



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Química

**ELABORACIÓN DE UNA BARRA NUTRACÉUTICA Y DISEÑO DE  
PROCESO PARA SU PRODUCCIÓN A PEQUEÑA ESCALA**

**Cecilia Eugenia Ruiz Valenzuela**

Asesorado por: Inga. Hilda Palma

Guatemala, enero de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ELABORACIÓN DE UNA BARRA NUTRACÉUTICA Y DISEÑO DE  
PROCESO PARA SU PRODUCCIÓN A PEQUEÑA ESCALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**CECILIA EUGENIA RUIZ VALENZUELA**  
ASESORADO POR: INGA. HILDA PALMA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA QUÍMICA**

GUATEMALA, ENERO DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Angel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruíz
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXÁMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Alfonso García Guerra
EXAMINADOR	Ing. José Eduardo Calderon García
EXAMINADOR	Ing. Francisco Rosales Cerezo
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

## **AGRADECIMIENTOS A:**

### **Dios, a Jesús y a la Virgen María**

Por permitirme culminar mis estudios universitarios.

### **Mis padres**

Por su amor, ejemplo y dedicación.

### **David Antonio Mota Aguilar**

Por su apoyo y cariño incondicional.

### **Mis amigas y amigos**

Por su amistad y apoyo.

### **Licenciada Rocío Arreaga de Peña**

Por su apoyo profesional.

### **Ingeniera Hilda Palma**

Por la asesoría de mi trabajo de graduación.

### **Universidad de San Carlos de Guatemala**

**Facultad de Ingeniería**

## **ACTO QUE DEDICO A:**

**Dios, a Jesús y a la Virgen María**

Con amor, por haberme dado la vida y estar siempre a mi lado.

**Mis padres:**

**Benjamín Ruiz Estrada y Patricia Valenzuela de Ruiz**

Con amor, y que este acto sea una recompensa a los esfuerzos que han hecho por mí.

**Mis hermanos:**

**Eduardo, Vivianne y Benjamín**

Con amor, por su ejemplo y por estar a mi lado en todo momento.

**Mi cuñado:**

**Jorge Román**

Por su apoyo

**Mi sobrinito:**

**Jorge Emilio Román Ruiz**

Con amor y en agradecimiento a la alegría que causa su presencia en mi vida.

**Mis abuelitos:**

**Julia Estrada de Ruiz y Benjamín Ruiz**

**Cristina Paniagua y Manuel Valenzuela (+)**

**Elvira Campos (+)**

Con amor y en agradecimiento a sus cuidados y sabios consejos.

**Ana Amelia de Hernández y Lázaro Hernández (+)**

Con amor y en agradecimiento al tiempo que me han dedicado.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	V
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	VII
<b>GLOSARIO</b>	IX
<b>RESUMEN</b>	XI
<b>HIPÓTESIS</b>	XIII
<b>OBJETIVOS</b>	XV
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XVII

### **1. ANTECEDENTES**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Información nutricional de los ingredientes de la barra nutraceútica**

2.1.1. Mora	3
2.1.2. Avena	5
2.1.2.1. Elementos de la avena	5
2.1.2.1.2. Proteínas	5
2.1.2.1.3. Lípidos	6
2.1.2.1.4. Hidratos de carbono	6
2.1.2.1.5. Fibra	6
2.1.2.2. Beneficios de la avena en la salud	7
2.1.3. Maní	8
2.1.3.1. Beneficios del maní para la salud	9
2.1.3.1.1. Fibra	9

2.1.3.1.2. Vitamina E	10
2.1.3.1.3. Ácido Fólico	10
2.1.3.1.4. Cobre	10
2.1.3.1.5. Magnesio	10
2.2. Formulación de un producto nuevo	11
2.3. Evaluación sensorial	12
2.3.1. Definición	12
2.3.2. Clases de evaluaciones sensoriales	13
2.3.3. Pruebas orientadas al consumidor	14
2.3.3.1. Pruebas de preferencia	15
2.3.3.1.1. Pruebas de preferencia pareada	15
2.3.3.2. Pruebas hedónicas	16
2.4. Análisis proximal	17
2.4.1. Componentes del análisis proximal	18
2.4.1.1. Materia seca	18
2.4.1.2. Cenizas	19
2.4.1.3. Proteína Cruda	19
2.4.1.4. Fibra cruda	20
2.4.1.5. Extracto etéreo	21
2.4.1.6. Extracto libre de nitrógeno	21
2.5. Diseño de procesos	22

### **3. FORMULACIÓN DE LA BARRA NUTRACÉUTICA**

#### **A BASE DE AVENA, MORA Y MANÍ**

3.1. Procedimiento	23
3.2. Formulaciones	24
3.3. Evaluación sensorial	24
3.3.1. Pruebas de preferencia pareada	24
3.3.2. Pruebas hedónicas	25

<b>4. RESULTADOS</b>	
4.1. Resultados de las evaluaciones organolépticas de las formulaciones	
4.1.1. Formulación A	27
4.1.2. Formulación B	27
4.1.3. Formulación C	28
4.1.4. Formulación D	28
4.2. Pruebas de preferencia pareada	29
4.3. Pruebas hedónicas	30
4.4. Análisis proximal	31
<b>5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b>	
<b>6. DISEÑO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN A PEQUEÑA ESCALA</b>	
6.1. Equipo	37
6.2. Proceso para un batch de 3Kg (30 porciones)	38
<b>7. COSTO DE LA BARRA NUTRACÉUTICA</b>	
<b>CONCLUSIONES</b>	45
<b>RECOMENDACIONES</b>	47
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	49
<b>APÉNDICE</b>	51
<b>ANEXO</b>	53





## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURA

1	Diagrama de Flujo Elaboración de una Barra Nutracéutica	40
---	---	----

### TABLAS

I.	Formulaciones a base de avena, mora y maní puestas a consideración	24
II.	Resultados obtenidos en las pruebas de preferencia pareada	29
III.	Prueba binomial de dos extremos	29
IV.	Resultados obtenidos en la pruebas hedónicas de 9 puntos	30
V.	Media Aritmética y Desviación estándar de los resultados obtenidos en la prueba hedónica de 9 puntos	31
VI.	Resultados del análisis proximal	31

VII	Inversión inicial de equipo para el proceso a pequeña escala de la barra nutracéutica	41
VIII.	Costos de materia prima de la barra nutracéutica	42
IX.	Costo y precio de venta de la barra nutracéutica	42
X.	Prueba binomial de dos extremos, Probabilidad de X o más juicios concordantes en n pruebas ( $p=1/2$ )	53

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
$\square$	media aritmética
$\Sigma$	desviación estándar
<b>G</b>	Gramos
<b>%</b>	porcentaje
<b>Cm</b>	centímetros
<b>°F</b>	Grados Fahrenheit
<b>Min</b>	minutos



## GLOSARIO

### **Alimento Funcional**

Se define como aquel que contiene un componente, sea o no un nutriente, que afecta una o varias funciones del organismo en forma específica y positiva, y promueve un efecto fisiológico que va más allá de su valor nutritivo tradicional.

### **Batch**

Proceso intermitente o por lotes en donde la alimentación se carga a un recipiente al comienzo del proceso y, transcurriendo cierto tiempo, se retira el contenido de dicho recipiente.

### **Costo**

La suma de esfuerzos y recursos que se han invertido para producir un producto o servicio.

**Media Aritmética**

La media aritmética o promedio, de una cantidad finita de números, es igual a la suma de todos ellos dividida entre el número de sumandos.

**Precio**

Es monto de dinero asignado a un producto o servicio, o la suma de los valores que los compradores intercambian por los beneficios de tener o usar un producto o servicio.

**Variación estándar**

Es una medida de dispersión para variables de razón (ratio o cociente) y de intervalo, de gran utilidad en la estadística descriptiva. Es una medida (cuadrática) que informa de la media de distancias que tienen los datos respecto de su media aritmética, expresada en las mismas unidades que la variable.

## RESUMEN

El presente trabajo de graduación tuvo como propósito desarrollar una barra nutracéutica tipo *snack*, que además de ser una opción alimenticia en horarios informales de comida, para hombres y mujeres de 18 a 40 años de la sociedad guatemalteca, fuera un suministro de nutrientes, provenientes de los ingredientes que constituyen la barra (avena, mora y maní).

Se desarrollaron cuatro formulaciones y se evaluaron sensorialmente para establecer que la formulación gozaba de mayor aceptación. La barra más aceptada tuvo un puntaje de 7.8, según una escala hedónica de 9 puntos, lo que corresponde a la categoría de “Me gusta mucho”.

El contenido nutricional fue determinado mediante el análisis proximal y los resultados fueron comparados con los requerimientos diarios de proteína, fibra y minerales; también se realizaron comparaciones con los productos que actualmente se encuentran en el mercado.

La barra formulada en la presentación establecida, cubre un 24.2% del requerimiento diario de fibra, un 33% de proteína para mujeres y un 25% para los hombres, y cubre el 80% de los requerimientos diarios de minerales en general. Al comparar las barras nutritivas en el mercado, se determinó que la barra nutracéutica formulada está por encima de éstas, ya que cubren entre un 18 y 25 % de los requerimientos diarios de fibra, un 75% de minerales y entre 9 y 12% de los requerimientos de proteína.



Se diseñó el proceso para producir a pequeña escala la barra nutracéutica formula; los parámetros que deben ser controlados; tiempo de horneado de la avena; tiempo de mezclado; y, tiempo de secado.

El costo de una porción de la barra formulada es de Q.5.00 y el precio de venta es de Q.6.50, con una margen de utilidad del 20%.

## **HIPÓTESIS**

Es posible desarrollar una formulación para elaborar una barra con propiedades nutracéuticas con base a tres alimentos funcionales (avena, mora y maní), que presente una aceptabilidad organoléptica general de 7 puntos o mayor, y diseñar su proceso de producción a pequeña escala.



## OBJETIVOS

### **General:**

Crear una barra nutracéutica que contenga avena, mora y maní, con un sabor agradable para una mejor aceptación, y diseñar su producción a pequeña escala.

### **Específicos:**

1. Desarrollar cuatro formulaciones de barras que contengan mora, avena y maní y evaluarlas mediante factores organolépticos, seleccionar dos formulaciones y evaluarlas sensorialmente, mediante una prueba de preferencia pareada y a la de mayor preferencia evaluarla mediante una prueba hedónica con una escala de 9 puntos.
2. Determinar el valor nutricional de la barra, de mayor preferencia mediante un análisis proximal.
3. Diseñar la producción de la barra a pequeña escala.



## INTRODUCCIÓN

La importancia de disponer de un mayor número de opciones alimenticias más saludables, hace necesario el desarrollo de nuevos productos alimenticios que tengan efectos positivos sobre la salud del ser humano, ya que la mayoría de personas carecen de una buena alimentación por el ritmo de vida tan agitado que llevan, necesitándose alimentos listos y fáciles de consumir.

La existencia de productos con contenido nutricional alto ya preparados es una forma de mejorar la alimentación y de subir la calidad de vida de una persona.

Las barras nutritivas son prácticas, populares, y abundan en marcas y gustos de todo tipo. Las barras nutritivas se han convertido hoy en día, en una sana y fácil alternativa como desayuno, snack o merienda.

Las barras nutritivas siguen siendo uno de los artículos alimenticios funcionales o nutracéuticos más populares.

En el presente trabajo se desarrolla la formulación de una barra nutracéutica a base de avena, mora y maní, la misma se evalúa sensorial y nutricionalmente.

Se escogieron estos tres alimentos debido a su alto nivel nutritivo, su disponibilidad en el país y a que la combinación de estos produce una barra de sabor agradable.

Se diseña el proceso de producción a pequeña escala y se establece el costo y el precio de venta de la barra.

## 1. ANTECEDENTES

Se han realizado varios estudios acerca de barras nutritivas, un ejemplo de ello es el análisis que realizó Estévez (1) en su obra “Aporte calórico proteico de barras tipo snack elaborados con cereales y maní”.

Estévez examinó la contribución calórico de la proteína, actividad del agua y humedad, calidad nutricional y determinó la estabilidad de las barras durante almacenamiento acelerado.

Estévez realizó seis tipos de barra utilizando como ingredientes cereales y nueces, esto se aglutino con edulcorantes naturales y materiales grasos.

Como resultado se obtuvo que las diferencias en actividad de agua y contribución calórica no fueron significativas entre las barras. Durante el almacenamiento, la humedad disminuyó en todas las barras.

Existen otros documentos en donde se fortifican alimentos para un beneficio de la sociedad, uno de estos es el Trabajo de Graduación elaborado por María Carrillo (3) que tiene como título “Fortificación con hierro de una galleta nutritiva, valuación de su valor nutricional y aceptabilidad en mujeres embarazadas.”

Esta galleta fue formulada a base de harina de arroz, harina de soya, semilla de marañón pepitoria, margarina y huevo. Está fortificada con 15mg/100g de hierro reducido y suplementada con 100mg/100g de vitamina C.



También se toma como antecedente el Trabajo de Graduación sobre “Manual para el desarrollo de un producto alimenticio nuevo”, realizada por Paola Escobar Mejilla, ya que en dicho trabajo que se propone elaborar, se desarrolla un producto nuevo y se deben seguir los pasos correspondientes para su introducción y aceptación en el mercado.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **Información nutricional de los ingredientes de la barra nutraceútica**

#### **2.1.1. Mora**

La mora pertenece a la familia Rosácea y al género Rubus. Este género se ha extendido en las partes altas de las zonas tropicales. Existen muchas especies y algunas de las cuales aún no se han caracterizado.

La planta de mora es arbustiva y perenne de porte erecto a semierecto.

La frambuesa, mora, zarzaparrilla, arándanos y frutillas son los llamados berries, también conocidos como los frutos del bosque; hoy son conocidas las propiedades nutricionales que contienen en sus jugosas bayas. Se los reconoce como una "pequeña fuente de juventud".

En sus racimos hay antioxidantes que estimulan las funciones cerebrales, elementos que colaboran en la reducción del colesterol, activan el sistema circulatorio, actúan en la prevención de enfermedades asociadas a la diabetes, a los trastornos de la visión y, además, son ricos en fibras.

Las moras son frutas con bajo valor calórico por su escaso aporte de carbohidratos. Sin embargo, son muy ricas en vitamina C, aportan fibra, potasio, hierro, calcio (estos dos últimos de menor calidad que los de origen animal), taninos (sustancias con acción astringente) y diversos ácidos orgánicos.

Se caracterizan por su contenido de pigmentos naturales, tales como los antocianos y provitamina A, los cuáles se transforman en esta última conforme el cuerpo la necesita. Estos son sustancias con acción antioxidante; es decir, que previenen el desarrollo de ciertas enfermedades y tipos de cáncer. Los antocianos le dan el color a la mora, y junto con el ácido oxálico y el ácido málico son responsables de su sabor.

Por tener acción antioxidante se recomiendan mucho para prevenir o tratar enfermedades cardiovasculares degenerativas e incluso ciertos tipos de cáncer. Los antocianos tienen además efecto antiinflamatorio y acción antimicrobiana.

Son particularmente recomendables para mejorar el sistema inmune o de defensas y para prevenir o ayudar en el tratamiento de la anemia por deficiencia de hierro, ya que su alto contenido de vitamina C ayuda a la absorción del hierro tanto de la misma fruta, como de otros alimentos fuente del mismo.

La fibra que aportan ayuda a prevenir y a tratar el estreñimiento. Además, mejoran el tránsito intestinal y por su contenido de pectina pueden ayudar en casos de diarrea

Si la fruta está verde, es más rica en taninos; es decir, sustancias astringentes y refrescantes, ayudando de igual forma que la pectina, al tratamiento de la diarrea.

Como si fuera poco, se le atribuyen propiedades emolientes y antiulcerosas. Por todas estas propiedades, la mora puede ayudar a combatir anginas, hemorroides, úlceras, encías débiles y sangrantes. Además, se dice que esta fruta ayuda a conservar el equilibrio, la memoria y la coordinación motriz a personas de avanzada edad.

La semilla de la mora presenta altos contenidos de los aceites oleico, linoleico, linolénico y palmítico que tienen efecto en la prevención de enfermedades del corazón y cáncer.

La mora es recomendada en situaciones como embarazo, lactancia, tabaquismo, problemas de circulación, estrés, cáncer y enfermedades inflamatorias crónicas (4)

## **2.1.2. Avena**

Se cree que la avena tiene su origen en Europa occidental y puede que su aparición se encuentre entre las malas hierbas de la cebada y que por ello se extendiese en conjunción con ésta. Dado su bajo precio, puede ser de gran ayuda para gente que intenta conseguir una buena dieta con un bajo presupuesto.

La avena es uno de los cereales más completos. Por sus cualidades energéticas y nutritivas ha sido la base de la alimentación de pueblos y civilizaciones como la escocesa, irlandesa y algunos pueblos de las montañas Asiáticas.

### **2.1.2.1. Elementos de la avena**

#### **2.1.2.1.1. Proteínas**

Cuanto más elevado es el número de aminoácidos esenciales presentes en un alimento, mayor es su valor biológico. La avena contiene seis de los ocho aminoácidos imprescindibles para la síntesis correcta de proteínas.

La combinación de la avena con diferentes alimentos vegetales, mejora aún más su proporción de aminoácidos, aproximándola a la cantidad ideal para el organismo.

#### **2.1.2.1.2. Lípidos**

La avena es el cereal con mayor porcentaje de grasa vegetal. El 65 % es de ácidos grasos insaturados y el 35% de ácido linoleico. Cien gramos de copos de avena cubren un tercio de nuestras necesidades diarias de ácidos grasos esenciales.

#### **2.1.2.1.3. Hidratos de carbono**

La avena contiene hidratos de carbono de absorción lenta y de fácil asimilación. Estos proporcionan energía durante mucho tiempo después de haber sido absorbidos por el aparato digestivo, evitando la sensación de fatiga y desmayo que experimenta cuando el cuerpo reclama glucosa de nuevo (hipoglucemia).

#### **2.1.2.1.4. Fibra**

Además de estos componentes esenciales, la avena contiene otros elementos no tan importantes desde el punto de vista nutritivo, pero necesarios para el buen funcionamiento intestinal.

Se trata de sustancias insolubles que, ingeridas con la alimentación, no se absorben en el intestino. Sin embargo, estas sustancias resultan de una extraordinaria importancia para la buena digestión. Es lo que normalmente conocemos como 'fibra'. La fibra aumenta el contenido del intestino, con lo cual ayuda a prevenir o eliminar el estreñimiento.

### **2.1.2.2. Beneficios de la avena en la salud**

Puede bajar los niveles de colesterol, especialmente el colesterol de baja densidad (LDL). La FDA determinó que el ingrediente que causa esta efectividad es la fibra soluble que se encuentra en la avena.

Estudios que se han realizado a través de los años han revelado que su poder de promoción de salud es verdaderamente impresionante. La avena es baja en calorías y alta en fibra y proteína. Es una fuente rica en magnesio, potasio, zinc, cobre, manganeso, selenio, tiamina y ácido pantoténico.

La avena es un símbolo de los Súper Alimentos por las razones siguientes: es económicamente accesible, se dispone de ella en cualquier lugar y fácil de incorporar en la dieta diaria.

La avena es una excelente fuente de carbohidratos complejos que el cuerpo requiere para sustentar energía. También es una fuente rica de tiamina, hierro y selenio, y contiene fitonutrientes que prometen reducir las enfermedades del corazón y algunas formas de cáncer.

El poder de la avena de bajar los niveles del colesterol es lo que más atrae la atención. Estudios han demostrado que individuos con colesterol alto (cerca de 220 mg/dl), consumiendo solamente 3 gramos de fibra soluble por día, pueden bajar de 8 a 23% del colesterol total. Lo anterior reduce en un 2% el riesgo de padecer enfermedades del corazón, esto es un efecto significativo.

El efecto benéfico de la avena en los niveles de azúcar fue reportado por primera vez en 1913. En años recientes, investigaciones han descubierto algunos mecanismos que hacen a la avena efectiva. La misma fibra soluble que reduce el colesterol, también parece ser benéfica para las personas que padecen de diabetes tipo II. La fibra soluble reduce la velocidad con la que los alimentos dejan el estómago y retrasa la absorción de la glucosa que sigue una comida (4).

### **2.1.3. Maní**

El término nuez de tierra en inglés es un nombre incorrecto, pues aunque botánicamente es una nuez, el maní (*Arachis hypogaea*) es una verdadera legumbre, un miembro de la familia Leguminosae. Se originó en Brasil, pero ahora se cultiva ampliamente en climas cálidos en el mundo entero. Es una planta rara en la que el pedúnculo de la flor con el ovario fertilizado penetra en la tierra donde se desarrolla una nuez que contiene la semilla o semillas de la planta.

El maní tiene más grasa que otras leguminosas, con frecuencia 45 por ciento y además mucha más niacina (18 mg por 100 g) y tiamina, pero relativamente pocos carbohidratos (12 por ciento). El contenido de proteína es un poco mayor que en la mayoría de otras legumbres (27 por ciento).

Los maníes son un alimento excepcionalmente nutritivo, con más proteína que la carne animal. Son densos en energía debido a su aceite y ricos en vitaminas y minerales. Si todos los niños, mujeres y varones, de África, comiesen un puñado de maní diariamente, además de su dieta normal, la mayor parte de África se libraría de la malnutrición existente.

Suministra grasa que es tan necesaria, aporta alto contenido de energía y facilita la absorción del caroteno, al igual que sirve para otras funciones. En las dietas con predominio de maíz, un puñado de maní puede, gracias a su alto contenido de niacina y proteína (incluso el aminoácido triptófano), prevenir la pelagra. Cuando se adiciona el maní a la alimentación de los niños, su alto contenido de proteína y energía sirve para prevenir la desnutrición proteico energética.

### **2.1.3.1. Beneficios del maní para la salud**

#### **2.1.3.1.1. Fibra**

El maní es una fuente rica de fibra dietética. Un estudio demostró que consumir 10 gramos de fibra dietética disminuye en un 19% el riesgo de padecer enfermedades cardíacas coronarias. Una onza de maní provee cerca de dos y medio gramos de fibra.



#### **2.1.3.1.2. Vitamina E**

La mayoría de las personas no consumen lo mínimo de vitamina E en la dieta diaria. La vitamina E tiene fuertes propiedades anti-inflamatorias.

#### **2.1.3.1.3. Ácido Fólico**

Este nutriente ha tomado importante atención por su habilidad de prevenir defectos de nacimiento, particularmente defectos del tubo neural como la espina bífida.

#### **2.1.3.1.4. Cobre**

Este componente es provechoso para mantener saludables los niveles de colesterol. También contribuye a una presión saludable y ayuda a prevenir el metabolismo anormal de la glucosa.

#### **2.1.3.1.5. Magnesio**

Disminuye las arritmias del corazón y ayuda a prevenir la hipertensión. También es crítico para una relajación muscular normal, transmisión de impulsos nerviosos y para mantener el esmalte de los dientes saludable. El bajo consumo de magnesio es riesgo de sufrir migraña.

Es interesante que cerca de la mitad de pacientes que sufren de migraña tengan los niveles de magnesio por debajo de lo normal (4).

## **2.2. Formulación de un producto nuevo**

En la formulación, generalmente, se seleccionan varias alternativas de ingredientes para obtener el producto con las características deseadas. Para verificar si esto sucede, es necesario realizar una prueba en donde se someten los ingredientes seleccionados a un determinado proceso, ya sea fritura, extrusión, horneado o simplemente mezclado.

Es necesario realizar un reporte de cada prueba que se realice, el cual debe contener lo siguiente:

**Antecedentes:** enumerar qué investigaciones o pruebas se han hecho antes de ésta, explicar brevemente cuáles fueron los resultados y por qué es necesario hacer otra.

**Objetivos:** es importante tener claros los objetivos de la prueba para poder coordinar la misma y contar con todo lo necesario para cumplir cada objetivo.

**Formulaciones y procedimientos:** es importante registrar cada fórmula que se someta a la prueba y cada una de las condiciones de proceso que se utilizaron.

Resultados: se deben anotar todos los resultados obtenidos. Este dato es muy importante, ya que un mismo ingrediente puede tener diferentes calidades o características y, como consecuencia, producir diferentes resultados.

Conclusiones: por último, se debe concluir si la prueba fue satisfactoria o no, si se cumplieron los objetivos y si se obtuvo el producto que se esperaba. De lo contrario, es necesario recomendar qué cambios se deben hacer, ya sea en la formulación o en el proceso.

Tras obtener muestras del producto con las diferentes variantes, se deberán evaluar éstas por medio de un análisis sensorial (3)

## **2.3. Evaluación sensorial**

### **2.3.1. Definición**

El término evaluación sensorial se define como la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones que provocan en los seres humanos los alimentos y muchos materiales al ser percibidos por los sentidos del gusto, tacto, vista, olfato y oído.

Los objetivos para realizar una evaluación sensorial pueden ser varios:

- Desarrollar un nuevo producto: algunos productos nuevos son únicos, pero la mayoría son imitaciones o variaciones de algún producto estándar establecido.

En cualquier caso, quien desarrolla el producto necesita determinar la calidad sensorial y aceptabilidad relativa de la muestra experimental.

- Cambio y/o desarrollo de los procesos de producción.
- Reducción de costos y/o selección de nuevos proveedores y/o materia primas.
- Control de calidad.
- Estabilidad en almacenaje.
- Aceptabilidad y/o opinión de los consumidores.
- Preferencia del consumidor.
- Selección de un panel (analítico) entrenado.
- Dejamiento de productos.

Para obtener resultados confiables y válidos en los estudios sensoriales, todas las pruebas deben realizarse bajo condiciones controladas, utilizando diseños experimentales, métodos de prueba y análisis estadísticos apropiados.

### **2.3.2. Clases de evaluaciones sensoriales**

Las pruebas sensoriales pueden describirse o clasificarse de diferentes formas.

Los expertos en estadística las clasifican en pruebas paramétricas y no-paramétricas, de acuerdo al tipo de datos obtenidos con las pruebas. Los especialistas en pruebas sensoriales y los científicos de alimentación clasifican las pruebas en afectividad (orientadas al consumidor) y analíticas (orientadas al producto), en base al objetivo de la prueba. Las pruebas para evaluar la presencia, aceptabilidad o grado en que gustan los productos alimentarios se conoce como “pruebas orientadas al consumidor”.

Las pruebas empleadas para determinar las diferencias entre productos o para medir características sensoriales se conocen como “pruebas orientadas al producto”.

### **2.3.3. Pruebas orientadas al consumidor**

Las pruebas orientadas al consumidor incluyen las pruebas de preferencia, pruebas de aceptabilidad y pruebas hedónicas (grado en que gusta un producto).

En las pruebas orientadas hacia la preferencia del consumidor, se selecciona una muestra aleatoria numerosa, compuesta de personas representativas de la población de posibles usuarios, con el fin de obtener información sobre las actitudes o preferencias de los consumidores. En las pruebas con consumidores no se emplean panelistas entrenados ni seleccionados por su agudeza sensorial; sin embargo, los panelistas deben ser usuarios del producto. Los resultados se utilizan para predecir actitudes de una población determinada. Las entrevistas o pruebas pueden realizarse en un lugar central tal como un mercado, centro de estudio, centro comercial o centro comunitario, o también en los hogares de los consumidores. Una verdadera prueba orientada al consumidor requiere seleccionar un panel representativo de la población escogida como objetivo.

### **2.3.3.1. Pruebas de preferencia**

Las pruebas de preferencia, permiten a los consumidores seleccionar entre varias muestras, indicando si prefieren una muestra sobre otra o si no tienen preferencia. La prueba de preferencia más sencilla es la prueba de preferencia pareada.

#### **2.3.3.1.1. Pruebas de preferencia pareada**

En la prueba de preferencia pareada, se les pregunta a los panelistas cuál de las dos muestras codificadas prefieren. Se les pide que seleccionen una, incluso si ambas les parecen idénticas. La opción de incluir una posibilidad de “no prefiero ninguna” o “las dos me desagradan igual”,

En este tipo de pruebas no se recomienda usar paneles menores de 50 personas.

Las dos muestras (A y B) se presentan en recipientes idénticos, codificados con números aleatorios de tres dígitos. Existen dos posibles órdenes de presentación de las muestras: primero A y luego B (AB) o primero B y luego A (BA). Las muestras deben presentarse, en ambas órdenes, el mismo número de veces. Si el panel estuviera conformado por 20 jueces, 10 deberían recibir la muestra A primero y los otros 10 la muestra B primero.

La muestra se presenta simultáneamente en el orden seleccionado para cada panelista, de manera que los panelistas puedan evaluar las muestras de izquierda a derecha. En esta prueba se permite saborear (probar) la muestra varias veces, si es necesario.

Los resultados se analizan en una prueba binomial de dos extremos. La prueba de dos extremos es apropiada pues se puede escoger cualquiera de las dos muestras, ya que la dirección de la preferencia no puede determinarse de antemano. Para el análisis, se suma el número de panelistas que prefieren cada muestra y se determina la significancia de los totales, empleando la Tabla X del Anexo.

En la Tabla X del Anexo, “x” representa el número total de panelistas que prefieren una muestra y “n” representa el número total de panelistas que participaron en la prueba. Para obtener un resultado significativo de una muestra sobre la otra, se necesita una probabilidad menor a 0.05. Cuando se afirma que una diferencia es significativa al nivel de 5% (probabilidad de 0.05), lo que se quiere decir es que, en 95 de cada 100 casos, existe una diferencia real.

Las pruebas de presencia pareada no permiten conocer el grado de presencia de la muestra escogida, ni el grado de diferencia en lo que respecta a la preferencia entre las muestras.

#### **2.3.3.2. Pruebas hedónicas**

Las pruebas hedónicas están destinadas a medir cuanto agrada o desagrada un producto. Para estas pruebas se utilizan escalas categorizadas, que pueden tener diferente número de categorías y que comúnmente van desde “me gusta muchísimo” pasando por “no me gusta ni me disgusta”, hasta “me disgusta muchísimo”. Los panelistas indican el grado en el que les agrada cada muestra escogiendo la categoría apropiada.

A los panelistas se les pide evaluar una muestra, indicando cuanto les agrada, en una escala de 9 puntos. Para ello los panelistas marcan una categoría en la escala, que va desde “me gusta muchísimo” hasta “me disgusta muchísimo”.

En esta prueba se le permite a los panelistas volver a evaluar la muestra, si así lo desean.

Para el análisis de los datos, las categorías se convierten en puntajes numéricos del 1 al 9, donde 1 representa “disgusta muchísimo” y 9 representa “gusta muchísimo”. Los puntajes numéricos de cada muestra, se tabulan y analizan mediante una media aritmética (5).

#### **2.4. Análisis proximal**

El análisis proximal, llamado también análisis de Parámetros Nutricionales, para alimentos humanos y animales, comprende la determinación de la materia seca, el extracto etéreo, las cenizas, la fibra cruda, proteína cruda y extracto libre de nitrógeno.

En general, se estudia que el producto terminado (galletas, aceites, mermeladas, conservas, salsas, etc) contenga solamente sustancias permitidas por la normativa y en las concentraciones adecuadas para su consumo.



## **2.4.1. Componentes del Análisis Proximal**

### **2.4.1.1. Materia seca**

El contenido de agua de los alimentos es de primordial importancia para la nutrición. A pesar de que el agua es indispensable a todo ser viviente, no contiene ningún nutrimento. Es relativamente pesada en comparación con la materia orgánica. Por este motivo, el agua contenida en los alimentos diluye su valor nutritivo por unidad de peso y aumenta el costo neto de los nutrimentos, si no se toma alguna medida para compensar su presencia. Para evitar pérdidas en los alimentos almacenados, es necesario mantener la humedad a un nivel inferior al crítico (aproximadamente el 10%), de lo contrario se deteriora o se pierde totalmente por la acción del moho o la combustión espontánea.

El agua se encuentra en los alimentos en tres formas: como agua de combinación, como agua adsorbida y en forma libre, aumentando el volumen. El agua de combinación está unida en alguna forma química como agua de cristalización o como hidratos. El agua adsorbida está asociada físicamente como una monocapa sobre la superficie de los constituyentes de los alimentos.

El agua libre es aquella que es fundamentalmente un constituyente separado, con facilidad se pierde por evaporación o por secado. Dado que la mayor parte de los alimentos son mezclas heterogéneas de varias sustancias, pueden contener cantidades variables de agua de los tres tipos.

#### **2.4.1.2. Cenizas**

La ceniza es el residuo inorgánico de una muestra incinerada. Se determina con el propósito de analizar el mineral, de definir en cantidad la materia orgánica y el total de nutrimentos digeribles, y para señalar la presencia de adulteraciones minerales.

Las cenizas permanecen como residuo luego de la calcinación de la materia orgánica del alimento. La calcinación debe efectuarse a una temperatura adecuada, que sea lo suficientemente alta como para que la materia orgánica se destruya totalmente, pero tenemos que observar que la temperatura no sea excesiva para evitar que los compuestos inorgánicos sufran alteración (fusión, descomposición, volatilización o cambio de estructura).

Todos los alimentos contienen elementos minerales formando parte de los compuestos orgánicos e inorgánicos. Es muy difícil determinarlos tal y como se presentan en los alimentos. La incineración pasa a destruir toda la materia orgánica, cambia su naturaleza; las sales metálicas de los ácidos orgánicos se convierten en óxidos o carbonatos, o reaccionan durante la incineración para formar fosfatos, sulfatos o haluros. Algunos elementos como el azufre y los halógenos pueden no ser completamente retenidos en las cenizas, pudiéndose volatilizar.

#### **2.4.1.3. Proteína Cruda**

Es el nitrógeno total presente en un alimento (con excepción de las formas nitro o azo) multiplicado por un factor de conversión a la molécula orgánica.

Entre todos los compuestos químicos, las proteínas deben considerarse ciertamente como los más importantes, puesto que son las sustancias de la vida.

Las proteínas constituyen gran parte del cuerpo animal; lo mantienen como unidad y lo hacen funcionar. Se las encuentra en toda célula viva. Ellas son el material principal de la piel, los músculos, tendones, nervios y la sangre; de enzimas, anticuerpos y muchas hormonas.

Las proteínas son necesarias para la formación y renovación de los tejidos. Los organismos que están en período de crecimiento necesitan un adecuado suministro de proteínas para su aumento de peso. Los organismos adultos que tienen su peso estabilizado están en equilibrio dinámico, en el que sus proteínas se degradan y se regeneran continuamente, aunque su composición permanece constante; para ello, debe existir en la dieta un suministro regular y continuo de proteínas.

#### **2.4.1.4. Fibra cruda**

Fibra cruda es el residuo orgánico combustible e insoluble que queda después de que la muestra se ha tratado en condiciones determinadas. La fibra cruda consiste, principalmente, del contenido en celulosa, además de la lignina y hemicelulosas contenidas en la muestra. Las cantidades de estas sustancias en la fibra cruda pueden variar con las condiciones que se emplean, por lo que para obtener resultados consistentes deben seguirse procedimientos estandarizados con rigidez.

Es difícil definir la fibra con precisión, Al final debe asociarse estrictamente con indigestibilidad.

La fibra también le da las propiedades físicas a los alimentos y, generalmente, baja la densidad calórica de los alimentos.

#### **2.4.1.5. Extracto etéreo**

La grasa cruda en los alimentos es el residuo no volátil que queda después de evaporar en estufa el extracto obtenido por la acción del éter anhidro sobre el alimento, hasta el agotamiento.

En este extracto etéreo figuran todas las sustancias solubles en los disolventes de las grasas; ésto es, las grasas verdaderas (glicéridos), ácidos grasos, céridos, esteroides, pigmentos, etc., pero esta fracción, que no es grasa verdadera, contiene elementos de gran valor nutritivo, como los esteroides, carotenos, vitaminas liposolubles, etc; la cifra obtenida de grasa bruta o extracto etéreo sirve en la práctica como valor grasa de un alimento.

#### **2.4.1.5. Extracto libre de nitrógeno**

Parte de los carbohidratos de un alimento, soluble y fácilmente digerible. Incluye los azúcares, almidones, pentosas y ácidos orgánicos no nitrogenados, pero no incluye la fibra cruda. (2)

## 2.5. Diseño de procesos

Un proceso no es más que la sucesión de pasos y decisiones que se siguen para realizar una determinada actividad o tarea. Heras define proceso como "el conjunto de actividades secuenciales que realizan una transformación de una serie de inputs (material, mano de obra, capital, información, etc.) en los outputs deseados (bienes, productos y/o servicios) añadiendo valor".

Con el objeto de Diseñar los Procesos, se recomienda:

- Adquirir todo el conocimiento necesario a cerca del producto a fabricar.
- Con el conocimiento adquirido a cerca del producto, estamos en capacidad de elaborar un diagrama de flujo tentativo del Proceso Productivo.
- Estimar los parámetros del proceso, los mismos que nos servirán para su posterior simulación.
- Elaborar un modelo de simulación (discreto o mixto) a fin de evaluar nuestro diseño tentativo del proceso. Esto nos permitirá también estimar variables tales como: Tiempo de Ciclo del Proceso, Costo de Fabricación, Porcentaje de Utilización de los Recursos, etc, de manera que podemos procurar optimizar el Sistema en tiempo de diseño.
- Documentar el proceso obtenido mediante Hojas de Tarea. Si el modelo de simulación lo permite, podemos emplear el mismo para registrar el proceso global, de lo contrario debemos elaborar/corregir los diagramas de flujo como parte de la documentación del proceso.
- Una vez puesto en marcha el proyecto, podemos evaluar/corregir el modelo de simulación, comparándolo con la realidad, y analizar las causas de posibles discrepancias (3).

### **3. FORMULACIÓN DE LA BARRA NUTRACÉUTICA A BASE DE AVENA, MORA Y MANÍ**

#### **3.1. Procedimiento**

El procedimiento para la realización de las cuatro barras fue básicamente el mismo y consistió en el mezclado de materias primas y secado. La única variante en el procedimiento de la Formulación C fue que la avena se horneó a 350 F antes del mezclado de materias primas.

Al obtener las cuatro formulaciones, estas fueron evaluadas bajo cuatro aspectos organolépticos:

- Aspecto visual
- Consistencia
- Sabor
- Olor

Para que una formulación pueda ser evaluada sensorialmente debe de cumplir con todos los aspectos organolépticos a evaluar.

### 3.2. Formulaciones

**Tabla I. Formulaciones a base de avena, mora y maní puestas a consideración**

Formulación A	Formulación B	Formulación C	Formulación D
Avena	Fibra de avena	Avena	Avena
Manía	Manía	Mantequilla de maní	Mantequilla de maní
Mora	Jalea de mora	Jalea de mora	Jalea de mora
Nuez	Mango deshidratado	Fruta deshidratada	Fruta deshidratada
Piña deshidratada	Jalea de piña	Harina	Harina
Yogurt	Yogurt	Yogurt	Yogurt
Pasas	Miel	Miel	Chocolate

### 3.3. Evaluación Sensorial

#### 3.3.1. Pruebas de preferencia pareada

Esta prueba se realizó con un panel de 50 panelistas no entrenados, en la Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Facultad de Farmacia y Facultad de Odontología.

Se codificaron las dos barras seleccionadas en la sección de evaluación de las formulaciones y se asignaron tres números seleccionados al azar a cada barra:

Barra C: 864

Barra D: 728

Cada muestra se empacó en papel aluminio, con el código colocado en la parte superior de la barra.

A los 50 panelistas se les entregó las dos muestras simultáneamente, con la variante que a 25 se les entregó a la derecha la muestras 864 y a la izquierda la muestra 728, y a los 25 restantes se les entregó la muestra 864 a la izquierda y la 728 a la derecha.

Junto con las muestras se entregó la boleta que se muestra en el Apéndice A y se solicitó a los panelistas marcar el código de la barra de su preferencia.

### **3.3.2. Pruebas Hedónicas**

Fue llevada a cabo para determinar si el grado de aceptación de la barra correspondiente a la Formulación C, según la escala hedónica de 9 puntos, era de 7 puntos o mayor.

Se realizó con un panel de 30 panelistas no entrenados, en la Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Facultad de Farmacia y Facultad de Odontología.

La muestra se presentó empacada en papel aluminio, sin ninguna identificación. Junto con la muestra se entregó la boleta del Apéndice B y se solicitó a cada panelista marcar la categoría que más se acercara a la calificación.





## **4. RESULTADOS**

### **4.1. Resultados de las evaluaciones organolépticas de las formulaciones**

#### **4.1.1. Formulación A**

Con las pruebas organolépticas realizadas a la barra elaborada con la Formulación A se obtuvieron los resultados siguientes:

- Aspecto visual: no cumple
- Consistencia: no cumple
- Sabor: no cumple
- Olor: cumple

#### **4.1.2. Formulación B**

Con las pruebas organolépticas realizadas a la barra elaborada con la Formulación B se obtuvieron los resultados siguientes:

- Aspecto: no cumple
- Consistencia: no cumple
- Sabor: cumple
- Olor: cumple

#### **4.1.3. Formulación C**

Con las pruebas organolépticas realizadas a la barra elaborada con la Formulación C se obtuvieron los resultados siguientes:

- Aspecto: cumple
- Consistencia: cumple
- Sabor: cumple
- Olor: cumple

#### **4.1.4. Formulación D**

Con las pruebas organolépticas realizadas a la barra elaborada con la Formulación D se obtuvieron los resultados siguientes:

- Aspecto: cumple
- Consistencia: cumple
- Sabor: cumple
- Olor: cumple

#### 4.2. Pruebas de preferencia pareada

**Tabla II. Resultados obtenidos en las pruebas de preferencia pareada**

Formulación	Número de panelistas que la prefirieron
864 (formulación C)	36
728 (formulación D)	14

**Tabla III. Prueba binomial de dos extremos**

Prueba binomial de dos extremos (Probabilidad)	0.003
---	-------

Fuente: Tabla X

### 4.3. Pruebas Hedónicas

Tabla IV. Resultados obtenidos en la prueba hedónica de 9 puntos

Panelista	Punteo
1	8
2	9
3	7
4	8
5	9
6	2
7	6
8	8
9	9
10	9
11	8
12	8
13	9
14	9
15	7
16	4
17	9
18	8
19	8
20	8
21	9

22	8
23	6
24	7
25	9
26	8
27	8
28	8
29	9
30	8

**Tabla V. Media Aritmética y Desviación estándar de los resultados obtenidos en la prueba hedónica de 9 puntos**

$\bar{x}$	7.8
$\Sigma$	1.57

#### 4.4. Análisis Proximal

**Tabla VI. Resultados del análisis proximal**

Datos Nutrimentales	Resultado (%)
Humedad	46.45
Minerales totales	1.73
Extracto etéreo	13.54
Fibra	6.65
Proteína	15.99
Extracto libre de nitrógeno	15.66





## 5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de las pruebas de preferencia pareada se analizaron utilizando una prueba binomial de dos extremos.

Se obtuvo el total de panelistas que prefirieron cada muestra. Como podemos observar en la Tabla II, treinta y seis panelistas prefirieron la muestra 864. Utilizando la Tabla X, con valores  $x=36$  y  $n=50$ , se encontró que la probabilidad es de 0.003; por lo tanto, este resultado fue estadísticamente significativo. A partir de esto se pudo determinar que el panel prefirió la barra 864, que corresponde a la Formulación C, sobre la muestra 728, correspondiente a la Formulación D.

Por tener preferencia significativa la Formulación C, ésta fue seleccionada para la prueba de aceptabilidad según la escala hedónica de 9 puntos.

En la Tabla IV se puede observar el puntaje que cada persona del panel asignó a la formulación evaluada mediante la escala hedónica utilizada.

Como se refleja en la Tabla V, se determinó la media aritmética y la desviación estándar de los puntajes que cada participante del panel asignó a la Formulación C para obtener el puntaje final (7.8) que caracteriza la barra nutraceútica en la escala hedónica.

Este valor corresponde a la categoría de “Me gusta mucho”.

El resultado anterior permitió comprobar una parte de la hipótesis formulada; en el sentido que “si es posible desarrollar una formulación para elaborar una barra a base de tres alimentos funcionales (avena, mora y maní), que presente una aceptabilidad organoléptica general de 7 puntos o mayor”.

La barra nutracéutica, que tuvo una aceptación de 7.8 según la escala hedónica fue evaluada desde el punto de vista nutricional, por medio de un análisis proximal realizado en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Veterinaria de la USAC, cuyos resultados se presentan en la Tabla VI.

Los datos analizados para este caso son: fibra, proteína, minerales y humedad. Con los resultados obtenidos se puede determinar que la barra elaborada con la Formulación C tiene propiedades nutricionales positivas a la salud.

La barra formulada (100g por porción) contiene 6.65% de fibra y esto cubre un 24.2% del requerimiento diario para un adulto de 19 a 50 años (25-30g de fibra).

El requerimiento diario de proteína establecido es de 46-50g para las mujeres (15 a 50 años) y de 63g para los hombres (15-50 años). La barra nutracéutica formula cubre un 33% de los requerimientos diarios para mujeres y un 25% para los hombres.

Al consumir una barra nutracéutica formulada se cubre un 80% de los requerimientos diarios (2g) de minerales en general.

La humedad recomendada para este tipo de alimentos es del 10%, sin embargo, el porcentaje de humedad en la barra evaluada es muy alto (46.45%). Esto se justifica sabiendo que esta barra se producirá a pequeña escala y su vida útil será corta. Por lo tanto no altera la formulación ni la elaboración de la barra nutraceútica.

Las barras nutricionales que se encuentran en el mercado cubren de 18-25% de los requerimientos diarios de fibra, un 75% de minerales y de 9 a 12% de los requerimientos de proteína.

En base a los datos de requerimientos diarios y realizando comparaciones entre barras de este tipo que existen en el mercado, se puede determinar que la barra nutracéutica formulada a base de avena, mora y maní cumple para ser un alimento nutracéutico.

Lo anterior nos lleva a comprobar que “es posible desarrollar una formulación para elaborar una barra con propiedades nutracéuticas en base a tres alimentos funcionales (avena, mora y maní)”

## **6. DISEÑO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA BARRA A PEQUEÑA ESCALA**

El proceso esta diseñado para una producción artesanal y a pequeña escala. Este proceso puede aplicarse en una cocina casera o en una panadería artesanal que cuente con el equipo que requiera el proceso.

### **6.1. Equipo**

- Recipiente de aluminio de 5 Lt de capacidad
- Paleta de plástico.
- Bandeja de aluminio de 40cm de largo, 27cm de ancho y 1cm de profundidad.
- Horno con un rango de temperatura entre 0 y 300°C.
- Cortador giratorio de aluminio.

## 6.2. Proceso para un batch de 3Kg (30 porciones)

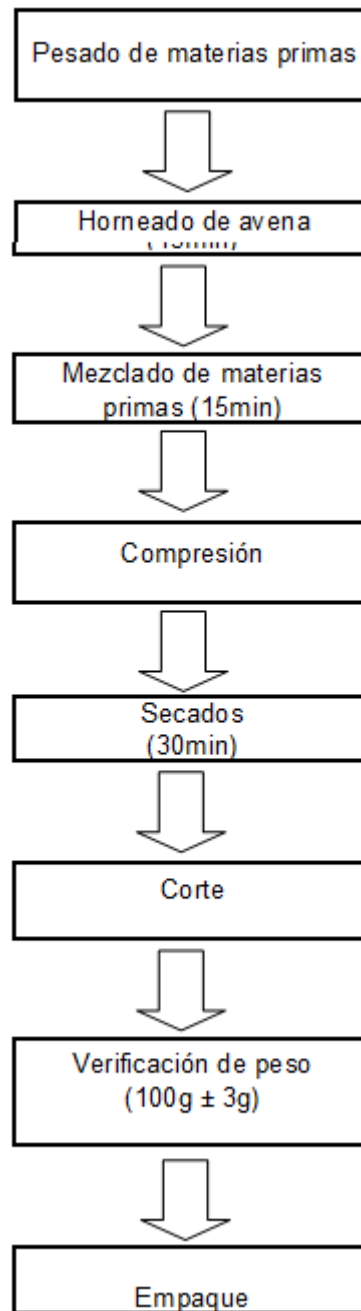
- Limpiar y prepara el equipo a utilizar.
- Pesar las materias primas siguientes:

Avena (hojuelas)	438g
Mantequilla de maní	732g
Jalea de mora	438g
Fruta deshidratada	294g
Harina	75g
Yogurt Natural	585g
Miel de abeja	438g

- Colocar la avena en una bandeja de aluminio y hornear a 350 °F por 15min.
- Colocar la avena en una olla de aluminio y agregar el resto de ingredientes.
- Mezclar todos los ingredientes con una paleta de plástico durante 15min o hasta obtener una mezcla homogénea.
- Colocar la mezcla en bandejas de aluminio engrasadas y comprimir hasta obtener un grosor de 1cm.
- Secar en el horno durante 30min a 350 °F.

- Utilizando un cortador giratorio de aluminio, cortar barras de 3cmX11.5cm.
- Comprobar que el peso se encuentre en un rango de  $100\text{g} \pm 3\text{g}$
- Empacar dos barras en papel aluminio.

**Figura 1. Diagrama de Flujo de la Elaboración de la Barra Nutracéutica de Avena, Mora y Maní**



## 7. COSTO DE LA BARRA NUTRACÉUTICA

**Tabla VII. Inversión inicial de equipo para el proceso a pequeña escala de la barra nutracéutica**

Equipo	Precio (Q.)
Paleta de plástico.	10
Olla de aluminio de 5 Lt de capacidad	135
Bandeja de aluminio de 40cm de largo, 27cm de ancho y 1cm de profundidad.	60
Cortador giratorio de aluminio.	10
Horno con un rango de temperatura entre 0 y 300°C.	800
Total inversión inicial	1015

La inversión inicial se recupera en un período de dos años, sumando en cada batch producido un porcentaje de la misma.



**Tabla VIII. Costos de materia prima de la barra nutracéutica**

<b>Materia prima</b>	<b>Costo de 1g de materia prima (Q.)</b>	<b>Costo por batch de materia prima (Q.)</b>
Avena (hojuelas)	0.01538	6.64
Mantequilla de maní	0.06755	49.45
Jalea de mora	0.02250	9.86
Fruta deshidratada	0.14930	43.89
Harina	0.00641	0.48
Yogurt Natural	0.02775	16.23
Miel de abeja	0.02875	12.59

**Tabla IX. Costo y precio de venta de la barra nutracéutica**

Costo de materia prima por batch	Q.139.14
Energía Eléctrica (tarifa social)	Q.0.3895
Empaque	Q. 0.1
Equipo (vida útil 2 años)	Q.10.57
Costo de producción de una barra (50g)	Q.2.60
Costo de producción de una porción (100g)	Q.5.20
Margen de utilidad	20%
Precio de venta	Q.6.50

La mano de obra no se incluye dentro del costo de producción, ya que es una producción a pequeña escala y de carácter individual. Por lo tanto, este rubro forma parte del margen de utilidad establecido.

## CONCLUSIONES

1. Se logró obtener la formulación de una barra nutracéutica, a base de mora, avena y maní, la cual aporta un 24.2% del requerimiento diario de fibra, un 33% de proteína para mujeres y un 25% para los hombres, y cubre el 80% de los requerimientos diarios de minerales en general.
2. La formulación obtenida de la barra nutracéutica fue bien aceptada por el sector al que va dirigida, ya que contó con un puntaje de 7.8, según la escala hedónica de 9 puntos, lo que corresponde a la categoría de “Me gusta mucho”.
3. El combinar, en la formulación de la barra, mora, avena y maní, proporciona un alimento de alto valor nutricional y propiedades funcionales.
4. Para producir un batch de 3 Kg (30 porciones) de la barra nutracéutica formulada, se requiere de una inversión inicial de Q. 1015 en equipo.

5. Los parámetros controlados del proceso deben ser tiempo de horneado de la avena (15 min), tiempo de mezclado (15 min) y tiempo desecado (30 min).

## **RECOMENDACIÓN**

Es aconsejable realizar un estudio de prefactibilidad para evaluar la posibilidad de llevar este proyecto a un nivel industrial. Y con esto brindar un mayor beneficio a un sector más amplio de la sociedad.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Ayala Parada, Rosalinda. Desarrollo de una Barra Nutritiva. Dirigida a Niños de Edad Escolar. Trabajo de Graduación. Guatemala. Universidad del Valle de Guatemala. Facultad de Ciencias y Humanidades Departamento de Alimentos y Nutrición. 1997.
2. Bateman, John. Nutrición Animal, Manual de Métodos Analítico. Primera edición. Editorial AID. Mexico, 1970.
3. Escobar Mejía Paola. Manual para el Desarrollo de un Producto Alimenticio Nuevo. Trabajo de Graduación. Guatemala. Universidad del Valle de Guatemala. Facultad De Ciencias y Humanidades. Departamento de Alimentos y Nutrición. 1998.
4. Pratt, Steven. SuperFoods Rx. Primera edición. Editorial Harper Collins Publishers. New York, 2004.
5. Watts, B.M. Métodos Sensoriales Básicos para la Evaluación de Alimentos. Canadá, 1992. 169 Páginas.



## APÉNDICE

### Apéndice A

#### Boleta para Pruebas de preferencia pareada

Nombre: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Pruebe las dos muestras de barras que tiene enfrente, empezando con la muestra de la izquierda. Haga un círculo al número de la muestra que prefiere. Usted debe escoger una muestra, aunque no esté seguro.

864

728



## Apéndice B

### Boleta para pruebas hedónica con una escala de 9 puntos

Nombre: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Observe y pruebe la muestra que se le entregara. Indique el grado en que le gusta a le desagrada cada muestra, haciendo una marca en la línea correspondiente a las palabras apropiadas en la columna.

\_\_\_ Me gusta muchísimo

\_\_\_ Me gusta mucho

\_\_\_ Me gusta moderadamente

\_\_\_ Me gusta poco

\_\_\_ No me gusta ni me disgusta

\_\_\_ Me disgusta poco

\_\_\_ Me disgusta moderadamente

\_\_\_ Me disgusta mucho

\_\_\_ Me disgusta muchísimo

ANEXO

Tabla X. Prueba binomial de dos extremos  
Probabilidad de X o más juicios concordantes en n pruebas ( $p=1/2$ )

n \ X	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37																				
5	0.625	0.312	0.062																																																				
6		0.688	0.219	0.31																																																			
7			0.453	0.125	0.016																																																		
8				0.727	0.289	0.07	0.008																																																
9					0.508	0.18	0.039	0.004																																															
10						0.754	0.344	0.109	0.021	0.002																																													
11							0.549	0.227	0.065	0.011	0.001																																												
12								0.774	0.368	0.146	0.039	0.006																																											
13									0.581	0.267	0.092	0.022	0.003																																										
14										0.791	0.424	0.18	0.057	0.013	0.002																																								
15											0.607	0.302	0.118	0.035	0.007	0.001																																							
16												0.804	0.454	0.21	0.077	0.021	0.004	0.001																																					
17													0.629	0.332	0.143	0.049	0.013	0.002																																					
18														0.815	0.481	0.238	0.096	0.031	0.008	0.001																																			
19															0.648	0.389	0.167	0.064	0.019	0.004	0.001																																		
20																0.824	0.503	0.263	0.115	0.041	0.012	0.003																																	
21																	0.664	0.383	0.189	0.078	0.027	0.007	0.001																																
22																		0.832	0.523	0.286	0.134	0.062	0.017	0.004	0.001																														
23																			0.678	0.405	0.21	0.093	0.035	0.011	0.003																														
24																				0.839	0.541	0.307	0.152	0.064	0.023	0.007	0.002																												
25																					0.69	0.424	0.23	0.108	0.043	0.015	0.004	0.001																											
26																						0.845	0.557	0.327	0.169	0.076	0.029	0.009	0.002	0.001																									
27																							0.701	0.442	0.248	0.122	0.062	0.019	0.006	0.002																									
28																								0.851	0.572	0.345	0.185	0.087	0.036	0.013	0.004	0.001																							
29																									0.711	0.458	0.265	0.136	0.061	0.024	0.008	0.002	0.001																						
30																									0.856	0.585	0.362	0.2	0.099	0.043	0.016	0.005	0.001																						
31																										0.72	0.473	0.281	0.15	0.071	0.03	0.011	0.003	0.001																					
32																											0.86	0.597	0.377	0.215	0.1	0.05	0.02	0.007	0.002	0.001																			
33																												0.728	0.487	0.296	0.163	0.08	0.035	0.014	0.006	0.001																			
34																												0.864	0.608	0.392	0.229	0.121	0.068	0.024	0.009	0.003	0.001																		
35																													0.736	0.5	0.31	0.175	0.09	0.041	0.017	0.006	0.002																		
36																													0.868	0.681	0.405	0.243	0.132	0.065	0.029	0.011	0.004	0.001																	
37																														0.743	0.511	0.324	0.188	0.099	0.047	0.02	0.008	0.003	0.001																
38																														0.871	0.627	0.418	0.256	0.143	0.073	0.034	0.014	0.006	0.002																
39																															0.749	0.522	0.337	0.2	0.108	0.063	0.024	0.009	0.003	0.001															
40																															0.875	0.636	0.43	0.268	0.154	0.081	0.038	0.017	0.006	0.002	0.001														
41																																0.755	0.533	0.349	0.211	0.117	0.06	0.028	0.012	0.004	0.001														
42																																0.878	0.644	0.441	0.28	0.164	0.088	0.044	0.02	0.008	0.003	0.001													
43																																	0.761	0.542	0.36	0.222	0.126	0.066	0.032	0.014	0.006	0.002	0.001												
44																																	0.88	0.652	0.451	0.291	0.174	0.096	0.049	0.023	0.01	0.004	0.001												
45																																		0.766	0.551	0.371	0.233	0.135	0.072	0.036	0.016	0.007	0.002	0.001											
46																																		0.883	0.659	0.461	0.302	0.184	0.104	0.064	0.026	0.011	0.006	0.002	0.001										
47																																			0.771	0.56	0.362	0.243	0.144	0.079	0.04	0.019	0.008	0.003	0.001										
48																																				0.885	0.665	0.471	0.312	0.193	0.111	0.069	0.029	0.013	0.006	0.002	0.001								
49																																					0.775	0.568	0.392	0.253	0.152	0.085	0.044	0.021	0.009	0.004	0.001								
50																																						0.868	0.672	0.48	0.322	0.203	0.119	0.065	0.033	0.015	0.007	0.003	0.001						