	41	20	15	24
600	340	41	29	15	15
765	602	41	11	24	24
900	305	41	20	24	15
820	322	41	10	34	15

Elaborado por: Viviana De la Paz (2011)

2.4 Pruebas Sensoriales:

Las pruebas sensoriales fueron una herramienta indispensable para el desarrollo del producto es por esta razón que en este capítulo se explicará detalladamente la metodología.

Estas pruebas se llevaron a cabo en el laboratorio I+D de la carrera de Ingeniería en Alimentos de la ESPOL. El laboratorio se encuentra repartido de la siguiente manera, un área en donde se prepara la muestra y otra área en donde se arman los paneles

móviles con sus respectivas divisiones para así evitar error de sugestión por parte de los jueces en el momento de la degustación.

Se establecieron 2 tipos de pruebas sensoriales: La primera prueba fue discriminativa y se realizó con jueces semi-entrenados con un total de 12 muestras de las cuales seis muestras eran de la barra energética de chocolate y las otras seis de barras energéticas de coco, la segunda prueba de aceptación se llevó a cabo con 43 niños y un total de dos muestras una por cada tipo de barra.

✚ Pruebas Discriminativas:

El objetivo fue evaluar la incidencia de los diferentes porcentajes de materias primas en las muestras, para lo cual los atributos a analizar fueron sabor, color y textura.

Prueba de ordenamiento: En esta prueba se les pidió a los jueces ordenar las muestras en forma decreciente según la intensidad de sabor a soya que puedan percibir en las muestras (Apéndice E).

Calificación por medio de escalas de intervalo:

En el atributo de color se les pidió a los jueces observar las muestras e indicar su tonalidad de acuerdo a una escala de 10 puntos (Apéndice F) y para el atributo de textura (dureza) se les

pidió a los jueces probar la muestra y evaluar en un escala de 7 puntos Apéndice G).

A partir de estos resultados, se determinó muestras para las pruebas de aceptación con los niños.

✚ Pruebas de Aceptación:

El objetivo de esta prueba fue medir las sensaciones placenteras o desagradables que puede producir el producto al momento de probarlo. Se utilizaron pruebas con una escala hedónica de tres puntos. En esta prueba se les pidió a los jueces (niños) probar el producto y encerrar en un círculo según su agrado (Apéndice H). [3]

✚ Pruebas de correlación de textura:

El objetivo de esta prueba instrumental fue evaluar por triplicado la textura (dureza) de las 12 muestras ya antes evaluadas sensorialmente por jueces semi-entrenados, a través del equipo Texture Analyzer Brookfield CT3, con la finalidad de realizar una correlación de los resultados obtenidos tanto de las pruebas instrumentales como sensoriales.

Se planteó la siguiente prueba de hipótesis para correlación de los resultados:

Hipótesis nula $H_0 \rightarrow b_{1=0}$: No existe correlación significativa entre los resultados

Hipótesis alternativa $H_1 \rightarrow b_{1\neq 0}$: Si existe correlación significativa entre los resultados.



FIGURA 2.1 TEXTURE ANDYZER BROOKFIELD

Cálculo para el análisis sensorial e instrumental

Pruebas discriminativas.

Con los resultados obtenidos se empleó análisis de varianza (ANOVA) con la siguiente metodología [3]:

Se organizaron los datos en una tabla donde se colocó el número de jueces y los resultados obtenidos por cada muestra, se sacaron totales horizontales y verticales.

Se determinó los siguientes puntos:

Primeramente se calculó los grados de libertad:

$$GL_v = m - 1 \quad \text{Ec 5.}$$

Donde

GL_v = Grados de libertad de variable

m = niveles de la variable bajo estudio

$$GL_j = n - 1 \quad \text{Ec 6.}$$

Donde

GL_j = Grados de libertad de jueces

n = Número de jueces

$$GL_t = (n)(m) - 1 \quad \text{Ec 7.}$$

Donde

GL_t = Grados de libertad totales

$$GL_r = GL_t - GL_v - GL_j \quad \text{Ec 8.}$$

Donde

GL_r = Grados de libertad residual

A continuación se obtiene las sumas de cuadrados:

$$FC = TT^2 / [(n)(m)] \quad \text{Ec 9.}$$

Donde

FC = Factor de corrección

$$TT = \sum X_{ij} \quad \text{Ec10.}$$

Donde

TT = es el total de todas las observaciones

$$SC_v = [(T_{c1})^2 + (T_{c2})^2 + \dots + (T_{cm})^2] / n - FC \quad \text{Ec 11.}$$

Donde

SC_v = Suma de cuadrados de la variable

T_{cj} = totales de cada columna, $j = 1, 2, \dots, m$

$$SC_j = [(T_{r1})^2 + (T_{r2})^2 + \dots + (T_{rn})^2] / m - FC \quad \text{Ec 12.}$$

Donde

SC_j = suma de cuadrados de jueces

T_{ri} = totales de cada renglón, $i = 1, 2, \dots, n$

$$SC_t = [(X_{11})^2 + (X_{12})^2 + (X_{13})^2 + \dots + (X_{mn})^2] - FC \quad \text{Ec 13.}$$

Donde

SC_t = suma de cuadrados totales

$$SC_r = SC_t - SC_v - SC_j \quad \text{Ec 14.}$$

SC_r = suma de cuadrados de residual

Después se calculó la varianza, la cual se la obtuvo dividiendo la suma de los cuadrados entre los grados de libertad correspondientes:

$$V_v = SC_v / GL_v \quad \text{Ec 15.}$$

V_v = varianza debida a variable

$$V_j = SC_j / GL_j \quad \text{Ec 16.}$$

V_j = varianza debida a jueces

$$V_r = SC_r / GL_r \quad \text{Ec 17.}$$

V_r = varianza de residual

Con estos datos se obtiene el valor F calculado:

$$F = V_v / V_r \quad \text{Ec 18.}$$

Este F se comparó con el F de tablas (F_t) y si $F < F_t$ se dice que no hay diferencia significativa; en cambio si $F > F_t$ entonces si hay diferencia significativa en el atributo que se analizó a un ($\alpha = 0.05$) y para este caso se recurrió a la prueba de Tukey para saber la diferencia mínima significativa.

$$S.E. = \sqrt{V_r / n} \quad \text{Ec 19.}$$

También se recurrió a la tabla de Tukey para obtener un valor que se multiplicó con el S.E. obteniéndose la diferencia mínima significativa (DMS).

Pruebas de aceptación.

Con los resultados obtenidos se realizó el análisis por el t test y se calculó lo siguiente:

✓ Promedio de los totales

$$S = \sqrt{\sum d^2_i - [\sum d^2/n]/n-1} \quad \text{Ec 20.}$$

En donde:

$\sum d^2_i$ = suma de las diferencias al cuadrado

$\sum d^2$ = suma de los cuadrados de la diferencia

n = número de pares que existen.

✓ $d \pm [S/\sqrt{n}]$

\bar{d} : es la diferencia de los promedios obtenidos por cada muestra sin considerar el signo.

✓ Se recurre al valor t (Apéndice K) a un ($\alpha=0.05$)

Se dice que existe diferencia significativa si:

$$\bar{d} / [S/\sqrt{n}] > t \quad \text{Ec 21.}$$

Pruebas de correlación de textura:

Para esta prueba se efectuó un análisis de regresión lineal para determinar si existe una relación entre dos variables (X y Y) para lo cual se empleó la herramienta análisis de datos (Excel) que arrojó el coeficiente de correlación R y el coeficiente de determinación R^2 que indican lo siguiente:

R: es un valor que está entre +1 y -1 e indica qué tan cercanos están los puntos reales a la recta obtenida.

R^2 : es la cantidad de la variabilidad de los datos que está explicada por el modelo de regresión.

2.5 Estimación de Vida Útil:

Para saber el tiempo máximo en que el producto mantiene sus cualidades microbiológicas por encima de un nivel considerado

como aceptable para los consumidores, se realizaron los análisis en el laboratorio PROGECA de la Universidad de Guayaquil donde se empleó el método de estabilidad acelerada de 45 días, con controles cada 15 días. Este método consiste en incrementar la temperatura y humedad relativa de almacenamiento del alimento, provocando así un incremento en la velocidad de las reacciones químicas del alimento, algunas de estas reacciones ocasionan el deterioro del mismo [11]. Se analizaron los siguientes microorganismos: bacterias aerobios, levaduras y hongos y coliformes totales. Se tomó como método de referencia las USP 32-61.

Hongos

Son organismos eucariotas y dentro de esta clasificación existen las levaduras y mohos.

Mohos:

Los mohos están formados por un conjunto de hifas y al conjunto de estas se las denomina micelio, estas hifas pueden crecer dentro o por encima del alimento y estas a su vez se pueden clasificar en hifas vegetativas o que crecen.

Propiedades fisiológicas: se han clasificados según sus necesidades de crecimiento:

Humedad: En alimentos como harinas o frutos secos que tengan una humedad por debajo de un 14 por ciento impide o retarda el crecimiento de los mohos.

Temperatura: Según su resistencia a las temperaturas se clasifican en mesófilos, en donde los mohos tienen una temperatura óptima de crecimiento entre 25 a 30°C, pero existen unos que pueden crecer entre los 35 a 37°C. e incluso a temperaturas superiores a éstas, y psicrótrofos son aquellos que crecen a temperaturas de refrigeración y también puede darse el caso crezcan a temperaturas de congelación. Muy pocos de ellos son termófilos.

Oxígeno y pH: Para los mohos que crecen en la superficie de los alimentos el oxígeno es vital para su crecimiento. La mayoría de los mohos crecen a pH ácido aunque unos cuantos son capaces de crecer a pH entre 2 y 8,5.

Nutrientes: Los mohos tienen enzimas hidrolíticas por eso algunos se cultivan por amilasas, pectinasas, proteinasas y lipasas presentes en los alimentos.

✚ Levaduras: pueden tener diferentes formas tales como esférica, ovoide, alimonada, piriforme, cilíndrica, triangular, hasta alargadas. Dentro de su estructura posee pared celular, citoplasma, vacuolas de agua, glóbulos de grasa y gránulos que pueden ser de albúmina o de almidón. Se requiere de tinciones especiales para poder apreciar el núcleo.

Propiedades fisiológicas: Las levaduras en su gran mayoría crecen en alimentos con altos contenidos de humedad, y otras crecen mejor en elevadas concentraciones de solutos como azúcar y sal.

La a_w mínima de crecimiento para la levaduras está entre los 0.88 y 0.94 pero existen caso de levaduras que han crecido en medios con a_w que oscilan entre 0.62 y 0.65.

Intervalo de óptimo de crecimiento en las levaduras según su temperatura es de 25 a 30°C y temperaturas máxima de 35 a 47°C,

y unas cuantas son capaces de crecer en temperaturas de 0°C o inferiores.

Requieren de un pH entre 4 y 4.5 para estimular su crecimiento, en la mayoría de los casos las levaduras crecen mejor en aerobiosis salvo el caso de algunas especies del tipo fermentativo que crecen lentamente en anaerobiosis.

Coliformes totales:

Son bacterias aerobias o anaerobias facultativas capaces de fermentar lactosa y producir gas y según su especie dentro de las principales se tiene a las *Escherichia coli* y *Enterobacter aerogenes*.

La coliformes poseen la capacidad de crecer en temperaturas de 44.5 o 45°C. La técnica de recuento de coliformes y de recuento de coliformes fecales e incluso la de recuento de *E. coli* son indicadores del grado de contaminación del alimento.

Propiedades fisiológicas: Poseen la capacidad de crecer en sustratos distintos con la finalidad de utilizar algunos hidratos de carbono y otros compuestos orgánicos como fuente de energía e incluso como fuente de nitrógeno, compuestos nitrogenados.

Son capaces de sintetizar las vitaminas que requieren para su crecimiento.

Pueden crecer perfectamente en un intervalo de temperatura de inferior a los 10°C hasta una temperatura cercana a 46°C. También pueden producir grandes cantidades de ácido y gas a partir de azúcares. [10]

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1 Características Físico-Químicas de las Barras Energéticas.

Los resultados que se verá a continuación fueron obtenidos de los análisis físico-químicos del producto final realizados en el laboratorio certificado de PROTAL perteneciente a la Escuela Superior Politécnica del Litoral. Todos estos análisis tomaron como métodos de referencia a las AOAC.

TABLA 7
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

Ensayos realizados	Unidad	Resultados
Cenizas	%	1.56
Fibra	%	0.02
Grasa	%	3.53
Humedad	%	13.31
Proteína	%	11.68

Fuente: Laboratorio PROTAL (2011)

3.2 Análisis de Resultados de las Pruebas Sensoriales

Para analizar los resultados obtenidos de las muestras por cada uno de los jueces en los productos de: barra energética de coco y barra energética de chocolate en los parámetros de color, sabor y textura se recurrió al análisis estadístico de varianza (ANOVA), los resultados se obtuvieron con nivel de significancia del 5% (Apéndice I), para la prueba de Tukey se recurrió a la tabla que se observa en el (Apéndice J) y para la pruebas de aceptación ver la tabla del (Apéndice K).

Barra energética de chocolate

Atributo a analizar: color

TABLA 8
RESULTADOS DE ANOVA EN EL COLOR DE LAS BARRAS
ENERGÉTICAS DE CHOCOLATE

Fuente de varianza	GL	SC	V	Valor F
Variable (v)	5	106.67	21.33	17.96
Jueces (j)	11	26.00	2.36	1.99
Residual (r)	55	65.33	1.19	
Total	71	198.00		

Elaborado por: Viviana De la Paz (2011)

Las muestras son estadísticamente diferentes en cuanto a color, por tanto se rechaza la hipótesis nula a favor de la hipótesis alternativa a un nivel de significancia del 5%. De tal manera se procedió a realizar la prueba de Tukey para determinar la diferencia mínima significativa de resultados en donde $DMS=1.31$. Con este DMS se comparó con cada uno de los valores que se obtuvieron en las conclusiones parciales, tal como se muestra en la tabla siguiente.

TABLA 9
RESULTADOS PRUEBA DE TUKEY EN EL COLOR DE LAS
BARRAS ENERGÉTICAS DE CHOCOLATE

Operación	Signo	Diferencia	Signo	DMS	Conclusión
820-700	=	3.75	>	1.31	Si hay diferencia significativa
820-784	=	2.83	>	1.31	Si hay diferencia significativa
820-600	=	2.00	>	1.31	Si hay diferencia significativa
820-765	=	2.00	>	1.31	Si hay diferencia significativa
820-900	=	0.92	<	1.31	No hay diferencia significativa
900-700	=	2.83	>	1.31	Si hay diferencia significativa
900-784	=	1.92	>	1.31	Si hay diferencia significativa
900-600	=	1.08	<	1.31	No hay diferencia significativa
900-765	=	1.08	<	1.31	No hay diferencia significativa
765-700	=	1.75	>	1.31	Si hay diferencia significativa
765-784	=	0.83	<	1.31	No hay diferencia significativa
765-600	=	0.00	<	1.31	No hay diferencia significativa
600-700	=	1.75	>	1.31	Si hay diferencia significativa
600-784	=	0.83	<	1.31	No hay diferencia significativa
700-784	=	0.917	<	1.31	No hay diferencia significativa

Elaborado por: Viviana De la Paz (2011)

La muestra 820 es diferente a la mayoría de muestras calificadas, ya que solo con la muestra 900 no hay una diferencia estadísticamente significativa ($\alpha=0.05$). La muestra 700 es

diferente a la mayoría de las muestras excepto con la muestra 784 que no posee una diferencia estadísticamente significativa ($\alpha=0.05$).

Atributo a analizar: dureza

TABLA 10
RESULTADOS DE ANOVA EN LA DUREZA DE LAS BARRAS
ENERGÉTICAS DE CHOCOLATE

Fuente de varianza	GL	SC	V	Valor F
Variable (v)	5	61.90	12.38	17.05
Jueces (j)	11	7.49	0.68	0.94
Residual (r)	55	39.93	0.73	
Total	71	109.32		

Elaborado por: Viviana De la Paz (2011)

Las muestras son estadísticamente diferentes en cuanto a dureza, por tanto se rechaza la hipótesis nula a favor de la hipótesis alternativa con un nivel de significancia del 5%. De tal manera se procedió a realizar la prueba de Tukey para determinar la diferencia mínima significativa de resultados en donde $DMS= 1.02$

TABLA 11
RESULTADOS PRUEBA DE TUKEY EN LA DUREZA DE LAS
BARRAS ENERGÉTICAS DE CHOCOLATE

Operación	Signo	Diferencia	Signo	DMS	Conclusión
820-700	=	2.76	>	1.02	Si hay diferencia significativa
820-784	=	2.33	>	1.02	Si hay diferencia significativa
820-765	=	2.33	>	1.02	Si hay diferencia significativa
820-600	=	2.25	>	1.02	Si hay diferencia significativa
820-900	=	1.75	>	1.02	Si hay diferencia significativa
900-700	=	1.01	<	1.02	No hay diferencia significativa
900-784	=	0.58	<	1.02	No hay diferencia significativa
900-765	=	0.58	<	1.02	No hay diferencia significativa
900-600	=	0.50	<	1.02	No hay diferencia significativa
600-700	=	0.51	<	1.02	No hay diferencia significativa
600-784	=	0.08	<	1.02	No hay diferencia significativa
600-765	=	0.08	<	1.02	No hay diferencia significativa
765-700	=	0.43	<	1.02	No hay diferencia significativa
765-784	=	0.00	<	1.02	No hay diferencia significativa
784-700	=	0.43	<	1.02	No hay diferencia significativa

Elaborado por: Viviana De la Paz (2011)

La muestra 820 presentó diferencia significativa entre las demás muestras, el resto de muestras no poseen diferencia estadísticamente significativas ($\alpha=0.05$).

Atributo a analizar: sabor

TABLA 12
RESULTADOS DE ANOVA EN EL SABOR DE LAS
BARRAS ENERGÉTICAS DE CHOCOLATE

Fuente de varianza	GL	SC	V	Valor F
Variable (v)	5	32.28	6.46	1.94
Jueces (j)	11	0.61	0.06	0.02
Residual (r)	55	183.06	3.33	
Total	71	215.94		

Elaborado por: Viviana De la Paz (2011)

Las muestras son estadísticamente iguales en cuanto a sabor, por tanto no se rechaza la hipótesis nula a un nivel de significancia del 5%.

Barra energética de coco

Atributo a analizar: color

TABLA 13
RESULTADOS DE ANOVA EN EL COLOR DE LAS BARRAS
ENERGÉTICAS DE COCO

Fuente de varianza	GL	SC	V	Valor F
Variable (v)	5	45.53	9.11	2.59
Jueces (j)	11	30.78	2.80	0.80
Residual (r)	55	193.47	3.52	
Total	71	269.78		

Elaborado por: Viviana De la Paz (2011)

Las muestras son estadísticamente diferentes en cuanto a color, por tanto se rechaza la hipótesis nula a favor de la hipótesis alternativa a un nivel de significancia del 5%. De tal manera se procedió a realizar la prueba de Tukey para determinar la diferencia mínima significativa de resultados en donde $DMS = 2.95$.

TABLA 14
RESULTADOS PRUEBA DE TUKEY EN EL COLOR DE
LAS BARRAS ENERGÉTICAS DE COCO

Operación	Signo	Diferencia	Signo	DMS	Conclusión
322-555	=	3.58	>	2.95	Si hay diferencia significativa
322-400	=	1.75	<	2.95	No hay diferencia significativa
322-340	=	1.75	<	2.95	No hay diferencia significativa
322-602	=	0.58	<	2.95	No hay diferencia significativa
322-305	=	0.25	<	2.95	No hay diferencia significativa
305-555	=	3.33	>	2.95	Si hay diferencia significativa
305-400	=	1.50	<	2.95	No hay diferencia significativa
305-340	=	1.50	<	2.95	No hay diferencia significativa
305-602	=	0.33	<	2.95	No hay diferencia significativa
602-555	=	3.00	>	2.95	Si hay diferencia significativa
602-400	=	1.17	<	2.95	No hay diferencia significativa
602-340	=	1.17	<	2.95	No hay diferencia significativa
340-555	=	1.83	<	2.95	No hay diferencia significativa
340-400	=	0.00	<	2.95	No hay diferencia significativa
400-555	=	1.83	<	2.95	No hay diferencia significativa

Elaborado por: Viviana De la Paz (2011)

La muestra 322 presentó diferencia significativa con respecto a la muestra 555, con el resto de muestras no poseen diferencia estadísticamente significativa ($\alpha=0.05$).

Atributo a analizar: dureza

TABLA 15
RESULTADOS DE ANOVA EN LA DUREZA DE LAS BARRAS
ENERGÉTICAS DE COCO

Fuente de varianza	GL	SC	V	Valor F
Variable (v)	5	16.46	3.29	1.97
Jueces (j)	11	16.38	1.49	0.89
Residual (r)	55	92.04	1.67	
Total	71	124.88		

Elaborado por: Viviana De la Paz (2011)

Las muestras son estadísticamente iguales en cuanto a dureza, por tanto no se rechaza la hipótesis nula a un nivel de significancia del 5%.

Atributo a analizar: sabor

TABLA 16
RESULTADOS DE ANOVA EN EL SABOR DE LAS BARRAS
ENERGÉTICAS DE COCO

Fuente de varianza	GL	SC	V	Valor F
Variable (v)	5	127.83	25.57	17.11
Jueces (j)	11	0.00	0.00	0.00
Residual (r)	55	82.17	1.49	
Total	71	210.00		

Elaborado por: Viviana De la Paz (2011)

Las muestras son estadísticamente diferentes en cuanto a sabor, por tanto se rechaza la hipótesis nula a favor de la hipótesis alternativa a un nivel de significancia del 5%. De tal manera se procedió a realizar la prueba de Tukey para determinar la diferencia mínima significativa de resultados en donde $DMS = 0.44$.

TABLA 17
RESULTADOS PRUEBA DE TUKEY EN EL SABOR DE LAS BARRAS
ENERGÉTICAS DE COCO

Operación	Signo	Diferencia	Signo	DMS	Conclusión
322-340	=	3.42	>	0.44	Si hay diferencia significativa
322-400	=	3.33	>	0.44	Si hay diferencia significativa
322-305	=	2.56	>	0.44	Si hay diferencia significativa
322-555	=	1.75	>	0.44	Si hay diferencia significativa
322-602	=	0.42	<	0.44	No hay diferencia significativa
602-340	=	3.00	>	0.44	Si hay diferencia significativa
602-400	=	2.02	>	0.44	Si hay diferencia significativa
602-305	=	2.17	>	0.44	Si hay diferencia significativa
602-555	=	1.33	>	0.44	Si hay diferencia significativa
555-340	=	1.67	>	0.44	Si hay diferencia significativa
555-400	=	1.58	>	0.44	Si hay diferencia significativa
555-305	=	0.83	>	0.44	Si hay diferencia significativa
305-340	=	0.83	>	0.44	Si hay diferencia significativa
305-400	=	0.75	>	0.44	Si hay diferencia significativa
400-340	=	0.08	<	0.44	No hay diferencia significativa

Elaborado por: Viviana De la Paz (2011)

Con respecto al sabor se obtuvo como resultado que las muestras 322 y 602 no poseen diferencia estadísticamente significativa ($\alpha=0.05$) entre ellas pero si con el resto de muestras.

Las muestras 400 y 340 no poseen diferencia estadísticamente significativa ($\alpha=0.05$) entre ellas pero si con el resto de muestras.

NIVEL DE PREFERENCIA DE ATRIBUTOS BARRA ENERGÉTICA DE CHOCOLATE

Por otro lado se evaluó también la preferencia de los jueces con respecto a los atributos en cada muestra.

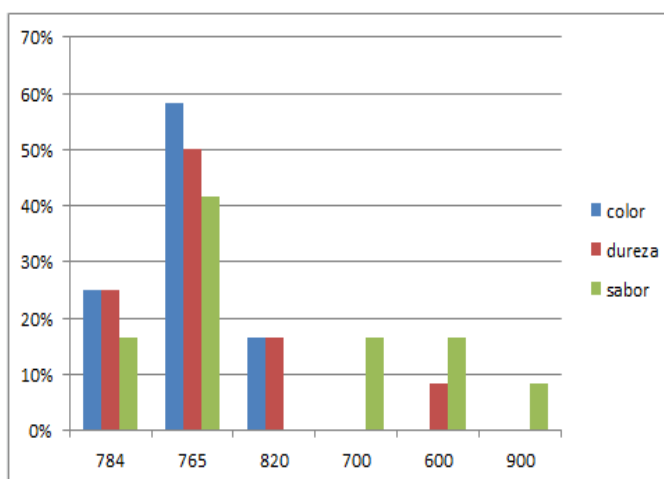


FIGURA 3.1 COMPARACIÓN DEL NIVEL DE PREFERENCIA DE ATRIBUTOS (2011)

En la siguiente tabla se detalla la muestra o muestras que tuvieron mayor aceptación por parte de los jueces.

TABLA 18
RESULTADOS DE PREFERENCIA DE JUECES BARRA
ENERGÉTICA DE CHOCOLATE

Muestra 765	
Atributos	% de preferencia
Color	58
Dureza	50
Sabor	42

Elaborado por: Viviana De la Paz (2011)

El 58% de los jueces prefieren por el color la muestra 765.

El 50% de los jueces prefieren por su dureza la muestra 765.

El 42% de los jueces prefieren por su sabor la muestra 765.

NIVEL DE PREFERENCIA DE ATRIBUTOS BARRA
ENERGÉTICA DE COCO

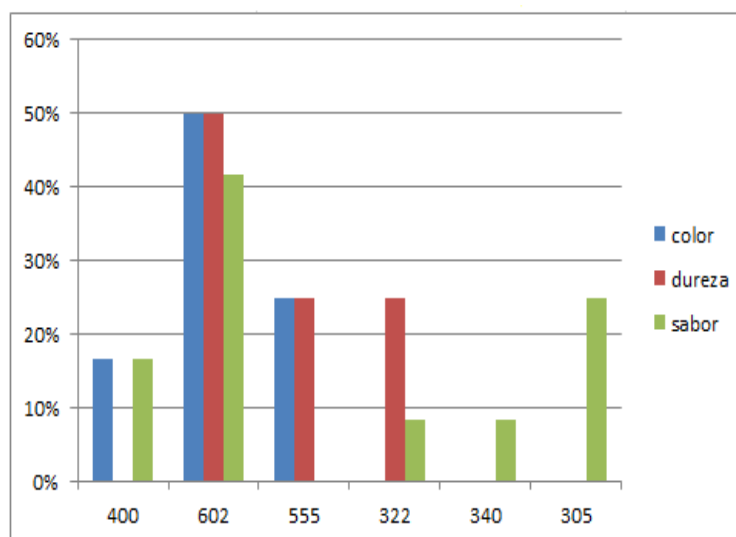


FIGURA 3.2 COMPARACIÓN DEL NIVEL DE PREFERENCIA DE ATRIBUTOS (2011)

**TABLA 19
RESULTADOS DE PREFERENCIA DE JUECES BARRA
ENERGÉTICA DE COCO**

Muestra 602	
Atributos	% de preferencia
Color	50
Dureza	50
Sabor	42

Elaborado por: Viviana De la Paz (2011)

El 50 % de los jueces prefieren por el color la muestra 602.

El 50% de los jueces prefieren por su dureza la muestra 602.

El 42 % de los jueces prefieren por su sabor la muestra 602.

A partir de resultados obtenidos en las pruebas anteriores donde se evaluó el efecto de los porcentajes de las materias primas en los atributos color, sabor y textura en las muestras, se procedió a ampliar la prueba de aceptación empleando jueces consumidores (niños) en las muestras: barra energética de chocolate código 765 y barra energética de coco código 602. De estas pruebas se obtuvieron los siguientes resultados que se verá a continuación.

TABLA 20
RESULTADOS PRUEBA DE ACEPTACIÓN

Jueces	765	602	Diferencia
1	1	1	0
2	1	1	0
3	1	1	0
4	1	1	0
5	1	1	0
6	1	-1	2
7	1	1	0
8	1	1	0
9	1	1	0
10	1	1	0
11	1	1	0
12	1	1	0
13	1	1	0
14	1	1	0
15	1	1	0
16	1	1	0
17	1	1	0
18	1	1	0
19	1	1	0
20	1	1	0
21	1	1	0
22	1	1	0
23	1	1	0
24	1	1	0
25	1	1	0
26	1	1	0
27	1	1	0
28	1	1	0
29	1	1	0
30	1	1	0
31	1	1	0
32	1	1	0
33	1	1	0
34	1	-1	2
35	1	-1	2
36	1	1	0
37	0	1	-1
38	0	1	-1
39	0	0	0
40	-1	-1	0
41	-1	-1	0
42	-1	-1	0
43	-1	1	-2
Total	32	30	2

Elaborado por: Viviana De la Paz (2011)

Según tabla se usa el valor $t = 2.021$ al 5% de significancia

$$\frac{D^-}{S/\text{raiz cuadrada}(N)} = 0.2$$

Ec 22.

$$0.22 < 2.02$$

Como el valor 0.22 es menor al valor t de la tabla entonces se considera que no hay diferencia significativa entre las muestras para los jueces (niños) pues los dos sabores tuvieron igual grado de aceptación.

El siguiente gráfico detalla en porcentaje el nivel de aceptación que tuvieron los dos productos por los jueces (niños).

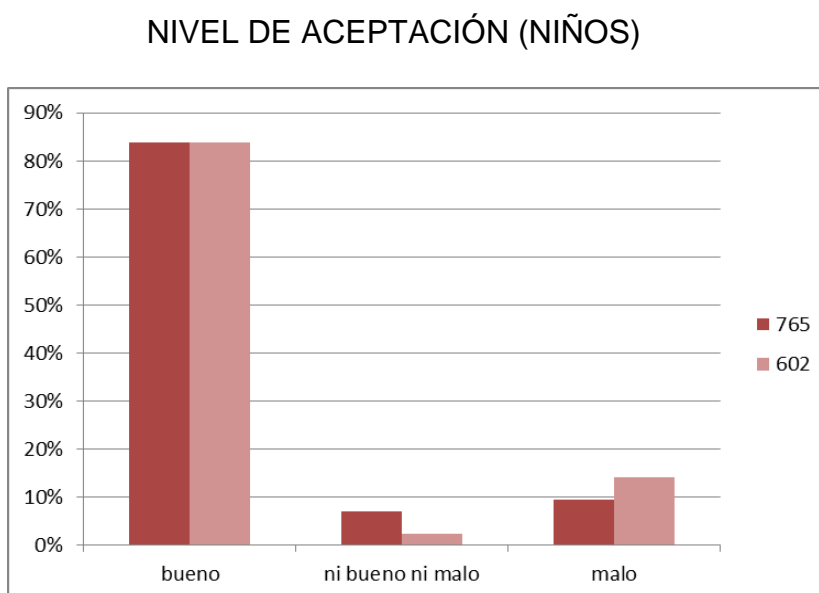


FIGURA 3.3 COMPARACIÓN DE LAS MUESTRA DEL NIVEL DE ACEPTACIÓN (2011)

✚ Análisis de resultados de la correlación de textura

Para este análisis se consideró la siguiente información obtenida de las pruebas sensoriales de textura (dureza) realizada con jueces semi-entrenados y las pruebas instrumentales de textura (dureza) realizadas con el texturómetro.

TABLA 21
RESULTADOS DE EVALUACIONES SENSORIALES E
INSTRUMENTALES

Barra energética de chocolate			Barra energética de coco		
Códigos	Sensorial	Instrumental	Códigos	Sensorial	Instrumental
820	5.33	7.00	322	4.67	6.37
900	3.58	3.4	305	4.25	3.76
600	3.08	3.37	340	4.17	4.14
765	3.00	3.65	602	4.08	3.65
784	3.00	3.33	400	3.08	2.98
700	2.57	4.21	555	4.00	3.25

Elaborado por: Viviana De la Paz (2011)

La tabla 21 muestra los resultados sensoriales e instrumentales de la barra energética de chocolate y coco.

TABLA 22
ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN DE LAS BARRAS
ENERGÉTICAS DE CHOCOLATE

Coeficiente de correlación	0.84
Coeficiente de determinación R ²	0.70
Error típico	0.62
Observaciones	6

Elaborado por: Viviana De la Paz (2011)

El R² explica el 0.70 de la variabilidad en sensorial. El coeficiente de correlación (R) es del 0.84 lo que indica que el grado de relación entre las dos variables es positivo y cercano a 1. Para conocer que tan significativo es R se recurrió a la tabla de los valores mínimos significativos del coeficiente de correlación (Apéndice L) en donde se rechaza la hipótesis nula a favor de la hipótesis alternativa con un ($\alpha=0.05$).

TABLA 23
ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN DE LAS BARRAS
ENERGÉTICAS DE COCO

Coeficiente de correlación	0.77
Coeficiente de determinación R ²	0.59
Error típico	0.38
Observaciones	6

Elaborado por: Viviana De la Paz (2011)

El R^2 explica el 0.59 de la variabilidad en sensorial. El coeficiente de correlación (R) es del 0.77 lo que indica que el grado de relación entre las dos variables es positiva, de igual manera se recurrió a la tabla de los valores mínimos significativos del coeficiente de correlación (Apéndice L) en donde se rechaza la hipótesis nula a favor de la hipótesis alternativa con un ($\alpha=0.05$).

3.3 Análisis de Resultados de la Estimación de Vida Útil

En el siguiente cuadro se detalla los resultados con su respectivo análisis comparativo a los límites microbiológicos establecidos en el producto granola en barra del PAE tomado como referencia.

TABLA 24
RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS BARRAS
ENERGÉTICAS

Ensayo microbiológico	Unidades	Tiempo inicial(0)	Tiempo (15 días)	Tiempo (30 días)	Tiempo (45 días)	Límite por g
Bacterias Aeróbios	UFC/g	14.2×10^2	97.2×10^1	10.1×10^2	47.2×10^1	1×10^4
Coliformes Totales	NMP/g	<3	<3	<3	<3	20
Levaduras y mohos	UFC/g	<10	<10	<10	<10	1×10^2

Elaborado por: Viviana De la Paz (2012)

Estos resultados muestran que a los 45 días ninguno supera los límites máximos establecidos lo que indica que a los seis meses el producto se mantiene aceptable microbiológicamente para el consumo y que no representa ningún daño para la salud.

3.4 Formulación del Producto Final:

En las pruebas de preferencia realizada con los niños no se detectó diferencia significativa entre las muestras sin embargo se escogió la de sabor a chocolate debido a que se combina mejor con el resto de ingredientes dando como resultado una mezcla homogénea fácil de manipular.

TABLA 25
FORMULACIÓN DEL PRODUCTO

Barra energética de chocolate (%)	
Mezcla	51
Chocolate	14
Panela	20
Jarabe de glucosa	10
Aceite vegetal	5

Elaborado por: Viviana De la Paz (2011)

3.4.1 Aporte calórico proteico

Una vez definida la formulación se procedió a calcular el valor energético de los macronutrientes proteínas, carbohidratos y lípidos con los resultados físico-químicos de la barra energética de chocolate. se obtuvo como resultado que la barra energética aporta con un total de 358 kcal y 47 kcal de proteínas por cada 100 g.

TABLA 26
KILOCALORÍAS COMPRENDIDAS EN 100 G DE
PRODUCTO

Macronutrientes	Kcal
Proteínas	47
Carbohidratos	280
Lípidos	32
Total	358

Elaborado por: Viviana De la Paz (2011)

Según las especificaciones técnicas del producto del PAE las kilocalorías debe ser mayor a 350 (Kcal/100g) por lo tanto el producto realizado si cumple con esta condición.

3.5 Descripción del Proceso y Equipos.

La descripción del proceso se hizo en base a la producción a nivel de laboratorio como se detalla en las siguientes etapas:

Pesado.- En esta etapa se procedió a pesar cada una de las materias primas y los ingredientes en una báscula.

Mezclado.- En este proceso se utilizó un recipiente en donde primeramente se colocaron los ingredientes y una vez bien mezclados se agregaron las harinas poco a poco de manera que se obtuvo como resultado una mezcla homogénea.

Laminado.- Una vez obtenida la consistencia de la masa se procedió a la etapa de laminado para lo cual se empleó un rodillo con la finalidad de dosificar la masa y obtener una lámina de 1cm. de grosor.

Moldeo Y Corte.- Con la ayuda de una cortadora de acero inoxidable con dimensiones establecidas de 9cm de largo por 3 cm de ancho y haciendo presión sobre las láminas obtenidas en la etapa anterior se obtuvieron las barras energéticas: en forma y tamaño deseado.

Horneado.- Se colocó las barras en molde de aluminio previamente engrasado y es polvoreado con harina de arroz listas para ser horneadas a 185°C por 25 minutos.

Enfriamiento y Empaque.- en esta etapa se enfría rápidamente hasta que el producto alcance una temperatura ambiente y luego se las empaca para evitar que estas puedan ganar humedad del ambiente.

Equipos

Los equipos que se describen a continuación se seleccionaron para montarse una planta piloto.

Báscula: En este equipo que es de acero inoxidable garantizando mayor durabilidad y con una capacidad máxima de 30 kg. es en donde se pesan todas las materias primas e ingredientes que se requieren en la formulación de producto ofreciendo resultados rápidos y con precisión del 0.005kg.



FIGURA 3.4 BÁSCULA

Mezcladora: Este equipo posee una batea de acero inoxidable de 2.5 mm. de espesor y brazo amasador y cuenta con una capacidad de 20 kg. se lo utiliza para mezclar todos los ingredientes en forma homogénea de tal forma se obtiene una masa más flexible a la manipulación.



FIGURA 3.5 MEZCLADORA

Sobadora Laminadora: En este equipo es en donde se ingresa la masa obtenida de la mezcladora para transformarla en láminas de

1cm. de grosor y a su vez pasa por una cortadora con las dimensiones de largo y ancho deseado para la barras.



FIGURA 3.6 SOBADORA LAMINADORA

Horno: Para hornear las barras se emplea un horno a gas que tiene 5 cajones y capacidad para colocar 3 charoles de acero inoxidable por cada cajón este equipo opera a una temperatura máxima de 350°C.



FIGURA 3.7 HORNO

Diagrama de flujo del proceso:

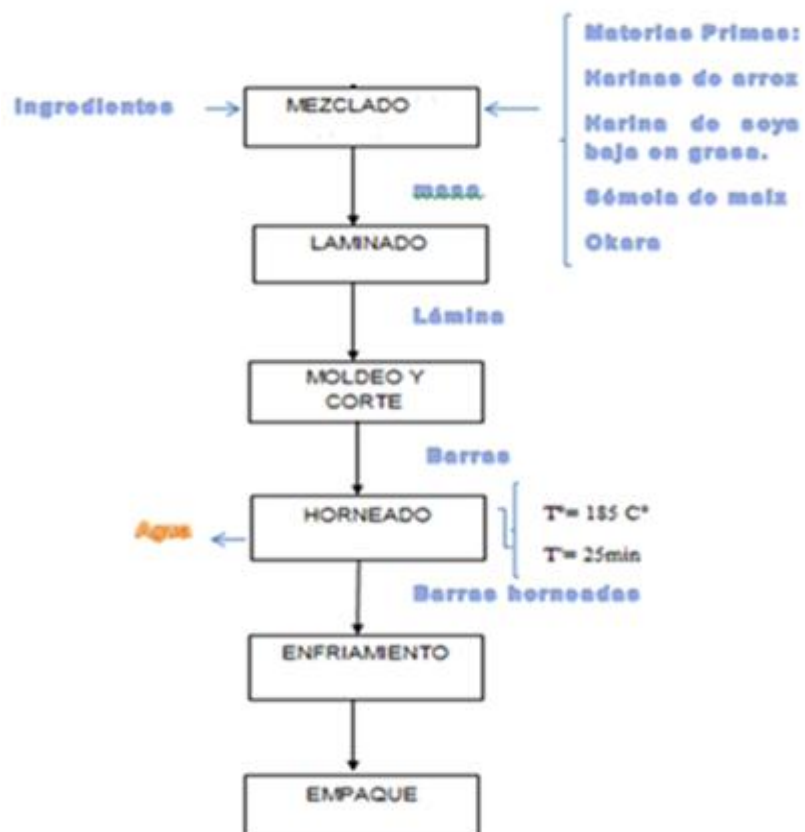
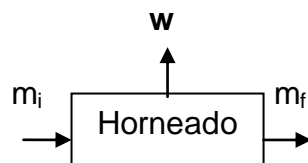


FIGURA 3.8 DIAGRAMA DE FLUJO

Balance de masa en la etapa de horneado



Donde:

m_i = masa inicial

m_f = masa final

W = vapor de agua

R = rendimiento

m_e = merma

Ecuación:

$$W = m_i - m_f \quad \text{Ec 23.}$$

$$W = 5000 \text{ g} - 4875 \text{ g}$$

$$W = 125 \text{ g}$$

Rendimiento total:

$$R = (m_f / m_i) * 100 \quad \text{Ec 24.}$$

$$R = (4875 / 5000) * 100$$

$$R = 97.5\%$$

Porcentaje de merma

$$m_e = (W * 100 \%) / B \quad \text{Ec 25.}$$

$$m_e = (125 \text{ g} * 100 \%) / 5000 \text{ g}$$

$$m_e = 2.5\%$$

Se realizó un balance de masa en la etapa de horneado en donde se consideró una pérdida de un 2.5% de agua, obteniendo un rendimiento total del proceso de 97.5%, es decir que con 5000g por

batch/hora se obtuvo 162 barras con un peso aproximado de 30g cada una.

3.6 Estimación de Costos de Producción.

Para la estimación de costos de producción, se consideró los costos fijos y variables en base a una producción anual, también fue importante conocer el rendimiento total del proceso para determinar la cantidad de barras que se pueden producir anualmente. Como el producto a elaborarse está destinado como propuesta al Programa de Alimentación Escolar (PAE), se buscó que este a su vez sea económico.

TABLA 27

RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DE COSTOS

COSTOS FIJOS	
Costos de Fabricación	
Mano de Obra Directa	\$ 33.942,12
Suministros y Servicio	\$ 85,00
Depreciaciones	\$ 460,00
Seguros	\$ 500,00
Gastos de Administración	
Remuneraciones	\$ 14.859,44
Gastos de Oficina	\$ 325,00
depreciaciones y amortizaciones	\$ 216,60
Gastos de Transportes	\$ 130,00
Total	\$ 50.518,16
COSTOS VARIABLES	
Costos de Fabricación	
Materia Prima	\$ 25.757,93
Materiales de Limpieza	\$ 432,00
Reparación y mantenimiento	\$ 720,00
Otros	\$ 500,00
Total	\$ 27.409,93
Costos totales	\$ 77.928,09
Número de barras anuales	466.560,00
Costo por producir una barra de 30 g	\$ 0,17

Elaborado por: Viviana De la Paz (2012)

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Se desarrolló una barra energética, que tiene como base en su formulación productos subvalorados en el país tales como: harina de arroz, sémola de maíz, harina de soya baja en grasa y okara como una alternativa que cubre en parte el aporte calórico proteico diario del desayuno escolar.

Se logró sustituir la avena importada utilizada como materia prima en la granola en barra del PAE por subproductos de origen local: harina de arroz, sémola de maíz, harina de soya baja en grasa y okara.

Las materias primas seleccionadas y ensayadas poseen un importante aporte proteico por ejemplo la harina de arroz aporta con 8.57%, la harina de soya baja en grasa con un 48.23%, sémola de maíz 6.11% y el

okara 6.80% lo cual representaron un porcentaje satisfactorio para cumplir uno de los objetivos en el desarrollo del producto.

Se ensayaron diversas variaciones de las mezclas en dos distintas formulaciones de sabor: Barras energéticas con sabor a coco y barras energéticas con sabor a chocolate, determinándose que en la barra de coco no existe diferencia significativa ($\alpha = 0.05$) con respecto a la dureza de la barra, mientras en la barra de chocolate sí se encontró diferencia significativa ($\alpha = 0.05$) con respecto a la misma propiedad.

Al ser los porcentajes de los subproductos de soya los más representativos en la formulación del nuevo producto desarrollado, se analizó sensorialmente la incidencia del regusto a soya en las muestras elaboradas con las diferentes mezclas; determinándose que no existe diferencia significativa ($\alpha = 0.05$) de esta propiedad en las barras de chocolate, pero si en las barras de coco.

Las distintas proporciones de las materias primas combinadas si tuvieron una incidencia significativa en la propiedad sensorial de color de las barras tanto de coco como de chocolate.

El aporte calórico-proteico del producto final fue de 47 kilocalorías de proteínas y 358 Kcal totales en 100 g. de producto.

Según las pruebas sensoriales realizada con los niños los dos sabores de barra energéticas: chocolate y coco tuvieron igual grado de aceptación.

El horneado a 185°C por 25 minutos garantiza un porcentaje de humedad de 13.31% del producto final comprobándose con el análisis de vida útil que el producto es microbiológicamente aceptable a los 6 meses.

El costo estimado de producir una barra energética de 30 g. es de \$ 0.17.

Recomendaciones

Se recomienda trabajar en la elaboración de la barra energética de coco con aditivos mejoradores de masa en la etapa de mezclado, con la finalidad de obtener una masa compacta y manipulable en las demás etapas del proceso.

Se recomienda utilizar la mezcla base de la barra energética con otros ingredientes para obtener más variedad de barras.

Se recomienda utilizar esta mezcla para elaborar productos extruidos dirigidos a escolares.

Se recomienda utilizar un empaque de polímero metalizado para asegurar la conservación de la calidad de las barras energéticas.

APÉNDICES

APÉNDICE A

TABLA DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LAS MATERIAS PRIMAS

Materias primas	pH
Harina de arroz	6.20
Harina de soya baja en grasa	6.60
Sémola de maíz	5.94
Okara	7.40

Elaborado por: Viviana De la Paz (2011)

APÉNDICE B

**TABLA DE COMPOSICIÓN FÍSICO-QUÍMICO DE LAS MATERIAS
PRIMAS**

Harina de arroz				
Ensayos realizados	Unidad	Resultados	Requisitos	Métodos /ref
Cenizas	%	9.26	----	API-5.8-01-00B5.(AOAC 18th 923.03)
Fibra	%	0.03	-	AOAC 18th978.10*
Grasas total	%	0.21	---	Monjonair*
Humedad	%	10.07	---	API-5.8-04-01-00B3(AOAC18th 925.10)
Proteínas	%	8.57	---	AOAC 18th 920.87*
Harina de soya baja en grasa				
Ensayos realizados	Unidad	Resultados	Requisitos	Métodos /ref
Cenizas	%	6.75	----	API-5.8-01-00B5.(AOAC 18th 923.03)
Fibra	%	2.22	-	AOAC 18th978.10*
Grasas total	%	0.95	---	Monjonair*
Humedad	%	0.13	---	API-5.8-04-01-00B3(AOAC18th 925.10)
Proteínas	%	48.23	---	AOAC 18th 920.87*
Sémola de maíz				
Ensayos realizados	Unidad	Resultados	Requisitos	Métodos /ref
Cenizas	%	0.67	----	API-5.8-01-00B5.(AOAC 18th 923.03)
Fibra	%	0.13	-	AOAC 18th978.10*
Grasas total	%	1.08	---	Monjonair*
Humedad	%	12.17	---	API-5.8-04-01-00B3(AOAC18th 925.10)
Proteínas	%	6.11	---	AOAC 18th 920.87*
Okara				
Ensayos realizados	Unidad	Resultados	Requisitos	Métodos /ref
Cenizas	%	0.72	----	API-5.8-01-00B5.(AOAC 18th 923.03)
Fibra	%	3.12	-	AOAC 18th978.10*
Grasas total	%	0.51	---	*
Humedad	%	80.16	---	API-5.8-04-01-00B3(AOAC18th 925.10)
Proteínas	%	6.80	---	AOAC 18th 920.87*

Fuente laboratorio de PROTAL (2011)

APÉNDICE C


TABLA DE ALEATORIZACIÓN Y RÉPLICA DE LAS CORRIDAS EXPERIMENTALES

Códigos experimentales		b	X ₁	X ₂	X ₃
Chocolate	Coco				
700	555	41	10	15	34
784	400	41	20	15	24
600	340	41	29	15	15
765	602	41	11	24	24
900	305	41	20	24	15
820	322	41	10	34	15
700	555	41	10	15	34
784	400	41	20	15	24
600	340	41	29	15	15
765	602	41	11	24	24
900	305	41	20	24	15
820	322	41	10	34	15

Elaborado por: Viviana De la Paz (2011)

APÉNDICE D

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GRANOLA EN BARRA PAE



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

GRANOLA EN BARRA

COMPOSICIÓN

Es una barra a base de cereales precocidos, semillas y vegetales deshidratados a los que se añade panela y aceite vegetal, libre de mal olor o contaminación y está concebido para ser consumido directa y diariamente en porciones de 25 gramos.

Granola en barra	% Referencial
Avena	44.40
Ajonjolí	0.50
Panela	27.00
Soya tostada (triturada)	12.00
Zanahoria	5.00
Grasa vegetal	7.10
Arroz crocante	4.00
Vitaminas y Minerales	-
αTocoferoles	300 mg/kg

* Referirse a la Tabla de Aporte de Vitaminas y Minerales

TABLA DE VITAMINAS Y MINERALES EN 25 GRAMOS DE PRODUCTO

Micronutrientes	Total Producto Final	Recomendaciones WHO/FAO 2004	Límite mínimo	Límite máximo
Vitamina A (1) UI	126.15	500 ug RE	100.00	250
Ácido fólico ug	52.5	300 ug DFE	37.20	300
Tiamina (B1) (2) mg	4.7	0.9 mg	0.9	5
Riboflavina (B2) mg	0.79	0.9 mg	0.20	1.8
Hierro (3) mg	0.52	8.9 mg con 10% biodisponibilidad	0.27	8.9
Calcio (4) mg	40.56	700 mg	40.00	700

CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES

Las características nutricionales del producto en 100 gramos son las siguientes:

Energía	> a 350 (Kcal. /100)
Proteínas	> a 10 (g/100g)
Grasa	> a 9 (g/100g)
Humedad	<10 (g/100g)

VERIFICACIÓN DE CALIDAD

Los productos deben encontrarse libres de microorganismos patógenos y de acuerdo a las especificaciones microbiológicas descritas en el cuadro de certificación de calidad.

Los productos deben estar libres de insectos, fragmentos de insectos, huevos y larvas; pelos y excretas o partes de roedores y otros mamíferos, partes o excretas de aves; contaminantes físicos, químicos, biológicos y radioactivos.

REGISTROS SANITARIOS

Nutricio : En trámite

CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

Límites Microbiológicos

Los productos no deben exceder los siguientes niveles de contaminación:

Prueba	Caso	Clase/Plan	Límite por g			
			n	c	m	M
Bacterias aerobias mesófilas	6	3	5	2	10 ⁴	10 ⁵
Coliformes	6	3	5	1	<3*	20
Salmonella en 25 g	11	2	10	0	0	-
E.Coli	10	2	5	0	<3	-
B.Cereus	10	2	5	0	<10	-
S.Aureus	10	2	5	0	<3	-
Mohos y Levaduras	2	3	5	2	30	10 ⁷

* <3 significa ningún tubo positivo en el método Standard del NMP de 3 tubos

Los productos no deben sobrepasar los siguientes niveles tóxicos y antinutricionales:

Aflatoxina	<5ppb
Ureasa	Negativo

Fuente: Programa de Alimentación Escolar (2002)

APÉNDICE E

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL PARA PRUEBA DE SABOR

Hoja de evaluación	
Nombre:	
Edad:	
Fecha:	
Instrucciones: Pruebe las muestras y ordénelas de menor a mayor intensidad de sabor a soya.	
Más sabor a soya	_____

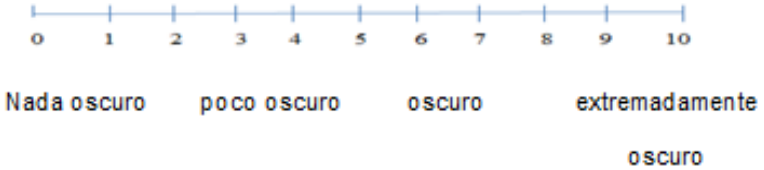
Menos sabor a soya	_____
¿Cuál prefiere?	

Comentarios _____	

Fuente: La evaluación sensorial de los alimentos (1994)

APÉNDICE F

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL PARA PRUEBA DE COLOR

Hoja de evaluación	
Nombre:	
Edad:	
Fecha:	
Instrucciones: Pruebe las muestras de izquierda a derecha e indique su tonalidad de color de acuerdo al número de la escala siguiente:	
	
¿Cuál prefiere?	
Comentarios	
¡Gracias!	

Fuente: La evaluación sensorial de los alimentos (1994)

APÉNDICE G

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL PARA PRUEBA DE DUREZA

Hoja de evaluación		
Nombre:		
Edad:		
Fecha:		
Instrucciones: Pruebe las muestras y evalúe la dureza de cada una, según la siguiente escala:		
1.	Muy blando	
2.	Blando	
3.	Ligeramente blando	
4.	Firme	
5.	Ligeramente duro	
6.	Duro	
7.	Muy duro	
	Muestras	Calificación
	Código 1	_____
	Código 2	_____
	Código 3	_____
	Código 4	_____
	Código 5	_____
	Código 6	_____
¿Cuál prefiere?		




Comentarios _____		

Gracias;		

Fuente: La evaluación sensorial de los alimentos (1994)

APÉNDICE H

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL CON ESCALA HEDÓNICA

FICHA DE EVALUACIÓN		
PRODUCTO:	_____	
FECHA:	_____	
NOMBRE:	_____	
EDAD:	_____	
CODIGO:	_____	
<p>Por favor pruebe el producto y encierre en un círculo la carita según tu agrado.</p>		
Bueno 	Ni bueno ni malo 	Malo 
Escriba aquí tus comentarios:		

¡MUCHASGRACIAS		

Fuente: La evaluación sensorial de los alimentos (1994)

APÉNDICE I

TABLA DE VARIANZA PARA VER LOS GRADOS DE LIBERTAD

alfa =	Grados de libertad del numerador														
	0.05	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	60	100	10000
1	161.45	199.5	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77	238.88	240.54	241.88	248.02	252.2	253.04	254.3	
2	18.513	19	19.164	19.247	19.296	19.329	19.353	19.371	19.385	19.396	19.446	19.479	19.486	19.496	
3	10.128	9.5521	9.2766	9.1172	9.0134	8.9407	8.8867	8.8452	8.8123	8.7855	8.6602	8.572	8.5539	8.5267	
4	7.7086	6.9443	6.5914	6.3882	6.2561	6.1631	6.0942	6.041	5.9988	5.9644	5.8025	5.6878	5.664	5.6284	
5	6.6079	5.7861	5.4094	5.1922	5.0503	4.9503	4.8759	4.8183	4.7725	4.7351	4.5581	4.4314	4.4051	4.3654	
6	5.9874	5.1432	4.7571	4.5337	4.3874	4.2839	4.2067	4.1468	4.099	4.06	3.8742	3.7398	3.7117	3.6693	
7	5.5915	4.7374	4.3468	4.1203	3.9715	3.866	3.7871	3.7257	3.6767	3.6365	3.4445	3.3043	3.2749	3.2302	
8	5.3176	4.459	4.0662	3.8379	3.6875	3.5806	3.5005	3.4381	3.3881	3.3472	3.1503	3.0053	2.9747	2.9281	
9	5.1174	4.2565	3.8625	3.6331	3.4817	3.3738	3.2927	3.2296	3.1789	3.1373	2.9365	2.7872	2.7556	2.7072	
10	4.9646	4.1028	3.7083	3.478	3.3258	3.2172	3.1355	3.0717	3.0204	2.9782	2.774	2.6211	2.5884	2.5384	
11	4.8443	3.9823	3.5874	3.3567	3.2039	3.0946	3.0123	2.948	2.8962	2.8536	2.6464	2.4901	2.4566	2.405	
12	4.7472	3.8853	3.4903	3.2592	3.1059	2.9961	2.9134	2.8486	2.7964	2.7534	2.5436	2.3842	2.3498	2.2967	
13	4.6672	3.8056	3.4105	3.1791	3.0254	2.9153	2.8321	2.7669	2.7144	2.671	2.4589	2.2966	2.2614	2.207	
14	4.6001	3.7389	3.3439	3.1122	2.9582	2.8477	2.7642	2.6987	2.6458	2.6022	2.3879	2.2229	2.187	2.1313	
15	4.5431	3.6823	3.2874	3.0556	2.9013	2.7905	2.7066	2.6408	2.5876	2.5437	2.3275	2.1601	2.1234	2.0664	
16	4.494	3.6337	3.2389	3.0069	2.8524	2.7413	2.6572	2.5911	2.5377	2.4935	2.2756	2.1058	2.0685	2.0102	
17	4.4513	3.5915	3.1968	2.9647	2.81	2.6987	2.6143	2.548	2.4943	2.4499	2.2304	2.0584	2.0204	1.961	
18	4.4139	3.5546	3.1599	2.9277	2.7729	2.6613	2.5767	2.5102	2.4563	2.4117	2.1906	2.0166	1.978	1.9175	
19	4.3808	3.5219	3.1274	2.8951	2.7401	2.6283	2.5435	2.4768	2.4227	2.3779	2.1555	1.9795	1.9403	1.8787	
20	4.3513	3.4928	3.0984	2.8661	2.7109	2.599	2.514	2.4471	2.3928	2.3479	2.1242	1.9464	1.9066	1.8438	
21	4.3248	3.4668	3.0725	2.8401	2.6848	2.5727	2.4876	2.4205	2.3661	2.321	2.096	1.9165	1.8761	1.8124	
22	4.3009	3.4434	3.0491	2.8167	2.6613	2.5491	2.4638	2.3965	2.3419	2.2967	2.0707	1.8894	1.8486	1.7838	
23	4.2793	3.4221	3.028	2.7955	2.64	2.5277	2.4422	2.3748	2.3201	2.2747	2.0476	1.8648	1.8234	1.7577	
24	4.2597	3.4028	3.0088	2.7763	2.6207	2.5082	2.4226	2.3551	2.3002	2.2547	2.0267	1.8424	1.8005	1.7338	
25	4.2417	3.3852	2.9912	2.7587	2.603	2.4904	2.4047	2.3371	2.2821	2.2365	2.0075	1.8217	1.7794	1.7117	
26	4.2252	3.369	2.9752	2.7426	2.5868	2.4741	2.3883	2.3205	2.2655	2.2197	1.9898	1.8027	1.7599	1.6913	
27	4.21	3.3541	2.9603	2.7278	2.5719	2.4591	2.3732	2.3053	2.2501	2.2043	1.9736	1.7851	1.7419	1.6724	
28	4.196	3.3404	2.9467	2.7141	2.5581	2.4453	2.3593	2.2913	2.236	2.19	1.9586	1.7689	1.7251	1.6548	
29	4.183	3.3277	2.934	2.7014	2.5454	2.4324	2.3463	2.2782	2.2229	2.1768	1.9446	1.7537	1.7096	1.6384	
30	4.1709	3.3158	2.9223	2.6896	2.5336	2.4205	2.3343	2.2662	2.2107	2.1646	1.9317	1.7396	1.695	1.623	
40	4.0847	3.2317	2.8387	2.606	2.4495	2.3359	2.249	2.1802	2.124	2.0773	1.8389	1.6373	1.5892	1.5098	
50	4.0343	3.1826	2.79	2.5572	2.4004	2.2864	2.1992	2.1299	2.0733	2.0261	1.7841	1.5757	1.5249	1.4392	
60	4.0012	3.1504	2.7581	2.5252	2.3683	2.2541	2.1665	2.097	2.0401	1.9926	1.748	1.5343	1.4814	1.3903	
70	3.9778	3.1277	2.7355	2.5027	2.3456	2.2312	2.1435	2.0737	2.0166	1.9689	1.7223	1.5046	1.4498	1.354	
80	3.9604	3.1108	2.7188	2.4859	2.3287	2.2142	2.1263	2.0564	1.9991	1.9512	1.7032	1.4821	1.4259	1.3259	
90	3.9469	3.0977	2.7058	2.4729	2.3157	2.2011	2.1131	2.043	1.9856	1.9376	1.6883	1.4645	1.407	1.3032	

100	3.9362	3.0873	2.6955	2.4626	2.3053	2.1906	2.1025	2.0323	1.9748	1.9267	1.6764	1.4504	1.3917	1.2845
200	3.8884	3.0411	2.6498	2.4168	2.2592	2.1441	2.0556	1.9849	1.9269	1.8783	1.6233	1.3856	1.3206	1.1903
300	3.8726	3.0258	2.6347	2.4017	2.2441	2.1288	2.0402	1.9693	1.9112	1.8623	1.6057	1.3634	1.2958	1.1521
400	3.8648	3.0183	2.6272	2.3943	2.2366	2.1212	2.0325	1.9616	1.9033	1.8544	1.5969	1.3522	1.2831	1.1303
500	3.8601	3.0138	2.6227	2.3898	2.232	2.1167	2.0279	1.9569	1.8986	1.8496	1.5916	1.3455	1.2753	1.1159
600	3.857	3.0107	2.6198	2.3868	2.229	2.1137	2.0248	1.9538	1.8955	1.8465	1.5881	1.341	1.2701	1.1055
700	3.8548	3.0086	2.6176	2.3847	2.2269	2.1115	2.0226	1.9516	1.8932	1.8442	1.5856	1.3377	1.2664	1.0976
800	3.8531	3.007	2.616	2.3831	2.2253	2.1099	2.021	1.95	1.8916	1.8425	1.5837	1.3353	1.2635	1.0912
900	3.8518	3.0057	2.6148	2.3818	2.224	2.1086	2.0197	1.9487	1.8903	1.8412	1.5822	1.3334	1.2613	1.0861
1000	3.8508	3.0047	2.6138	2.3808	2.2231	2.1076	2.0187	1.9476	1.8892	1.8402	1.5811	1.3318	1.2596	1.0818
1500	3.8477	3.0017	2.6108	2.3779	2.2201	2.1046	2.0157	1.9446	1.8861	1.837	1.5775	1.3273	1.2542	1.0675
2000	3.8461	3.0002	2.6094	2.3764	2.2186	2.1031	2.0142	1.943	1.8846	1.8354	1.5758	1.325	1.2516	1.0593
10000	3.8424	2.9966	2.6058	2.3728	2.215	2.0995	2.0105	1.9393	1.8808	1.8316	1.5716	1.3194	1.2451	1.0334

Fuente: La evaluación sensorial de los alimentos (1994)

APÉNDICE J

TABLA DE TUKEY

TABLA DE TUKEY

GRADOS DE LIBERTAD	NÚMEROS DE TRATAMIENTOS																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	18.00	27.00	32.80	37.20	40.50	43.10	45.40	47.30	49.10	50.60	51.90	53.20	54.30	55.40	56.30	57.20	58.00	58.90	59.60	
2	6.09	8.33	9.80	10.89	11.73	12.43	13.03	13.54	13.99	14.39	14.75	15.08	15.38	15.65	15.91	16.14	16.36	16.57	16.77	
3	4.90	5.91	6.83	7.51	8.04	8.47	8.85	9.18	9.46	9.72	9.95	10.16	10.35	10.52	10.69	10.84	10.98	11.12	11.24	
4	3.93	5.04	5.76	6.29	6.71	7.06	7.35	7.60	7.83	8.03	8.21	8.37	8.52	8.67	8.80	8.92	9.03	9.14	9.24	
5	3.64	4.60	5.22	5.67	6.03	6.33	6.58	6.80	6.99	7.17	7.32	7.47	7.60	7.72	7.83	7.93	8.03	8.12	8.21	
6	3.46	4.34	4.90	5.31	5.63	5.89	6.12	6.32	6.49	6.65	6.79	6.92	7.04	7.14	7.24	7.34	7.43	7.51	7.59	
7	3.34	4.16	4.68	5.05	5.35	5.59	5.80	5.99	6.15	6.29	6.42	6.54	6.65	6.75	6.84	6.93	7.01	7.08	7.16	
8	3.26	4.04	4.53	4.89	5.17	5.40	5.60	5.77	5.92	6.05	6.18	6.29	6.39	6.48	6.57	6.65	6.73	6.80	6.87	
9	3.20	3.95	4.42	4.76	5.02	5.24	5.43	5.60	5.74	5.87	5.98	6.09	6.19	6.28	6.36	6.44	6.51	6.58	6.65	
10	3.15	3.88	4.33	4.66	4.91	5.12	5.30	5.46	5.60	5.73	5.83	5.93	6.03	6.12	6.20	6.27	6.34	6.41	6.47	
11	3.11	3.82	4.26	4.58	4.82	5.03	5.20	5.35	5.49	5.61	5.71	5.81	5.90	5.98	6.06	6.14	6.20	6.27	6.33	
12	3.08	3.77	4.20	4.51	4.75	4.95	5.12	5.27	5.40	5.51	5.61	5.71	5.80	5.88	5.95	6.02	6.09	6.15	6.21	
13	3.06	3.73	4.15	4.46	4.69	4.88	5.05	5.19	5.32	5.43	5.53	5.63	5.71	5.79	5.86	5.93	6.00	6.06	6.11	
14	3.03	3.70	4.11	4.41	4.64	4.83	4.99	5.13	5.25	5.36	5.46	5.56	5.64	5.72	5.79	5.86	5.92	5.98	6.03	
15	3.01	3.67	4.08	4.37	4.59	4.78	4.94	5.08	5.20	5.31	5.40	5.49	5.57	5.65	5.72	5.79	5.85	5.91	5.96	
16	3.00	3.65	4.05	4.34	4.56	4.74	4.90	5.03	5.15	5.26	5.35	5.44	5.52	5.59	5.66	5.73	5.79	5.84	5.90	
17	2.98	3.62	4.02	4.31	4.52	4.70	4.86	4.99	5.11	5.21	5.31	5.39	5.47	5.55	5.61	5.68	5.74	5.79	5.84	
18	2.97	3.61	4.00	4.29	4.49	4.67	4.83	4.96	5.07	5.17	5.27	5.35	5.43	5.50	5.57	5.63	5.69	5.74	5.79	
19	2.96	3.59	3.98	4.26	4.47	4.64	4.79	4.92	5.04	5.14	5.23	5.32	5.39	5.46	5.53	5.59	5.65	5.70	5.75	
20	2.95	3.58	3.96	4.24	4.45	4.62	4.77	4.90	5.01	5.11	5.20	5.28	5.36	5.43	5.50	5.56	5.61	5.66	5.71	
24	2.92	3.53	3.90	4.17	4.37	4.54	4.68	4.81	4.92	5.01	5.10	5.18	5.25	5.32	5.38	5.44	5.50	5.55	5.60	
30	2.89	3.48	3.84	4.11	4.30	4.46	4.60	4.72	4.83	4.92	5.00	5.08	5.15	5.21	5.27	5.33	5.38	5.43	5.48	
40	2.86	3.44	3.79	4.04	4.23	4.39	4.52	4.63	4.74	4.82	4.90	4.98	5.05	5.11	5.17	5.23	5.27	5.33	5.38	
60	2.83	3.40	3.74	3.98	4.16	4.31	4.44	4.55	4.65	4.73	4.81	4.88	4.94	5.00	5.06	5.11	5.17	5.22	5.27	
120	2.80	3.36	3.69	3.92	4.10	4.24	4.36	4.47	4.56	4.64	4.71	4.78	4.84	4.90	4.95	5.00	5.04	5.09	5.14	
	2.77	3.32	3.63	3.86	4.03	4.17	4.29	4.39	4.47	4.55	4.62	4.68	4.74	4.80	4.84	4.89	4.93	4.97	5.01	

Fuente: La evaluación sensorial de los alimentos (1994)

APÉNDICE K

TABLA DE LA DISTRIBUCIÓN DE t PROBABILIDADES DEL VALOR MÁS ALTO DE t NO SIGNIFICATIVO.

LA DISTRIBUCION DE t

PROBABILIDADES DEL VALOR MAS ALTO DE t NO SIGNIFICATIVO

$\alpha.f.$	0.5	0.1	0.05	0.02	0.01	$\alpha.f.$
1	1.000	6.314	12.706	31.821	63.657	1
2	0.816	2.920	4.303	6.955	9.925	2
3	0.765	2.353	3.182	4.541	5.841	3
4	0.741	2.132	2.776	3.747	4.604	4
5	0.727	2.015	2.571	3.305	4.032	5
6	0.718	1.943	2.447	3.143	3.707	6
7	0.711	1.895	2.365	2.998	3.499	7
8	0.706	1.860	2.306	2.896	3.355	8
9	0.703	1.833	2.262	2.821	3.250	9
10	0.700	1.812	2.228	2.764	3.169	10
11	0.697	1.796	2.201	2.718	3.105	11
12	0.695	1.782	2.179	2.681	3.055	12
13	0.694	1.771	2.160	2.650	3.012	13
14	0.692	1.761	2.145	2.624	2.972	14
15	0.691	1.753	2.131	2.602	2.947	15
16	0.690	1.746	2.120	2.583	2.921	16
17	0.689	1.740	2.110	2.567	2.898	17
18	0.688	1.734	2.101	2.552	2.878	18
19	0.688	1.729	2.093	2.539	2.859	19
20	0.687	1.725	2.085	2.528	2.845	20
21	0.686	1.721	2.080	2.518	2.831	21
22	0.686	1.717	2.074	2.508	2.819	22
23	0.685	1.714	2.069	2.500	2.807	23
24	0.685	1.711	2.064	2.492	2.797	24
25	0.684	1.708	2.060	2.485	2.787	25
26	0.684	1.706	2.056	2.478	2.779	26
27	0.684	1.703	2.052	2.473	2.771	27
28	0.683	1.701	2.048	2.467	2.763	28
29	0.683	1.699	2.045	2.462	2.756	29
30	0.683	1.697	2.042	2.457	2.750	30
35	...	...	2.030	...	2.724	35
40	...	...	2.021	...	2.704	40
45	...	...	2.014	...	2.690	45
50	...	...	2.008	...	2.678	50
60	...	...	2.000	...	2.660	60
80	...	...	1.990	...	2.638	80
100	...	...	1.984	...	2.620	100
200	...	...	1.972	...	2.601	200
500	...	...	1.965	...	2.588	500
1000	...	...	1.962	...	2.581	1000
	0.67449	1.64485	1.95996	2.32634	2.57562	

Fuente: La evaluación sensorial de los alimentos (1994)

APÉNDICE L

VALORES MÍNIMOS SIGNIFICATIVOS DEL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN

N	$r_{.95}$	$r_{.975}$	$r_{.99}$	$r_{.995}$	$r_{.9995}$
5	,805	,878	,934	,959	,991
6	,729	,811	,882	,917	,974
7	,669	,754	,833	,875	,951
8	,621	,787	,789	,834	,925
9	,582	,666	,750	,798	,898
10	,549	,632	,715	,765	,872
11	,521	,602	,685	,735	,847
12	,497	,576	,658	,708	,823
13	,476	,553	,634	,684	,801
14	,457	,532	,612	,661	,780
15	,441	,514	,592	,641	,760
16	,426	,497	,574	,623	,742
17	,412	,482	,558	,606	,725
18	,400	,468	,543	,590	,708
19	,389	,456	,529	,575	,693
20	,378	,444	,516	,561	,679
22	,360	,423	,492	,537	,652
24	,344	,404	,472	,515	,629
26	,330	,388	,453	,496	,607
28	,317	,374	,437	,479	,588
30	,306	,361	,423	,463	,570
40	,264	,312	,366	,402	,501
50	,235	,279	,328	,361	,451
60	,214	,254	,300	,330	,414
80	,185	,220	,260	,286	,361
100	,165	,196	,232	,256	,324

Fuente: La evaluación sensorial de los alimentos (1994)

ANEXOS

DETALLES DE MANO DE OBRA

Mano de obra directa					
Beneficios de ley	Mensual		Anual		
	Obrero	Supervisor	Obrero	Supervisor	
Sueldo	\$ 369,87	\$ 956,67	\$ 4.438,44	\$ 11.480,04	
Décimo Tercero	\$ 30,82	\$ 79,72	\$ 369,84	\$ 956,64	
Décimo cuarto	\$ 24,33	\$ 24,33	\$ 291,96	\$ 291,96	
Vacaciones	\$ 15,41	\$ 39,86	\$ 184,92	\$ 478,32	
Fondos de reserva	\$ 30,81	\$ 79,69	\$ 369,72	\$ 956,28	
Aportes patronales	\$ 41,98	\$ 108,58	\$ 503,76	\$ 1.302,96	
Total	\$ 513,22	\$ 1.288,85	\$ 6.158,64	\$ 15.466,20	
Total			\$ 18.475,92	\$ 15.466,20	\$ 33.942,12

Total de obreros	3
Total de supervisor	1

Mano de obra indirecta					
Beneficios de ley	Mensual		Anual		
	Secretaria	Administrador	Secretaria	Administrador	
Sueldo	\$ 300,00	\$ 600,00	\$ 3.600,00	\$ 7.200,00	
Décimo Tercero	\$ 25,00	\$ 50,00	\$ 300,00	\$ 600,00	
Décimo cuarto	\$ 24,33	\$ 24,33	\$ 291,96	\$ 291,96	
Vacaciones	\$ 12,50	\$ 25,00	\$ 150,00	\$ 300,00	
Fondos de reserva	\$ 24,99	\$ 49,98	\$ 299,88	\$ 599,76	
Aportes patronales	\$ 34,05	\$ 68,10	\$ 408,60	\$ 817,20	
Total	\$ 420,87	\$ 817,41	\$ 5.050,44	\$ 9.808,92	
Total					\$ 14.859,36

	Sueldo básico	Sueldo + horas extras
Obrero	\$ 292,00	\$ 369,87
Supervisor	\$ 400,00	\$ 956,67

Elaborado por: Viviana De la Paz (2012)

**BARRA ENERGÉTICA DE COCO Y BARRA ENERGÉTICA DE
CHOCOLATE**



Elaborado por: Viviana De la Paz (2011)

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- AIDA M. FRANKEL; Soja Cultivo, Industrialización, Uso, Editorial Albatros, 1984.
- 2.-ANDRE ANGLADETTE, El Arroz, Editorial Blum, Primera Edición, 1969.
- 3.- ANZALDÚA ANTONIO, La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica, Editorial Acribia, 1994.
- 4.- BADUI DERGAL SALVADOR, Química de los Alimentos, Química de los Alimentos, Editorial Alhambra Mexicana, Segunda Edición.
- 5.- BANCO MUNDIAL; Insuficiencia Nutricional en el Ecuador
- 6.- BLUM S. JORGE, CONTRERAS M. MARTHA; “Aprovechamiento de Sémola de Maíz Y Harina de soya para Desarrollar Alimentos Infantiles de Reconstitución Instantánea” (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral), 2010.
- 7.- COELLO O. KARIN; “Alternativas de aprovechamiento de subproductos de soya y maíz de la agroindustria ecuatoriana para el desarrollo de productos dirigidos a la alimentación social” (Tesis, Facultad de Ingeniería

Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral), 2011.

8.- GAMBOA V. VANNIA; “Diseño de Proceso para el Desarrollo de Barras energéticas como Subproducto en la obtención de Leche saborizada de soya” (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral),2007.

9.- MAHAN KATHLENN, ARLIN MARIAN; Nutrición y Dietoterapia de Krause, doceava Edición.

10.- MARTINKO PARKER MEDIGAN, Biología de los Microorganismos, Editorial Pearson, 2003

11.- MORA S. MA. GABRIELA, PAZ Y. ALICIA; “Estimación de la vida útil del maní tostado tipo Runnel 50/60” (Seminario de Graduación, Instituto de Tecnologías, Escuela Superior Politécnica del Litoral), 2010.

12.- NORMAN N. POTTER, Ciencias de los Alimentos, Editorial Acribia, 1999.

13.- RAMÓN MIGUEL CARRERAS ORTELIS; El Arroz

14.- www1, <http://www.ecuador.justia.com/nacionales/leyes/ley-organica-de-soberania-alimentaria/gdoc/>.

15.- www2, <http://www.pae.gob.ec/>

16.- www3, <http://www.insai.gob.ve/documentos/Nral2.pdf>