



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

**DESARROLLO DE UNA BEBIDA NUTRITIVA A PARTIR DE LA MEZCLA VEGETAL DE
HARINA DE SOJA (*Glycine max*) Y AVENA (*Avena sativa L.*) FORTIFICADA CON CALCIO**

Heber Josué Muñoz García

Asesorado por la Inga. Hilda Piedad Palma Ramos

Guatemala, junio de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DESARROLLO DE UNA BEBIDA NUTRITIVA A PARTIR DE LA MEZCLA VEGETAL DE
HARINA DE SOJA (*Glycine max*) Y AVENA (*Avena sativa L.*) FORTIFICADA CON CALCIO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

HEBER JOSUÉ MUÑOZ GARCÍA

ASESORADO POR LA INGA. HILDA PIEDAD PALMA RAMOS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

GUATEMALA, JUNIO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL I	
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Erwin Manuel Ortiz Castillo
EXAMINADOR	Dr. Adolfo Narciso Gramajo Antonio
EXAMINADOR	Ing. Víctor Herbert de León Morales
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DESARROLLO DE UNA BEBIDA NUTRITIVA A PARTIR DE LA MEZCLA VEGETAL DE HARINA DE SOJA (*Glycine max*) Y AVENA (*Avena sativa L.*) FORTIFICADA CON CALCIO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 24 de mayo de 2013.


Heber Josué Muñoz García

Guatemala 10 de Marzo de 2015

Ingeniero

Víctor Manuel Monzón

Director de Escuela de Ingeniería Química

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Monzón

Por este medio le envío mi dictamen de aprobación del informe final del trabajo de graduación titulado: "Desarrollo de una Bebida Nutritiva a partir de la mezcla vegetal de Harina de Soja (*Glycine max*) y Avena (*Avena sativa* L.) fortificada con calcio". Trabajo final de graduación que podrá continuar el proceso requerido por el estudiante universitario **HEBER JOSUE MUÑOZ GARCIA** quien se identifica con carne No. 200412362, estudiante de la Carrera de Ingeniería Química y es asesorado por mi persona.

Sin otro particular y agradeciendo de antemano su fina atención a la presente, me suscribo de usted.

Atentamente,



Inga. Hilda Palma de Martini

Colegiada 453

Catedrática Universitaria

Tecnología de los Alimentos, Bioingeniería 1

Universidad de San Carlos de Guatemala

INGA. HILDA PALMA DE MARTINI
COLEGIADO No. 453



Guatemala, 20 de mayo de 2015.
 Ref. EIQR.TG-IF.025.2015.

Ingeniero
Víctor Manuel Monzón Valdez
 DIRECTOR
 Escuela de Ingeniería Química
 Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Monzón:

Como consta en el registro de evaluación del informe final EIQR-PRO-REG-007 correlativo **060-2013** le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Solicitado por el estudiante universitario: **Heber Josué Muñoz García**.
 Identificado con número de carné: **2004-12362**.
 Previo a optar al título de **INGENIERO QUÍMICO**.

Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

**DESARROLLO DE UNA BEBIDA NUTRITIVA A PARTIR DE LA MEZCLA
 VEGETAL DE HARINA DE SOJA (*Glycine max*) Y AVENA (*Avena sativa* L.)
 FORTIFICADA CON CALCIO**

El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por la Ingeniera Química: **Hilda Piedad Palma de Martini**.

Habiendo encontrado el referido informe final del trabajo de graduación **SATISFACTORIO**, se autoriza al estudiante, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑADA A TODOS"

Licda. Ingrid Lorena Benítez Pacheco
 COORDINADORA DE TERNA
 Tribunal de Revisión
 Trabajo de Graduación



C.c.: archivo



ACAAI



Ref.EIQ.IG.076.2015

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Trabajo de Graduación de la estudiante, **HEBER JOSUE MUÑOZ GARCÍA** titulado: "**DESARROLLO DE UNA BEBIDA NUTRITIVA A PARTIR DE LA MEZCLA VEGETAL DE HARINA DE SOJA (GLYCINE MAX) Y AVENA (AVENA SATIVA L) FORTIFICADA CON CALCIO**". Procede a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.

"Id y Enseñad a Todos"



Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, junio 2015

Cc: Archivo
VMMV/ale



DTG. 279.2015

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al Trabajo de Graduación titulado: **DESARROLLO DE UNA BEBIDA NUTRITIVA A PARTIR DE LA MEZCLA VEGETAL DE HARINA DE SOJA (*Glycine max*) Y AVENA (*Avena sativa* L.) FORTIFICADA CON CALCIO**, presentado por el estudiante universitario: **Heber Josué Muñoz García**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Angel Roberto Sic García
Decano



Guatemala, 19 de junio de 2015

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por la sabiduría brindada, porque a cualquier lugar donde he ido Él ha estado conmigo.
Mi madre	Elba Liliana García, por ser el ejemplo de sacrificio y lucha constante, será siempre mi inspiración.
Mi padre	Miguel Ángel Muñoz, por los valores de honestidad transmitidos.
Mi hermana	María Muñoz, por la enseñanza y el mejor ejemplo de lucha y perseverancia.
Mi hermano	José Miguel Muñoz, por ser mi mejor amigo.
Mis tíos	Yolanda García, por su amor y consentimiento, Dora Muñoz, por estar siempre al lado nuestro y Antonio Muñoz por todos sus consejos.
Mis amigos	Por estar siempre apoyándome y preguntando por mi avance en la carrera.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Porque sus bendiciones son nuevas cada mañana y por levantarme después de cada tropiezo.
Mi madre	Por estar incondicionalmente cada mañana de pie para recibirme con un plato de comida.
Mi padre	Por las oportunidades y las experiencias a las que nos llevó con él.
Mis hermanos	Por darme su apoyo, cariño y amistad, porque no es fácil el papel de hermano.
Inga. Hilda Palma	Por su asesoría, sus conocimientos y colaboración en la realización de este proyecto.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por regalarme el conocimiento, por poner a cada uno de los instructores en mi paso para mi formación profesional.
Maricely Suchini	Por el cariño brindado en todo este tiempo.
Carlos Fión	Por el apoyo para concluir mi formación profesional.

Mis amigos

Walter Martin, Plinio Grazioso, Luis Felipe Hernández, Claudia Ruiz, Gaby Solares, Krystel Monroy, Rocío Villalta, Liza Martínez, Michelle Castellanos, Eunice Méndez, Edson Yajairo Salazar, Mardoqueo Monterroso, José Luis Guerrero, Otto Torres, Herman Domínguez, Héctor Hugo Arrazola, Alex Miranda, Eduardo Elizondo, David Cano, Daniel Ramírez, Alejandra Córdoba, Laura Varela, Elena Vásquez, Marielos Toledo, Ana Lucia Solé.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS.....	XV
Hipótesis	XVI
INTRODUCCIÓN	XVII
1. MARCO CONCEPTUAL.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Justificación	3
1.3. Determinación del problema.....	4
1.3.1. Definición	5
1.3.2. Delimitación	5
2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Avena (<i>Avena sativa</i> L.)	7
2.1.1. Nombre científico.....	7
2.1.2. Nombres comunes.....	8
2.1.3. Descripción	8
2.1.4. Uso de la planta.....	9
2.1.5. Contenido nutricional	9
2.2. Harina de soja (<i>Glycine max</i>)	11
2.2.1. Nombre científico.....	11
2.2.2. Nombres comunes.....	11

2.2.3.	Descripción.....	12
2.2.4.	Uso de la planta	13
2.2.5.	Contenido nutricional.....	14
2.3.	Proteínas.....	15
2.3.1.	Aminoácidos.....	17
2.3.2.	Proteínas completas, incompletas y complementarias	20
2.3.3.	Necesidades diarias de proteínas	21
2.3.4.	Digestibilidad de proteínas	22
2.3.5.	Medición de la calidad de las proteínas y digestión de las proteínas.....	23
2.4.	Mezcla vegetal de harina de soja y avena molida.....	25
2.4.1.	Análisis nutricional proximal	25
2.4.2.	Evaluación de la calidad de la proteína por el método de digestibilidad de la proteína corregida por la puntuación de aminoácidos (PDCAAS).....	26
2.4.3.	Análisis sensorial para productos alimenticios	28
2.4.3.1.	Aroma y olor.....	29
2.4.3.2.	Color y apariencia	30
2.4.3.3.	Gusto y sabor.....	30
2.4.3.4.	Características reológicas de los alimentos.....	32
2.4.3.4.1.	Reología.....	32
2.4.3.4.2.	Textura.....	32
2.4.3.4.3.	Consistencia	33
2.4.3.5.	Pruebas orientadas al consumidor	33
2.4.3.5.1.	Instalaciones temporales para pruebas sensoriales ...	34

2.4.3.5.2.	Área de preparación de alimentos	34
2.4.3.5.3.	Área del panel	34
2.4.3.5.4.	Área de oficina	35
2.4.3.5.5.	Utensilios y equipo para las pruebas sensoriales	35
2.4.3.5.6.	Recipientes para las muestras.....	36
2.4.3.6.	Establecimiento de los paneles sensoriales	36
2.4.3.6.1.	Orientación a los panelistas	36
2.4.3.6.2.	Selección inicial de panelistas	37
2.4.3.6.3.	Prueba de reconocimiento básico de sabores	37
2.4.3.6.4.	Prueba de reconocimiento de olores básicos	38
2.4.3.7.	Pruebas de aceptabilidad	39
2.4.3.7.1.	Descripción de las tareas de los panelistas	40
2.4.3.7.2.	Presentación de las muestras.....	40
2.4.3.7.3.	Análisis de datos	40
2.4.3.8.	Pruebas hedónicas.....	40

	2.4.3.8.1.	Descripción de la tarea de los panelistas.....	41
	2.4.3.8.2.	Presentación de las muestras	41
	2.4.3.8.3.	Análisis de datos	42
	2.4.3.9.	Pruebas de preferencia	43
	2.4.3.9.1.	Descripción de la tarea de los panelistas.....	43
	2.4.3.9.2.	Presentación de las muestras	43
2.4.4.		Análisis de costos.....	44
2.4.5.		Análisis microbiológico	45
	2.4.5.1.	Recuento total de bacterias.....	46
	2.4.5.2.	<i>E-coli</i>	48
	2.4.5.3.	Recuento de mohos y levaduras.....	49
	2.4.5.4.	Estimado de coliformes totales.....	50
	2.4.5.5.	Normativos para criterios microbiológicos en inocuidad de alimentos.....	51
2.4.6.		Diseño de la línea de producción	52
3.		METODOLOGÍA	55
	3.1.	Variables	55
	3.1.1.	Variables de control.....	55
	3.1.2.	Variables independientes	57
	3.1.3.	Variables dependientes	57
	3.1.4.	Variables de medición	59

3.2.	Delimitación del campo de estudio	60
3.3.	Recursos humanos disponibles	61
3.4.	Recursos materiales disponibles	61
3.4.1.	Materia prima.....	61
3.4.2.	Equipo	61
3.5.	Técnica cuantitativa	62
3.5.1.	Diseño general del proyecto	62
3.6.	Recolección y ordenamiento de la información	63
3.7.	Análisis estadístico	65
3.8.	Plan de análisis de los resultados	66
3.8.1.	Metodología del análisis de los resultados	67
4.	RESULTADOS	69
5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	77
	CONCLUSIONES	81
	RECOMENDACIONES	83
	BIBLIOGRAFÍA.....	85
	APÉNDICES	89
	ANEXOS	101

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Diagrama de un proceso de producción	53
2.	Diseño general del proyecto.....	63
3.	Prueba de aceptabilidad para la mezcla vegetal de soja-avena en proporción 80:20	71
4.	Prueba de aceptabilidad para la mezcla vegetal de soja-avena en proporción 60:40	72
5.	Prueba de aceptabilidad para la mezcla vegetal de soja-avena en proporción 50:50	73
6.	Diagrama de flujo de la producción y empaque de la bebida en polvo	76

TABLAS

I.	Clasificación científica de la <i>Avena sativa</i> L.....	7
II.	Aporte nutricional medio (en 100 gr) de <i>Avena sativa</i> L.....	10
III.	Clasificación científica de <i>Glycine max</i>	11
IV.	Aporte nutricional medio (en 100 gr) de <i>Glycine max</i>	14
V.	Requerimientos estimados de aminoácidos.....	20
VI.	Determinación de variables de control	55
VII.	Determinación de variables independientes	57
VIII.	Determinación de variables dependientes	58
IX.	Determinación de variables de medición	59

X.	Datos nutricionales de la avena (<i>Avena sativa L.</i>) en contenido de aminoácidos en 100 g de producto.....	64
XI.	Datos nutricionales de la soja (<i>Glycine max</i>) en contenido de aminoácidos en 100 g de producto	65
XII.	Análisis proximal de las 6 mezclas de harina de soja y avena	69
XIII.	Análisis de la digestibilidad de la proteína corregida por la puntuación de aminoácidos (PDCAAS), para las 6 mezclas de harina de soja y avena.....	70
XIV.	Presupuesto para realizar un <i>batch</i> de producto	74
XV.	Análisis microbiológicos.....	75

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Cte	Constante
°C	Grado Celsius
g	Gramo
kCal	Kilocalorías
Kg	Kilogramos
kJ	Kilo Joule
M_i	Masa de la muestra i
\bar{x}	Media aritmética
μg	Microgramo
μm	Micrómetros
mu	Milimicras
n	Número de datos por variable
%	Porcentaje
Q	Quetzales
x	Valor de cada dato por variable
S	Valor de la desviación estándar

GLOSARIO

Análisis de costos	Descripción detallada de los riesgos y las ganancias potenciales de un emprendimiento.
Análisis nutricional	Se trata del análisis que se realiza a los alimentos para conocer la composición de los mismos.
Análisis sensorial	Se trata del análisis normalizado de los alimentos que se realiza con los sentidos.
<i>Batch</i>	Se trata de procesos en los que se opera sobre una cantidad de material transformándola en sucesivas operaciones hasta obtener el producto final.
Bebida nutritiva	Bebida que aporta nutrientes y ejerce efectos curativos y preventivos sobre el organismo.
CAA	Código Alimentario Argentino.
Calidad proteica	Medida de la absorción y síntesis en el cuerpo de la proteína procedente de la ingesta de alimentos.
Diagrama de flujo	Representación gráfica de un proceso.

Harina	Polvo fino que se obtiene del cereal molido y de otros alimentos ricos en almidón.
Inocuidad	Concepto que se refiere a la existencia y control de peligros asociados a los productos destinados para el consumo humano, a través de la ingestión como pueden ser alimentos y medicinas a fin de que no provoquen daños a la salud del consumidor.
Macronutriente	Son aquellos nutrientes que suministran la mayor parte de la energía metabólica del organismo.
Mezcla	Es un sistema material formado por dos o más componentes unidos, pero no combinados químicamente.
PDCAAS	Puntaje de aminoácidos corregido por digestibilidad. Es un método de evaluación de la calidad de las proteínas sobre la base de los dos aminoácidos requisitos de los seres humanos y su capacidad para digerirla.
Prueba de aceptación	Prueba que se realiza dentro del análisis sensorial en la cual se les pide a los panelistas que ordenen las muestras codificadas con base en su aceptabilidad.
UFC	Es una estimación del número de bacterias o de hongos viables.

RESUMEN

En el presente trabajo se desarrolló la formulación de una bebida nutritiva a partir de la harina de soja y avena molida, de la cual se realizaron 6 mezclas con distintas proporciones de harina de soja y avena molida (80:20, 60:40, 50:50, 40:60, 20:80, 0:100), en peso respectivamente para el 62,8 % en mezcla total de la bebida, de lo cual el 37,2 % restante son aditivos y saborizantes que no representan una fuente de proteína. Se realizó un análisis nutricional proximal de cada una de las mezclas, aportando una mayor cantidad de proteína la harina de soja y luego se realizó una evaluación de la calidad de la proteína por el método de Digestibilidad de la proteína corregida, por la puntuación de aminoácidos (PDCAAS); obteniendo como una mejor fuente de proteína la harina de soja, ya que esta tiene un factor de digestibilidad del 100 % contra el 66 % que tiene la avena por lo que hace de mejor calidad la proteína.

La prueba de aceptabilidad se realizó a partir de la prueba hedónica de 9 puntos a jueces consumidores, para determinar la aceptación del producto y posicionando la mezcla de harina de soja y avena (60:40) en la mezcla con la mejor aceptabilidad en sabor, color y textura. Se evaluaron los costos de fabricación del producto para determinar su precio, ya que es de suma importancia que este producto esté al alcance de todos los consumidores como una fuente de proteína accesible. También se realizó un análisis microbiológico de hongos y levaduras según lo solicitan las regulaciones del Ministerio de Salud de Guatemala, así como el recuento total de bacterias y análisis de ausencia de *E-coli* para demostrar su inocuidad. Por último, se desarrolló el diagrama de flujo del proceso para elaborar la mezcla y su empaquetado final.

OBJETIVOS

General

Desarrollar una bebida nutritiva a partir de la mezcla proteica óptima de harina de soja (*Glycine max*) y avena (*Avena sativa L.*) fortificada con calcio.

Específicos

1. Determinar mediante un análisis nutricional proximal las 6 mezclas con distintas proporciones de harina de soja y avena molida (80:20, 60:40, 50:50, 40:60, 20:80 y 0:100) en peso respectivamente para el 62,8 % en mezcla total.
2. Evaluar la calidad de la proteína de las 6 mezclas.
3. Estimar por medio de una prueba sensorial hedónica de nueve puntos las mezclas obtenidas con el mayor valor nutricional.
4. Proponer por medio de un estudio económico el costo de operación de la fabricación de la bebida.
5. Calcular la inocuidad de la bebida mediante análisis microbiológico.
6. Establecer diagrama de flujo de la producción y empaque de la bebida en polvo.

Hipótesis

Es posible formular una bebida de consumo humano y nutritivo, utilizando hasta un 62,8 % de mezcla vegetal proteica, al mezclarlo con harina de maíz y carbonato de calcio.

INTRODUCCIÓN

Guatemala ha sido considerada por muchos investigadores como centro de origen y diversidad de algunas especies cultivadas de mayor importancia en el mundo. Dichas especies son mencionadas dado el impacto que han tenido en el desarrollo de la agricultura actual y el comercio de los mismos.

En el presente trabajo, dada la importancia que tienen las bebidas nutritivas a base de proteína vegetal y enfocada en el costo accesible de la misma bebida, surge la idea de preparar un alimento altamente nutritivo al alcance del pueblo guatemalteco, con un sabor aceptable entre los jueces consumidores. El proceso de la elaboración de esta bebida deberá dar un alimento inocuo.

Para la evaluación de la bebida a modo que sea una bebida considerada nutritiva, se realizó un análisis proximal nutricional para determinar las cantidades por porción de las sustancias básicas nutritivas en una dieta. Luego se realizó un análisis de la calidad de la proteína por el método de Digestibilidad de la proteína corregida por la puntuación de aminoácidos (PDCAAS).

También se incluye en el presente trabajo un análisis a través de paneles sensoriales entre posibles consumidores del producto, utilizando para el caso una prueba hedónica de nueve puntos para determinar el mejor producto realizado. Finalizando el mismo con un análisis de costos de la realización del producto estableciendo para esto un precio de venta del mismo.

1. MARCO CONCEPTUAL

1.1. Antecedentes

Actualmente se observa en el mercado un aumento en la cantidad de bebidas vegetales; la razón principal está relacionada con la menor aceptación de la leche de vaca ya sea por seguir una dieta vegana o por motivos de salud; debido a que la leche de vaca, puede producir intolerancia alimentaria (lactosa) o alergias (caseína) en personas susceptibles. Las bebidas vegetales se dividen en:

- A base de legumbres: bebida de soja.
- A base de cereales: bebidas de arroz, de avena, de trigo, lino, entre otras.
- A base de frutos/frutos secos: leche de coco, leche de almendras, avellanas, entre otros.

Como indica David Benjamin Tobar Torres en su trabajo de graduación titulado *Determinación y comparación de proteínas y grasas de la leche de soya, elaborada tanto artesanal como industrialmente, comercializada en el departamento de Guatemala, Guatemala*; de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala en 2008. La harina de soya es de aplicación directa al consumo humano como integrante de otros productos alimenticios o como materia prima para la obtención de proteínas.

De acuerdo a datos del Banco de Guatemala, la producción de soya para el 2010, fue de 67 400 quintales, de los cuales tan solo se exportan 10

quintales, para el 2012 la producción aumentó a 71 000 quintales y la exportación a 20 quintales, para su producción se utilizan las tierras de mejor calidad ubicadas en la costa sur del país.

Walter Edgar Rolando Fischer del Águila, en su trabajo de graduación titulado *Fermentación láctica de mezclas de maíz, soya y frutas tropicales*, expone la obtención de un alimento a base de maíz, soya y puré de papaya o banano, con un adecuado balance de aminoácidos, de alta digestibilidad y de sabor agradable, a través de una fermentación láctica con una cepa de *Lactobacillus plantarum* ATCC E 8014. Sin embargo, se enfrentaron al problema de que a pesar de seguir los lineamientos metodológicos respectivos, el sabor resultó poco agradable, lo cual provocó que no tuviera adaptación.

Debido a la grandes ventajas nutritivas y la facilidad de obtención de la soya en Guatemala, se plantea la idea de combinar esta legumbre nutritiva con un cereal que también posee grandes ventajas; como se observa en el artículo digital EroskiConsumer “La avena es uno de los cereales más ricos en proteínas vegetales, grasas insaturadas y vitaminas del grupo B, entre ellas la tiamina o B1, necesaria para el buen funcionamiento del sistema nervioso. Contiene minerales como el fósforo, el potasio, el magnesio, el calcio y el hierro, estos dos últimos de peor aprovechamiento por el organismo humano que los procedentes de alimentos de origen animal”. La avena contiene un alcaloide no tóxico, la avenina, de efecto sedante para el sistema nervioso.

Antecedente de importancia es la creación del suplemento o complemento alimenticio llamado Incaparina, esta bebida fue lanzada en 1959. Dándose cuenta de la realidad en que vivían miles de niños, la desnutrición y las condiciones precarias de muchas personas, un grupo de científicos encabezado

por el Dr. Ricardo Bressani Castignoli aplicaron sus conocimientos en la lucha contra el hambre y la desnutrición.

Fue entonces que se ideó el sistema de complementación proteica entre dos alimentos, empezando a realizar pruebas porcentuales entre arroz con maíz, soya con maíz, algodón y maíz, entre otras combinaciones (siempre y cuando cumplieran con los criterios de disponibilidad y accesibilidad). Finalmente, el grupo de científicos obtuvo los porcentajes ideales de una mezcla con alta calidad nutritiva; harina de algodón y harina de maíz, dando como resultado a la Incaparina (tomado de: <http://guatemalasaludable.blogspot.com/2010/06/se-presenta-la-formula-mejorada-de-la.html>).

Su fórmula original estaba compuesta de harina de algodón y harina de maíz, mezcla que le proporcionaba su sabor y olor característico, enriquecida con vitamina A, calcio y riboflavina. Actualmente la fórmula ha sufrido una serie de variaciones, la principal es la sustitución de la harina de algodón por la harina de soya.

1.2. Justificación

En la actualidad y según estudios realizados la leche entera es uno de los alimentos más nutritivos, pero con la desventaja de ser un producto con un alto valor adquisitivo, de esto surgen las bebidas a base de leche o complementos alimenticios con el fin de cubrir la necesidad nutricional a un costo más bajo. Se ve entonces la necesidad de la formulación de una bebida nutritiva enfocada en la calidad de las proteínas vegetales, para que funcione como un suplemento alimenticio con una complementación proteica óptima a un costo favorable.

En este sentido se requiere agregar a la bebida una combinación proteica ideal de harina de soja y avena dentro de la mezcla sólida, para que pueda cumplir con el valor nutricional adecuado para un suplemento y/o complemento alimenticio; como “suplemento”, debido a que dentro del país la dieta alimentaria carece de una serie de limitaciones en cuanto a cantidad y calidad de nutrientes se refiere, facilitando este producto cubrir aquellos vacíos o descuidos nutricionales básicos dentro del quehacer cotidiano.

La importancia de este trabajo radica en la necesidad de un complemento alimenticio con las características de la leche pero con un costo accesible, se considera una bebida proteica y energética, con macronutrientes como la proteína, carbohidratos y grasas en menor proporción, apta para toda población (niños, adolescentes, mujeres embarazadas y lactantes, convalecientes, ancianos, deportistas y personas intolerantes a la lactosa).

De igual forma el trabajo incluye como parte de la investigación un análisis de costos de la elaboración del nuevo producto, para determinar el precio de venta del mismo.

1.3. Determinación del problema

En la ciudad de Guatemala, en una empresa privada se tiene el interés de sacar al mercado una bebida que no sea a base de leche, pero que sea igual de nutritiva que la leche a un costo mucho más bajo. Sin embargo, no han podido encontrar una combinación proteica óptima para esta bebida.

Se determinó por parte de la empresa que se desea adquirir un valor nutritivo similar al de la leche utilizando proteína vegetal, utilizando materias primas inocuas. También desea evaluar la aceptabilidad del producto y también

evaluar el costo de la implementación de esta nueva tecnología en el proceso de producción de la empresa.

1.3.1. Definición

Se realizarán distintas formulaciones, se evaluará el valor nutricional proximal y adicional se realizará una evaluación de la calidad de la proteína por el método Digestibilidad de la proteína corregida por la puntuación de aminoácidos (PDCAAS), además de la evaluación a través de una prueba hedónica de nueve puntos con posibles consumidores y una evaluación económica del producto para poder determinar con esto el precio de venta del producto.

1.3.2. Delimitación

El presente estudio está delimitado por los siguientes aspectos: el tiempo de la formulación de las distintas mezclas y combinaciones, los equipos para ser utilizados en la misma, el control y la evaluación del valor nutricional proximal y el valor de digestibilidad de la proteína corregida por la puntuación de aminoácidos. La evaluación de la aceptabilidad del producto y la determinación del costo para analizar la accesibilidad económica del producto final.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Avena (*Avena sativa* L.)

También conocida comercialmente en Guatemala como mosh, es un alimento muy completo y saludable.

Tabla I. Clasificación científica de la *Avena sativa* L.

Clasificación científica	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Pooideae
Tribu	Aveneae
Género	<i>Avena</i>
Especie	<i>A. sativa</i>

Fuente: *Clasificación y propiedades de la avena.*

<http://www.saludybuenosalimentos.es/alimentos/index.php?s1=Cereales&s2=Con+Gluten&s3=>

Avena. Consulta: 23 de abril de 2013.

2.1.1. Nombre científico

Avena sativa L.

2.1.2. Nombres comunes

Avena, avena blanca, avena común, avena cultivada, avena doméstica, avena ladilla, avena loca, avena negra, avena que se siembra.

2.1.3. Descripción

La avena (*Avena sativa L.*) es una planta herbácea anual, perteneciente a la familia de las gramíneas. Posee raíces más abundantes y profundas que las de los demás cereales; los tallos son gruesos y rectos, pueden variar de medio metro hasta metro y medio, están formados por varios entrenudos que terminan en gruesos nudos; las hojas son planas y alargadas; su borde libre es dentado, el limbo de la hoja es estrecho y largo; la flor es un racimo de espiguillas, situadas sobre largos pedúnculos y el fruto es en cariósipide, con las glumillas adheridas.

Las avenas cultivadas tienen su origen en Asia Central. La historia de su cultivo es más bien desconocida, aunque parece confirmarse que este cereal no llegó a tener importancia en épocas tan tempranas como el trigo o la cebada, ya que, antes de ser cultivada, la avena fue considerada como una mala hierba de estos cereales. Los 5 primeros restos arqueológicos se hallaron en Egipto, y se supone que eran semillas de malas hierbas, ya que no existen evidencias de que la avena fuese cultivada por los antiguos egipcios. Los restos más antiguos encontrados de cultivos de avena se localizan en Europa Central y están datadas de la Edad del Bronce.

2.1.4. Uso de la planta

Frutos: remineralizante, vitamínico. Incluido el endosperma: diurético, laxante. La fracción coloidal extraída de los frutos es demulcente. Sumidades: diurético, sedante. Las hojas tienen una acción fungicida. Popularmente se emplea en terapias derivativas en forma de emplastos como antiinflamatorio (vehículo de calor). Indicado para ansiedad, insomnio, anemia, convalecencia y estreñimiento.

Estados en los que se requiera un aumento de la diuresis: afecciones genitourinarias (cistitis, ureteritis, uretritis, pielonefritis, oliguria, urolitiasis), hiperazotemia, hiperuricemia, gota, hipertensión arterial, edemas, sobrepeso acompañado de retención de líquidos.

En uso tópico: eczemas, dermatitis, urticaria, prurito, pieles secas (fracción coloidal); dermatomicosis, artritis, artrosis, mialgias, gripe, catarros (sumidades). El uso de diuréticos en pacientes de hipertensión o cardiopatías, solo debe hacerse por prescripción y bajo control médico, dada la posibilidad de aparición de una descompensación tensional o, si la eliminación de potasio es considerable, una potenciación del efecto de los cardiotónicos.

2.1.5. Contenido nutricional

Rico en nutrientes, es uno de los cereales más completos y nutritivos, como se puede visualizar en la siguiente tabla.

Tabla II. **Aporte nutricional medio (en 100 gr) de *Avena sativa* L.**

Energía: 350,50 Kcal	Potasio: 311,50 mg	Vitamina A: 0,00 µg
Proteínas: 12,76 g	Fósforo: 373,50 mg	Vitamina B1: 0,62 mg
Hidratos: 55,04 g	Fibra: 7,62 g	Vitamina B2: 0,15 mg
Agua: 17,45 g	Grasa: 7,12 g	Vitamina B3: 3,51 mg
Calcio: 67,50 mg	Colesterol: 0,00 mg	Vitamina B6: 0,58 mg
Hierro: 5,00 mg	AGS: 1,39 g	Vitamina B9: 46,50 µg
Yodo: 6,35 µg	AGM: 2,59 g	Vitamina B12: 0,00 µg
Magnesio: 130,00 mg	AGP: 2,96 g	Vitamina C: 0,00 mg
Cinc: 3,25 mg	Carotenoides: 0,00 µg	Vitamina D: 0,00 µg
Selenio: 5,05 µg	Retinol: 0,00 µg	Vitamina E: 1,17 µg
Sodio: 7,20 mg		

Fuente: *Clasificación y propiedades de la avena.*

<http://www.saludybuenosalimentos.es//alimentos/index.php?s1=Cereales&s2=Con+Gluten&s3=Avena>. Consulta: 23 de abril de 2013.

Por su relevante aporte de proteínas, la avena es idónea para el adecuado crecimiento y desarrollo del organismo, favoreciendo las funciones estructural, inmunológica, enzimática (acelerando las reacciones químicas), homeostática (colaborando al mantenimiento del pH) y protectora-defensiva. Las proteínas de los cereales son escasas en aminoácidos esenciales como la lisina, por lo que es conveniente completar la dieta con otras fuentes de proteínas animales (proteínas completas que poseen todos los aminoácidos).

2.2. Harina de soja (*Glycine max*)

La harina se extrae a partir de semillas tostadas de soja que son secadas y convertidas en polvo.

Tabla III. Clasificación científica de *Glycine max*

Clasificación científica	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida, Rosidae
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Subfamilia	Faboideae
Tribu	Phaseoleae, Glycininae
Género	<i>Glycine</i>
Especie	<i>G. max</i>

Fuente: *Clasificación y propiedades de la avena*.

<http://www.saludybuenosalimentos.es/alimentos/index.php?s1=Cereales&s2=Con+Gluten&s3=>

Avena. Consulta: 23 de abril de 2013.

2.2.1. Nombre científico

Glycine max

2.2.2. Nombres comunes

Soya, soja

2.2.3. Descripción

La soja varía en crecimiento, hábito, y altura. Puede crecer desde 20 cm hasta 1 metro de altura y tarda por lo menos 1 día en germinar.

Las vainas, tallos y hojas están cubiertas por finos pelos marrones o grises. Las hojas son trifoliadas, tienen de 3 a 4 prospectos por hoja y los prospectos son de 6-15 cm de longitud y de 2-7 cm de ancho. Las hojas caen antes de que las semillas estén maduras. Las flores grandes, inconspicuas, auto fértiles nacen en la axila de la hoja y son blancas, rosas o púrpuras. El fruto es una vaina pilosa que crece en grupos de 3-5, cada vaina tiene 3-8 cm de longitud y usualmente contiene 2-4 (raramente más) semillas de 5-11 mm de diámetro.

La soja se da en varios tamaños y la cáscara de la semilla es de color negro, marrón, azul, amarillo, verde o abigarrado. La cáscara del poroto maduro es dura, resistente al agua y protege al cotiledón e hipocótilo (o "germen") de daños. Si se rompe la cubierta de la semilla, esta no germinará. La cicatriz, visible sobre la semilla, se llama *hilum* (de color negro, marrón, gris y amarillo) y en uno de los extremos del *hilum* está el micrópilo, o pequeña apertura en la cubierta de la semilla que permite la absorción de agua para brotar.

Algo para destacar es que las semillas que contienen muy altos niveles de proteína, como las de soja, pueden sufrir desecación y todavía sobrevivir y revivir después de la absorción de agua.

2.2.4. Uso de la planta

Es usada para muchos productos que pueden reemplazar a otros de origen animal. La soja es utilizada por su aporte proteínico también como alimento para animales, en forma de harina de soja, área en la que compite internacionalmente con la harina de pescado.

Aunque con un notable diferencial inferior en su precio, la cotización internacional de la soja es paralela a la de la harina de pescado. Cuando escasea la soja, sube automáticamente el precio de la harina de pescado y viceversa.

El gran valor proteínico de la legumbre (posee los ocho aminoácidos esenciales) lo hace un gran sustituto de la carne en culturas veganas. De la soja se extraen subproductos como la leche de soja.

Es alimento de consumo habitual en países orientales como China y Japón, tanto fresca (como vainas cocidas o edamame) como procesada. De ella se obtienen distintos derivados como el aceite de soja, la salsa de soja, los brotes de soja, el tofu, nattō o miso. Del grano de soja se obtiene el que es el frijol de soja salado y fermentado, muy usado en platos chinos. Algunos derivados:

- Leche de soja: producto tradicional asiático conseguido por semilla molida, extraído en caliente en agua y cocido.
- Tofu o queso de soja: leche de soja coagulada con sales de magnesio o patada o vinagre; la humedad es variable según las preparaciones y crianza.

- *Tempeh*: semilla decorticada, cocida en agua y fermentada durante 24-48 horas de una seta; se tienen formas que son rebanadas y fritas.
- Yuba: es la “nata” de la leche de soja. Se usa en cocina vegetariana y vegana para elaborar sucedáneos de productos animales.
- Productos fermentados, salsas y bebidas, típicos de la cocina oriental.

2.2.5. Contenido nutricional

La harina de soja además de ser un alimento sumamente nutritivo por su contenido nutricional aporta una cantidad importante de nutrientes y micronutrientes.

Tabla IV. **Aporte nutricional medio (en 100 gr) de *Glycine max***

Soja, semillas maduras, primaria			
Valor nutricional por cada 100 g			
Energía 450 kcal 1 870 kJ			
Carbohidratos	30,16 g	Vitamina C	6 mg (10 %)
• Azúcares	7,33 g	Vitamina K	47 µg (45 %)
• Fibra alimentaria	9,3 g		
Grasas	19,94 g	Calcio	277 mg (28 %)
Proteínas	36,49 g	Hierro	15,70 mg (126 %)
Agua	8,54 g	Magnesio	280 mg (76 %)
Vitamina A	1 µg (0 %)	Potasio	1 797 mg (38 %)
Vitamina B6	0,377 mg (29 %)	Sodio	2 mg (0 %)
Vitamina B12	0 µg (0 %)	Zinc	4,89 mg (49 %)
Porcentaje CDR diaria para adultos			

Fuente: *Glycine max*. http://es.mashpedia.com/Glycine_max. Consulta: 23 de abril de 2013.

Por su relevante aporte de proteínas, la soja es idónea para el adecuado crecimiento y desarrollo del organismo, favoreciendo las funciones estructural, inmunológica, enzimática (acelerando las reacciones químicas), homeostática (colaborando al mantenimiento del pH) y protectora-defensiva. Las proteínas de las leguminosas son escasas en aminoácidos esenciales como la metionina, por lo que es conveniente combinar las legumbres con otras fuentes de proteínas animales (proteínas completas que poseen todos los aminoácidos).

2.3. Proteínas

La palabra proteína, del griego "*proteios*" que significa "primordial" o "primer lugar", fue sugerida por Berzelius para llamar así, al material que describiera el químico holandés Mulder en 1838 como "sustancia compleja" en cuya composición intervenía el nitrógeno (N), y la cual, era sin duda la más importante de todas las sustancias conocidas en el "reino orgánico", sin la cual no parecía posible la vida sobre el planeta. Aunque dentro del campo nutricional, no son las que aportan más energía, si son esenciales, pues las proteínas constituyen uno de los nutrimentos de mayor trascendencia en los seres vivos.

Existen muchas clasificaciones de las proteínas, dependiendo de su estructura, función, solubilidad, forma, entre otras, pero una clasificación general para estas, las divide en: "globulares y fibrosas", las primeras son de forma esférica o parecida a esta, contienen en su estructura hélices α y hebras β , además de estructuras no repetitivas (asas y giros) las cuales les proporcionan diseños compactos con funciones particulares, son solubles en agua; algunos ejemplos son: la insulina, albúmina, globulinas plasmáticas y numerosas enzimas.

Las “proteínas fibrosas” son de forma alargada, su armazón es una repetición de elementos de estructura secundaria (hélices α y hebras β), estas le confieren la forma de fibras cilíndricas observables al microscopio, son de baja solubilidad en agua, dentro de estas se encuentran la queratina, miosina, colágeno y fibrina.

Las proteínas son macromoléculas, las cuales desempeñan el mayor número de funciones en las células de los seres vivos. Forman parte de la estructura básica de tejidos (músculos, tendones, piel, uñas, entre otros), durante todos los procesos de crecimiento y desarrollo, crean, reparan y mantienen los tejidos corporales; además desempeñan funciones metabólicas (actúan como enzimas, hormonas, anticuerpos) y reguladoras a saber: asimilación de nutrientes, transporte de oxígeno y de grasas en la sangre, eliminación de materiales tóxicos, regulación de vitaminas liposolubles y minerales, entre otros.

Las proteínas son moléculas de gran tamaño formadas por una larga cadena lineal de sus elementos constitutivos propios, los aminoácidos (AA). Estos se encuentran formados de un grupo “amino” (NH_2) y un “grupo carboxilo” (COOH), enlazados al mismo carbono de la molécula. Los aminoácidos se encuentran unidos por un “enlace peptídico” (enlace de un grupo amino con otro carboxilo perteneciente a otro aminoácido).

Existen veinte aminoácidos distintos, codificados en el material genético de los organismos, pueden combinarse en cualquier orden y repetirse de cualquier manera para dar lugar a estas macromoléculas. Una proteína típica está formada por unos cien o doscientos aminoácidos, lo que da lugar a un número muy grande de combinaciones diferentes. Y por si esto fuera poco, según la configuración espacial que adopte una determinada secuencia de

aminoácidos, sus propiedades pueden ser totalmente diferentes, como consecuencia, realizar diferentes funciones. Tanto los carbohidratos como los lípidos tienen una estructura relativamente más simple comparada con la complejidad y diversidad de las proteínas.

Las moléculas con menos de 50 aminoácidos en sus cadenas y pesos moleculares bajos se denominan péptidos, las que pesan entre varios miles y varios millones de daltones (Da) se denominan polipéptidos. Los términos proteínas y polipéptidos a menudo se usan indistintamente para referirse a las mismas moléculas.

2.3.1. Aminoácidos

El ser humano necesita un total de veinte aminoácidos, de los cuales, 11 de ellos el propio organismo los sintetiza y no se necesita adquirirlos de la dieta, éstos son llamados no esenciales o dispensables. Los nueve restantes no se es capaz de sintetizarlos y deben ser aportados por la dieta. Los aminoácidos que se adquieren obligatoriamente de la dieta son los denominados aminoácidos esenciales, o actualmente llamados indispensables, a saber: histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina (y cisteína), fenilalanina (y tirosina), treonina, triptófano y valina. Siendo la metionina un precursor de la cisteína y la fenilalanina de la tirosina, estos aminoácidos se consideran normalmente en parejas. Si falta uno solo de ellos no será posible sintetizar ninguna de las proteínas en la que sea requerido dicho aminoácido.

Esto puede dar lugar a diferentes tipos de desnutrición, según cual sea el aminoácido limitante, es decir, el aminoácido que no se encuentra en la proteína alimentaria y por tanto, no contribuye a la síntesis de nuevas proteínas. La histidina es un aminoácido esencial solo para niños, ya que la privación de

este aa en bebés de 3 meses o menos, conlleva a la aparición de eczema como una forma de dermatitis. Esta desaparece cuando la histidina es suplementada por medio de la dieta.

El desorden genético del metabolismo de la histidina visto en algunos niños no permite que el aminoácido se metabolice correctamente, lo que ocasiona que este se acumule en sangre; aunque es poco común, causa defectos del habla y déficit mental. Este problema parece no presentarse en adultos.

El triptófano, la lisina y la metionina son los aa esenciales que representan mayores problemas para la nutrición humana, debido a que su carencia es típica en poblaciones que tienen difícil acceso a productos de origen animal, y en las cuales, los cereales o los tubérculos se convierten en la base de su alimentación. El déficit de aminoácidos esenciales afecta mucho más a los niños que a los adultos.

El triptófano es un precursor del neurotransmisor serotonina. Este modula los patrones de sueño y humor, y por ello su deficiencia se ha relacionado con trastornos depresivos. Sin embargo, a nivel nutricional su deficiencia representa un problema mayor, ya que es un precursor de la niacina (vitamina B₃) y la deficiencia de ambos tiene relación directa con la Pelagra (enfermedad característica por la presencia de dermatitis, demencia y diarrea), la cual se presenta en poblaciones cuya dieta está basada en harina de maíz (escasa en este aminoácido).

La lisina es requerida en el cuerpo para la creación de carnitina, usada en el metabolismo de las grasas. Este aa estimula la síntesis de colesterol en el hígado. Cuando las dietas son altas en lisina y arginina (proteína animal) existe

una correcta estimulación de la síntesis de colesterol, mientras que dietas bajas en estos aa no estimulan en gran medida la síntesis de colesterol. Comúnmente es un aminoácido limitante en dietas vegetarianas estrictas en las que está en poca cantidad en granos vegetales.

La metionina es usada en la manufactura de taurina, el cual es un aa importante para la función cardíaca, así como un neurotransmisor en el cerebro.

Se ha encontrado que la deficiencia de metionina está asociada a una ingesta de proteína de baja calidad. Su deficiencia también puede resultar en síntesis pobres de fosfatidilcolina y otros fosfolípidos. Estas sustancias son esenciales para la función del sistema nervioso, así como para prevenir la aglutinación de células sanguíneas. La metionina también es convertida en homocisteína, la cual es nuevamente convertida en metionina por medio de la ruta de trans-sulfuración. La homocisteína no se debe acumular en el cuerpo, si esto sucede, se asocia a un riesgo creciente a la enfermedad cardíaca y aterosclerosis (enfermedad que se presenta en arterias coronarias).

En la tabla V se muestran los requerimientos diarios de los 9 aminoácidos indispensables que, en 1985 publicaron, la Organización Mundial de la Salud, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, y la Universidad de Naciones Unidas (WHO/FAO/UNU por sus siglas en inglés). Estas estimaciones son con base en miligramos por kilogramo de peso por día, y es valorado según el grupo de edad.

Tabla V. **Requerimientos estimados de aminoácidos**

Requerimientos, mg / kg × día, por grupo de edad		
Aminoácido	Niños Edad ~2 años	Niños Edad 10-12 años
Histidina	?	?
Isoleucina	31	28
Leucina	73	42
Lisina	64	44
Metionina más cisteína	27	22
Fenilalanina más tirosina	69	22
Treonina	37	28
Triptófano	12,5	3.3
Valina	38	25
Total sin histidina	352	214

Fuente: FAO; WHO; UNU. *Protein quality evaluation*. p. 23.

2.3.2. Proteínas completas, incompletas y complementarias

Las proteínas alimentarias a menudo se clasifican como “completas” o “incompletas” según su contenido en aminoácidos. Las proteínas completas son aquellas proteínas alimentarias que contienen los nueve aminoácidos indispensables, en concentraciones suficientes para cubrir los requerimientos de los seres humanos. Las proteínas incompletas son proteínas alimentarias deficientes en uno o más aminoácidos de los nueve aminoácidos esenciales que deben ser proporcionados por los alimentos.

El concepto de proteínas complementarias está basado en la obtención de los nueve aminoácidos indispensables, por la combinación de alimentos que tomados aisladamente serían considerados como proteínas incompletas.

Dos o más proteínas incompletas pueden ser combinadas de tal forma que la deficiencia de uno o más aminoácidos esenciales, pueda ser compensada por otra proteína y a la inversa. Cuando se combinan, estas proteínas complementarias proporcionan todos los aminoácidos esenciales necesarios para el cuerpo humano, consiguiendo un patrón equilibrado de aminoácidos que se usan eficientemente.

Otra forma de obtener aminoácidos indispensables es combinar una pequeña cantidad de una proteína completa, con grandes cantidades de proteínas alimentarias incompletas.

Un ejemplo de combinación de proteínas complementarias es la mezcla de proteínas alimentarias de la soya y maíz o de la harina de trigo y la caseína. En estos casos la calidad de las proteínas de la mejor combinación excede a la de las fuentes proteicas proporcionadas individualmente, por lo que el efecto de combinarlas es sinérgico.

2.3.3. Necesidades diarias de proteínas

En general, se recomiendan unos 40 a 60 g de proteínas al día para un adulto sano. La WHO y las RDA (del inglés Recommended Dietary Allowances) de EUA recomiendan un valor de 0,8 a 1,0 g / kg de peso al día para un adulto sano. Por supuesto, durante el crecimiento, el embarazo o la lactancia estas necesidades aumentan. La FAO ha planteado que la proteína de un alimento es biológicamente completa, cuando contiene todos los aminoácidos en una

cantidad igual o superior a la establecida, para cada aminoácido requerido en una proteína de referencia o patrón, como la del huevo, que tienen una proporción de aminoácidos esenciales utilizables en un 100 %.

2.3.4. Digestibilidad de proteínas

Los aminoácidos en los alimentos no siempre están disponibles. La degradación de las proteínas, así como su absorción puede ser incompleta. El porcentaje promedio de digestión y absorción en proteínas de origen animal es alrededor de un 90 %, siendo el de las proteínas de origen vegetal de solo un 60 a un 70 % aproximadamente.

Hay varias razones que limitan la digestibilidad de ciertas proteínas:

- Conformación de la proteína: las proteasas atacan a las proteínas fibrosas insolubles más lentamente que a las proteínas globulares solubles. Pero, la digestibilidad puede ser fácilmente incrementada por la desnaturalización de la proteína, por ejemplo, por un tratamiento térmico previo.
- La unión a ciertos metales, lípidos, ácidos nucleicos, celulosa u otros polisacáridos, puede ver limitada parcialmente su digestibilidad.
- Factores antinutricionales como los inhibidores de tripsina o quimotripsina. Otros inhibidores afectan a la absorción de aminoácidos.
- El tamaño y superficie de la partícula donde se encuentran las proteínas. La digestibilidad de las proteínas de los cereales puede ser incrementada, por ejemplo, mediante el molido más fino de la harina.

Además, las diferencias biológicas entre individuos pueden afectar a la digestión de proteínas, así como a la absorción de aminoácidos. La edad es

una de estas diferencias, pues en los primeros meses de vida no se encuentran presentes todas las enzimas necesarias para la correcta degradación de las proteínas, así como en los ancianos o adultos mayores se dejan de producir otras tantas enzimas y la digestión de estos nutrientes se vuelve cada vez más difícil. Algunos otros individuos pueden presentar defectos genéticos como deficiencia de enterocinasa o tripsinógeno, deficiencia de prolinadipeptidasa, síndrome de Hartnup (defecto en transporte de aminoácidos neutros), los cuales impiden que se produzcan enzimas para degradar ciertas proteínas, o que su degradación se lleve a cabo ineficazmente.

2.3.5. Medición de la calidad de las proteínas y digestión de las proteínas

La medición de la calidad de la proteína también se determina mediante el cálculo de la cantidad de la misma que realmente utiliza un organismo. La utilización neta de proteína (Net Protein Utilization, NPU) es el método usado más frecuentemente para este fin. Se lleva a cabo mediante el balance de nitrógeno (N), que está definido como la diferencia observada entre el nitrógeno ingerido y el excretado. El segundo es calculado como la suma de nitrógeno contenido en orina y heces, y en pérdidas a través de diferentes vías, como piel y sudor. La medición del balance de nitrógeno es difícil, ya que representa una diferencia pequeña en términos de cantidad de N consumido y excretado.

Las diversas pérdidas de N son particularmente difíciles de medir, y a menudo se asume que son del orden de 5 - 8 mg/kg de peso por día. Caloway y col. en 1971 midieron las pérdidas de N en adultos sedentarios, y encontraron un promedio de pérdida de 9 mg/kg/día. En adultos sanos el balance es de cero. Es negativo cuando existe ayuno y en algunas formas de desnutrición

proteico-energética. Durante el crecimiento, la gestación, y en adultos que están añadiendo masa muscular o recuperándose de alguna lesión o enfermedad, el balance debe ser siempre positivo (25, 26).

Otro tipo de medición y que a la fecha es la más confiable, es la Calificación de aminoácidos corregida para la digestibilidad de la proteína, que por sus siglas en inglés recibe el nombre de PDCAAS (Protein Digestibility Corrected Amino Acid Store).

La Organización Mundial de la Salud y la FDA de Estados Unidos en 1993, adoptaron esta PDCAAS como el análisis oficial para valorar la calidad de la proteína, ya que está basado en:

- El contenido de aminoácidos de una proteína alimentaria.
- La digestibilidad.
- La capacidad para suministrar aminoácidos indispensables en cantidad suficiente para cubrir los requerimientos de los seres humanos.

El contenido de aminoácidos usado como estándar para el PDCAAS está basado en los requerimientos de los preescolares de 2 a 5 años. Esto representa los requerimientos de aminoácidos de todos los grupos de edad excepto los niños menores de 2 años.

El valor más alto que una proteína puede llegar a alcanzar es 1,0. Esta puntuación significa que tras su digestión proporciona por unidad de proteína, el 100 % o más de los aminoácidos indispensables requeridos por un preescolar de 2 a 5 años. Las puntuaciones por encima de 1,0 son redondeadas a 1,0.

Cualquier aminoácido que exceda los requerimientos para construir y reparar los tejidos no se usará para la síntesis de las proteínas, sino que será catabolizado y eliminado del organismo o bien será almacenado en forma de grasas.

2.4. Mezcla vegetal de harina de soja y avena molida

Esta mezcla presenta un alimento alto en proteínas, con un sabor agradable y muy nutritivo.

2.4.1. Análisis nutricional proximal

Es una descripción muy generalizada de los componentes nutricionales de un producto determinado y está basado en un trabajo que en 1865 realizaron un grupo de especialistas de la estación experimental de Weende, Alemania. En ese tiempo, era una herramienta simple y de fácil uso para medir la calidad de los alimentos y fue por lo tanto adoptada a nivel mundial para este propósito pero muy especialmente por las agencias de control oficial, como parámetro para registro y control de los alimentos. El análisis proximal consta de 6 fracciones:

- Humedad
- Proteína cruda
- Grasa (extracto de éter)
- Fibra cruda
- Cenizas
- Extracto libre de nitrógeno (calculado por diferencia)

Mientras la ciencia de la nutrición animal, la genética tanto animal como vegetal y la ingeniería hicieron un avance impresionante a través de los años, el sistema de análisis proximal se mantuvo invariable en todo el mundo y es hasta hoy utilizado por las entidades oficiales para controlar la calidad de los alimentos balanceados. En este punto, es sumamente importante señalar que este sistema de evaluación, tiene como su mejor característica, la fácil medición, pero de ninguna manera representa la eficiencia que un producto pueda tener a nivel de campo.

Los análisis comprendidos dentro de este grupo, también conocidos como análisis proximales Weende, se aplican en primer lugar a los materiales que se usarán para formular una dieta como fuente de proteína o de energía y a los alimentos terminados, como un control para verificar que cumplan con las especificaciones o requerimientos establecidos durante la formulación. Estos análisis indicarán el contenido de humedad, proteína cruda (nitrógeno total), fibra cruda, lípidos crudos, ceniza y extracto libre de nitrógeno en la muestra. Una descripción más amplia de estos análisis se puede encontrar en Osborne y Voogt (1978), MAFF (1982) y AOAC (1984).

2.4.2. Evaluación de la calidad de la proteína por el método de digestibilidad de la proteína corregida por la puntuación de aminoácidos (PDCAAS)

A lo largo del tiempo se han usado distintos métodos para evaluar la calidad nutricional de las proteínas alimentarias. Las metodologías tradicionales como el cálculo del valor biológico (BV), utilización de las proteínas neta (NPU) y coeficiente de eficacia biológica (PER), se basan en bioensayos con animales.

La puntuación de los aminoácidos de las proteínas corregidas según su digestibilidad o PDCAAS, es un nuevo método, y potencialmente más exacto para la evaluación de las proteínas alimentarias. Está basado en el contenido de aminoácidos de una proteína alimentaria, su verdadera digestibilidad y su habilidad para proporcionar aminoácidos indispensables en cantidades suficientes para cubrir los requerimientos de aminoácidos esenciales de una forma equilibrada.

El PDCAAS está basado en:

- Contenido de aminoácidos de una proteína alimentaria.
- Digestibilidad.
- Capacidad para suministrar aminoácidos imprescindibles en cantidad suficiente para cubrir los requerimientos de los seres humanos.

El contenido de aminoácidos usado como estándar para el PDCAAS está basado en los requerimientos de los preescolares de 2 a 5 años. Esto representa los requerimientos de aminoácidos de todos los grupos de edad excepto los niños menores de 2 años.

El valor más alto que una proteína puede llegar a alcanzar es 1,0. Esta puntuación significa que tras su digestión proporciona por unidad de proteína, el 100 % o más de los aminoácidos indispensables requeridos por un preescolar de 2 a 5 años. Las puntuaciones por encima de 1,0 son redondeadas a 1,0. Cualquier aminoácido que exceda los requerimientos para construir y reparar los tejidos no se usará para síntesis de las proteínas, sino que será catabolizado y eliminado del organismo o bien será almacenado en forma de grasas.

El PDCAAS es mejor que otros métodos para la evaluación de la calidad de las proteínas alimentarias para humanos, porque mide la calidad de la proteína basándose en los requerimientos de aminoácidos de humanos en su correspondiente grupo de edad, ajustados por su digestibilidad. Ha sustituido al PER, que había sido el método preferente para la evaluación de la calidad de las proteínas desde 1919. Ya que el PER mide la capacidad de las proteínas para proporcionar soporte al crecimiento de ratas jóvenes en crecimiento, se sobreestiman las necesidades de los aminoácidos que contienen azufre.

Esto ha llevado a conclusiones erróneas de que solo las proteínas de origen animal eran proteínas completas y que las proteínas de origen vegetal eran incompletas. La adopción del PDCAAS permite una evaluación de la calidad de proteínas en alimentos basadas en las necesidades de los humanos. La FDA dio dos razones para adoptar el PDCAAS en lugar del PER:

- El PDCAAS está basado en los requerimientos de aminoácidos humanos, lo cual es más apropiado para humanos que un método basado en las necesidades de aminoácidos de los animales.
- La Food and Agricultural Organization/World Health Organization (FAO/OMS) había recomendado previamente el PDCAAS con fines legislativos. Siendo estas las mayores organizaciones internacionales en la temática de alimentación y salud.

2.4.3. Análisis sensorial para productos alimenticios

El análisis sensorial es una ciencia en la cual se utilizan panelistas humanos que utilizan los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de los productos

alimenticios. No existe otro instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana; por lo tanto, la evaluación sensorial, resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre alimentos. El análisis sensorial es aplicable en muchos sectores, tales como: desarrollo y mejoramiento de productos, control de calidad, estudios sobre almacenamiento y desarrollo de procesos.

La información sobre los gustos y aversiones, preferencias y requisitos de aceptabilidad, se obtiene empleando métodos de análisis adaptados a las necesidades del consumidor y evaluaciones sensoriales con panelistas no entrenados.

2.4.3.1. Aroma y olor

El olor: es la sensación producida al estimular el sentido del olfato. Aroma es la fragancia del alimento que permite la estimulación del sentido del olfato; por eso, en el lenguaje común, se confunden y usan como sinónimos.

El sentido del olfato se ubica en el epitelio olfatorio de la nariz. Está constituido por células olfatorias, las que constituyen los receptores olfatorios. La importancia de los aromatizantes radica en la función que desempeñan. Puede mezclarse con el aroma propio del alimento al que se agrega, anulándolo; puede generarse una mezcla íntima de ambos, produciéndose un nuevo aroma; o bien, puede resultar una mezcla parcial, manteniéndose las características aromáticas de ambos y desarrollándose además un nuevo aroma.

2.4.3.2. Color y apariencia

El espectro visible va de 400 a 700 milimicras, o sea, del violeta al rojo. Dentro de esta región, el ojo es más sensible para diferenciar colores en la región del verde amarillento (520-580 μ). El color puede ser discutido en términos generales del estímulo luminoso; pero, en el caso específico del color de los alimentos, es de más interés la energía que llega al ojo desde la superficie iluminada, y en el caso de los alimentos transparentes, a través del material.

El color que percibe el ojo depende de la composición espectral de la fuente luminosa, de las características físicas y químicas del objeto, la naturaleza de la iluminación base y la sensibilidad espectral del ojo. Todos estos factores determinan el color que se aprecia: longitud de onda, intensidad de la luz y grado de pureza.

La CIE (Commission International de l'Éclairage), establece tres colores primarios: azul, rojo y amarillo. Los demás colores resultan de combinar al menos dos de ellos. Se puede afirmar que la visión es el primer sentido que interviene en la evaluación de un alimento, captando todos los atributos que se relacionan con la apariencia: aspecto, tamaño, color, forma, defectos, entre otros.

2.4.3.3. Gusto y sabor

El gusto es la sensación percibida a través del sentido del gusto, localizado principalmente en la lengua y cavidad bucal. Se definen cuatro sensaciones básicas: ácido, salado, dulce y amargo. El resto de las

sensaciones gustativas proviene de mezclas de estas cuatro, en diferentes proporciones, que causan variadas interacciones.

Se define sabor como la sensación percibida a través de las terminaciones nerviosas de los sentidos del olfato y gusto principalmente, pero no debe desconocerse la estimulación simultánea de los receptores sensoriales de presión, y los cutáneos de calor frío y dolor.

Los receptores del sentido del gusto lo constituyen los botones gustativos; estos se agrupan en número de alrededor de 250 para constituir las papilas gustativas. Las papilas gustativas se ubican en la lengua, existiendo cuatro tipos morfológicamente diferentes: filiformes, foliadas, fungiformes y caliciformes.

Las filiformes, no tienen importancia en la evaluación del gusto, son las más numerosas y carecen de botones gustativos, participan en la elaboración de la sensación de tacto. Las foliadas, están ubicadas en los dos tercios posteriores de la lengua, no están desarrolladas, de ahí que tengan poca importancia en la sensación gustativa. Las fungiformes, se ubican en los dos tercios delanteros de la lengua, son grandes, en forma de hongo y tienen importancia en las sensaciones del gusto y tacto. Las caliciformes se ubican en la V lingual, son escasas en número de no más de 15, son grandes y fácilmente visibles.

Los botones gustativos están constituidos por células gustativas y células de sostén. De los botones gustativos salen fibras nerviosas que transmiten los estímulos gustativos al cerebro. Para que esto suceda, el estímulo gustativo debe entrar en contacto con la saliva y disolverse en ella.

Los cuatro gustos básicos son registrados por diferentes células gustativas, distribuidas desigualmente en la lengua. Los receptores del gusto dulce están en la punta, los receptores del salado en los bordes anteriores, los del ácido en los costados y los del amargo en el fondo de la lengua.

2.4.3.4. Características reológicas de los alimentos

La reología estudia el comportamiento de los fluidos, es de suma importancia en alimentos debido a la sensación que provoca al ingerirlo.

2.4.3.4.1. Reología

Es una rama de la física que describe las propiedades físicas de los alimentos, una de ellas es la viscosidad.

2.4.3.4.2. Textura

Potter (1968), establece que, textura son todas las cualidades del alimento que se puede sentir con los dedos, la lengua, el paladar, o los dientes. Matz (1962), establece que, textura son aquellas percepciones que constituyen la evaluación de una característica física de un alimento por la piel o músculo de la cavidad bucal, exceptuando las sensaciones de temperatura y dolor.

Aunque no se tiene una definición satisfactoria de textura, se puede decir, con alto grado de certeza, que la textura de los alimentos tienen las siguientes características:

- Es un grupo de características físicas que se derivan de la estructura de la comida.

- Consiste en un grupo de propiedades, no una propiedad singular.
- La textura es sentida por el sentido del tacto, usualmente en la boca, pero otras partes del cuerpo pueden estar involucradas (frecuentemente las manos).
- No está relacionado a las sensaciones químicas de notar un sabor u olor.
- El objetivo de medición es función de la masa, distancia y tiempo solamente.

2.4.3.4.3. Consistencia

Son todas las sensaciones resultantes de la estimulación de los receptores mecánicos y táctiles, especialmente en la región de la boca y varían con la textura del producto.

2.4.3.5. Pruebas orientadas al consumidor

En las pruebas orientadas hacia las preferencias del consumidor, se selecciona una muestra aleatoria, 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, una escuela, centro comercial o centro comunitario, o también en los hogares de los consumidores. En estas se registra el grado de satisfacción, el nivel de preferencia o la aceptabilidad de los productos.

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

Aunque a los panelistas se les puede pedir que indiquen directamente su satisfacción, preferencia o aceptación de un producto, a menudo se emplean pruebas hedónicas para medir indirectamente el grado de preferencia o aceptabilidad.

2.4.3.5.1. Instalaciones temporales para pruebas sensoriales

Cuando no se disponga de un área diseñada específicamente para pruebas sensoriales o cuando se lleven a cabo paneles con consumidores fuera de la instalación permanente, un área temporal podrá crearse para cumplir con los requisitos mínimos para llevar a cabo pruebas sensoriales.

2.4.3.5.2. Área de preparación de alimentos

En un laboratorio se pueden establecer instalaciones de cocina provisionales, utilizando hornillas y recipientes de *duroport* para mantener los alimentos calientes por períodos cortos.

2.4.3.5.3. Área del panel

La evaluación de las muestras se puede realizar en cualquier área separada en que puedan reducirse al mínimo las distracciones, los ruidos y los olores. Podría resultar adecuado el uso de un comedor o un salón donde se

toma café, que no se esté utilizando al momento de llevarse a cabo la prueba sensorial. Es importante que en el lugar que se use, no haya olores de comida o bebida al momento de la prueba, para brindar un cierto grado de privacidad a los panelistas.

2.4.3.5.4. Área de oficina

El encargado del panel necesitará espacio para preparar las boletas, planificar las pruebas sensoriales y analizar los datos. Deberá tener acceso a una calculadora con operaciones estadísticas.

2.4.3.5.5. Utensilios y equipo para las pruebas sensoriales

El área sensorial deberá estar equipada con utensilios para la preparación de alimentos y con recipientes pequeños para servir las muestras a los panelistas. Todos los utensilios deberán ser de materiales que no impartan olores o sabores a los alimentos que se están preparando o sometiendo a prueba.

Será necesario contar con una pesa o balanza de precisión, pipetas, matraces graduados y vasos picudos de cristal de diferentes tamaños, para hacer mediciones precisas durante la preparación de los alimentos y el análisis de las muestras. También serán necesarios termómetros y utensilios comunes de cocina como: coladores y tamices, abrelatas, cuchillos, tenedores, cucharas, recipientes hondos, agarradores para cacerolas calientes y recipientes con tapadera para almacenamiento.

2.4.3.5.6. Recipientes para las muestras

Los recipientes para muestras deberán seleccionarse de acuerdo al tamaño y características de la muestra. El tamaño del recipiente variará de acuerdo con el tipo de producto que se esté analizando y con la cantidad de muestra a presentar. Es conveniente utilizar recipientes desechables de papel plástico o duroport de 30-60 ml (1-2 onzas) con tapadera.

2.4.3.6. Establecimiento de los paneles sensoriales

El instrumento de prueba para el análisis sensorial es el panel de personas reclutadas para realizar tareas específicas de evaluación sensorial. Por lo general, el reclutamiento de panelistas puede iniciarse con el personal que trabaja en la institución u organización en que se lleve a cabo la investigación. La mayoría de personas, que trabajan en una organización, son panelistas potenciales.

2.4.3.6.1. Orientación a los panelistas

Los individuos que participen solamente en los paneles internos de aceptabilidad (paneles no entrenados), no necesitan recibir entrenamiento adicional; sin embargo, resulta útil demostrar la forma en que la boletas deben ser marcadas utilizando un pizarrón. La explicación del método y el procedimiento de prueba reducirá las posibilidades de confusión y facilitará el trabajo de los panelistas, ya que es importante que los panelistas comprendan los procedimientos y el uso de boletas, para que puedan completar la prueba en una forma similar.

Se debe recomendar a los panelistas que eviten el uso de materiales que tengan olores fuertes, tales como jabones, lociones y perfumes, antes de participar en los paneles; asimismo, deberán abstenerse de comer, beber o fumar por lo menos 30 minutos antes del inicio de una prueba sensorial.

2.4.3.6.2. Selección inicial de panelistas

Los panelistas, que acepten integrar los paneles entrenados, deberán someterse a pruebas, para determinar si tienen agudeza sensorial normal. Estos pueden realizarse al pedirles que en una prueba identifique sabores básicos y olores comunes.

2.4.3.6.3. Prueba de reconocimiento básico de sabores

En las pruebas de reconocimiento se pueden utilizar las siguientes concentraciones de los cuatro sabores básicos: dulce, ácido, salado y amargo.

Sabor básico	Sustancia	Concentración
Dulce	Sacarosa	2,5 g/250 ml
Salado	Cloruro de sodio	0,5 g/250 ml
Ácido	Ácido cítrico	0,1 g/250 ml
Amargo	Cafeína	0,003 g/ 250 ml

Estas soluciones se preparan con agua destilada. Se necesitan entre 25 a 30 ml de solución por panelista. Para su degustación, las soluciones son servidas en pequeños vasos codificados. Entre las 4 soluciones básicas se

ponen al azar una a dos muestras que contengan agua. Las muestras codificadas se deben presentar a cada panelista en órdenes aleatorios diferentes. Se debe instruir a los panelistas para que se enjuaguen la boca con agua entre una muestra y otra y si es necesario, pueden aclarar la boca comiendo galletas.

2.4.3.6.4. Prueba de reconocimiento de olores básicos

En la prueba de reconocimiento de olores básicos, se pueden usar sustancias comunes de uso en el hogar. Las sustancias aromáticas se deben poner en frascos de vidrio oscuro o tubos de ensayo; los frascos transparentes se pueden envolver con papel de aluminio, a fin de que no haya indicaciones visuales de los materiales. Los frascos deben estar bien tapados. Los materiales líquidos se pueden poner en una bola de algodón en el tubo y los sólidos, se pueden poner directamente en el tubo, cubriéndolos con algodón. Los frascos o tubos se deben llenar hasta 1/4 o 1/2 de su capacidad, con el objeto de dejar espacio encima de la muestra, para que se concentren las sustancias volátiles.

Se instruye a los panelistas para que acerquen el frasco a la nariz, quiten la tapadera y husmeen brevemente 3 veces. A continuación, ellos deben registrar el nombre del olor o de un olor aproximado, en caso de que no puedan identificar el nombre exacto, junto al código de muestra que aparece en la boleta. Por ejemplo, pueden escribir condimentado en caso de que no puedan nombrar la especie exacta. Al interpretar los resultados, se debe dar la nota más alta al nombre correcto y la mitad de la nota un nombre que se relacione con el olor.

A continuación se presenta una lista de sustancias que se han utilizado para prueba de olores.

Sustancia	Olores aproximados
Vinagre agrio	Ácido acético encurtidos
Café	Café tostadura
Cebolla	Cebolla sulfúreo
Clavo de especie	Clavo de especie especia
Canela	Canela, eugenol especia
Miel	Miel dulce
Pimienta negra	Pimienta picante
Mostaza preparada	Mostaza encurtidos
Cetona	Acetona quita esmalte
Alcohol	Alcohol, etanol vodka
Ajo	Ajo sulfúreo
Limón	Limón, agrio, ácido fruta cítrica

2.4.3.7. Pruebas de aceptabilidad

Las pruebas de aceptabilidad se emplean para determinar el grado de aceptación de un producto por parte de los consumidores. La aceptabilidad de un producto generalmente indica el uso real del producto (compra y consumo).

2.4.3.7.1. Descripción de las tareas de los panelistas

En esta prueba se les pide a los panelistas que ordenen las muestras codificadas, con base en su aceptabilidad, desde la menos aceptada hasta la más aceptada.

2.4.3.7.2. Presentación de las muestras

Tres o más muestras son presentadas en recipientes idénticos, codificados con números aleatorios de tres dígitos. Cada muestra recibe un número diferente. Todas las muestras se presentan simultáneamente a cada panelista, en un orden aleatorio. El saborear las muestras más de una vez, sí es permitido en esta prueba.

2.4.3.7.3. Análisis de datos

Para el análisis de los datos, se suma el total de los valores de posición asignados a cada muestra; a continuación se determinan las diferencias significativas entre muestras comparando los totales de los valores de posición de todos los posibles pares de muestras utilizando la prueba de Friedman. Si la diferencia entre los pares totales de valores de posición es superior al valor crítico de la tabla, se concluye que el par de muestras es significativamente diferente al nivel de significancia seleccionado.

2.4.3.8. Pruebas hedónicas

Las pruebas hedónicas están destinadas a medir cuánto 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 "me disgusta muchísimo". Los panelistas indican el grado en que les agrada cada muestra, escogiendo la categoría apropiada.

2.4.3.8.1. Descripción de la tarea de los panelistas

A los panelistas se les pide evaluar muestras codificadas de varios productos, indicando cuanto les agrada cada muestra, 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 escala es permitido asignar la misma categoría a más de una muestra.

2.4.3.8.2. Presentación de las muestras

Las muestras se presentan en recipientes idénticos, codificados con números aleatorios de 3 dígitos. Cada muestra deberá tener un código diferente. El orden de presentación de las muestras puede ser aleatorizado para cada panelista o de ser posible, balanceado. En un orden de presentación balanceado, cada muestra se sirve en cada una de las posibles posiciones que puede ocupar (primera, segunda, tercera, entre otros) un número igual de veces.

Las muestras se pueden presentar todas al mismo tiempo o una a una; la presentación simultánea de las muestras es preferible ya que, es más fácil de administrar y permite a los panelistas volver a evaluar las muestras si así lo desean y además, hacer comparaciones entre las muestras.

2.4.3.8.3. Análisis de datos

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 para cada muestra, se tabulan y analizan utilizando análisis de varianza (Anova), para determinar si existen diferencias significativas en el promedio de los puntajes asignados a las muestras. En el análisis de varianza (Anova), la varianza total se divide en varianza asignada a diferentes fuentes específicas. La varianza de las medias entre muestras se compara con la varianza de dentro de la muestra (llamada también error experimental aleatorio).

Dado que la varianza total, dentro de las muestras, es resultado de combinar las varianzas individuales de dentro de las muestras, un supuesto necesario es que las varianzas verdaderas, dentro de las muestras, son idénticas. Si las muestras no son diferentes, la varianza de las medias entre muestras será similar al error experimental. La varianza correspondiente a los panelistas o a otros efectos de agrupación en bloque, puede también compararse con el error experimental aleatorio.

La medida de la varianza total para la prueba, es la suma total de los cuadrados. La varianza medida, entre las medias de las muestras, es la suma de los cuadrados de los tratamientos. La medida de la varianza, entre las medias de panelistas, es la suma de los cuadrados de los panelistas. La suma de los cuadrados del error, es la medida de la varianza debida al error experimental o aleatorio. Los cuadrados medio para el tratamiento, los panelistas y el error, se calcula dividiendo cada SC entre sus respectivos grados de libertad.

Una vez detectada una diferencia significativa, pueden hacerse pruebas de comparación múltiple, para determinar cuáles son las medias del tratamiento o de la población que difieren entre sí.

2.4.3.9. Pruebas de preferencia

Las pruebas de preferencia les permiten a los consumidores seleccionar entre varias muestras, indicando si prefieren una muestra sobre otra o si no tienen preferencia.

2.4.3.9.1. Descripción de la tarea de los panelistas

En esta prueba se les pregunta a los panelistas cuál de las dos muestras codificadas prefieren. Se les pide que seleccionen una; incluso, si ambas muestras les parecen idénticas.

2.4.3.9.2. Presentación de las muestras

Las dos muestras (A y B) se presentan en recipientes idénticos, codificados con números aleatorios de 3 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 ambos órdenes el mismo número de veces. Si el panel estuviera integrado por 20 jueces, 10 debería recibir la muestra A primero y los otros 10, la muestra B primero. Con paneles muy numerosos, el orden de cada panelista puede seleccionarse al azar. Ya que hay 50 % de posibilidades de que cada panelista reciba primero la muestra A o la muestra B, ambos órdenes deben presentarse a un número de panelistas aproximadamente igual.

Las muestras se presentan 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 la muestra varias veces, si es necesario. El orden en que los panelistas evaluarán las muestras debe indicarse en la boleta.

2.4.4. Análisis de costos

Cuando una empresa o negocio realiza una inversión incurre en un desembolso de efectivo, con el propósito de generar en el futuro beneficios económicos que ofrezcan un rendimiento atractivo para quienes invierten. Evaluar un proyecto de inversión consiste en determinar, mediante un análisis de costo-beneficio, si genera o no el rendimiento deseado para entonces tomar la decisión de realizarlo o rechazarlo.

Antes de emprender un nuevo proyecto o negocio se debe contar con una planeación estratégica que contenga: análisis financiero, estudio técnico sobre productos y servicios, análisis de mercado (demanda y competencia), estudio de ubicación, estructura operativa y organizacional, aspectos legales y fiscales, plan de mercadotecnia, creación y diseño de marca entre otros.

Dentro de los aspectos financieros a considerar, están los siguientes: pronóstico de ventas, proyección de gastos, estructura de costos, utilidad esperada y ciertos indicadores, como punto de equilibrio, retorno de inversión, valor presente neto y tasa interna de retorno; sin embargo, hay un tema que resulta fundamental y que si se sale de control puede representar el fracaso del proyecto, esto es: la inversión inicial.

Se debe entender por inversión la materialización de recursos financieros o capital para adquirir bienes, servicios, infraestructura o insumos destinados a la operación de un negocio; de cierta forma, se estaría disponiendo de recursos actuales (propios o financiados), a cambio de una expectativa económica de beneficios futuros.

Para determinar la conveniencia al momento de realizar una inversión hay que evaluar, entre otros, los siguientes aspectos: el rendimiento esperado, considerando distintas variables de rentabilidad; el factor riesgo; la ventana de tiempo para recuperar la inversión o retorno de inversión esperado, así como la generación de utilidades reales.

Dependiendo el tipo de negocio, la inversión se integra por diversos rubros, como por ejemplo: los relacionados con el inmueble; su búsqueda, selección y análisis de geo mercadotecnia; depósitos de renta y garantías; proyecto arquitectónico; construcción o remodelación; instalaciones y acabados, así como licencias y permisos. Hay proyectos que requieren la adquisición de un inmueble o el pago de traspaso o “guante”, recursos que si bien se desligan del proyecto central al ser considerado como una inversión inmobiliaria, debe tenerse en cuenta.

2.4.5. Análisis microbiológico

Es necesario contar con estos análisis ya que certifican que los productos sean inocuos nos pueden resultar útiles para encontrar puntos de contaminación.

2.4.5.1. Recuento total de bacterias

En diversos estudios microbiológicos (como análisis de alimentos, de agua de bebida, de productos farmacéuticos o del medioambiente, entre otros), se requiere conocer el número de microorganismos presentes en un material con objetivo de determinar su calidad. El procedimiento es esencialmente el mismo que para la medida del crecimiento de las poblaciones de bacterias. El crecimiento de poblaciones microbianas puede determinarse mediante métodos de medida de la masa total celular, que generalmente es directamente proporcional al número de células, (métodos de determinación del peso, de la actividad del cultivo o métodos turbidimétricos) o por la determinación del número de células.

El número de bacterias puede determinarse directamente por recuento del número total de células o indirectamente por la estimación del número más probable, por filtración o por el recuento de células viables en placa (células capaces de dividirse en un medio de cultivo sólido, también se refieren como unidades formadoras de colonias, UFCs).

- Recuento directo de bacterias al microscopio: es una técnica para determinar el número total de organismos de una muestra: Se utilizan cámaras de recuento (cámara de Petroff-Hauser) y visualización al microscopio. Es un método rápido del número total de células de una muestra pero no distingue entre viables o no viables.
- Recuento directo con contadores electrónicos: se utiliza el contador Coulter recuenta el número de células suspendidas en un líquido, a su paso por un orificio por donde fluye la corriente eléctrica. Se puede

determinar a su vez el tamaño de las células pero tampoco distingue entre viables, muertas o partículas.

- Recuento en filtros de membrana: en este método el recuento se realiza por filtración de un volumen de la muestra, a través de un filtro de membrana de tamaño adecuado para retener a las bacterias (0,22-0,45 μm). Una vez filtrada la muestra, el filtro se coloca sobre un medio de cultivo sólido y se incuba. El recuento del número de colonias formadas sobre el filtro determina el número total de bacterias en la muestra filtrada. Es un método útil cuando el número de bacterias presentes en la muestra es muy bajo. Se utiliza con frecuencia para determinar el número de bacterias en agua.

- Métodos de recuento de bacterias viables en placa: estos métodos ofrecen la ventaja de cuantificar solo a las bacterias viables presentes en una muestra. Implican la dilución seriada de la muestra en agua, caldo o solución salina, la inoculación de la dilución en medio de cultivo sólido y la incubación durante 24-48 horas a la temperatura apropiada y en placa, son métodos de estimación de bacterias viables en término de unidades formadoras de colonias (UFCs). El número de unidades formadoras de colonias de una suspensión bacteriana puede determinarse mediante dos técnicas:
 - Recuento en placa por siembra en profundidad: consiste en añadir medio de cultivo fundido y enfriado a 50 °C sobre placa de Petri que contiene una cantidad determinada de la muestra diluida. Se tapa la placa y se rota para mezclar la muestra en el agar. Cuando el agar solidifica se incuban las placas. Las colonias se desarrollan tanto dentro del agar como en la superficie. Es un método

generalmente utilizado para el recuento de microorganismos anaerobios facultativos o microaerofilos.

- Recuento en placa por siembra en superficie: consiste en la siembra de un volumen conocido de la dilución de la muestra sobre la superficie de un medio de cultivo en placa Petri. En este método todas las colonias crecen sobre la superficie del medio. Generalmente se utiliza esta técnica para el recuento de bacterias aerobias.

2.4.5.2. *E- coli*

Escherichia coli es una bacteria intestinal que se encuentra en el intestino y heces de los mamíferos (incluyendo al hombre). La mayoría de estos microorganismos no producen enfermedades a sus portadores aunque en ocasiones debido a mutaciones o por la ingesta de cepas con capacidad toxicogénica pueden producir graves enfermedades e incluso la muerte. Este es el caso ocurrido en Alemania estos días.

En este artículo se pretende dar una breve y sencilla explicación sobre la naturaleza de estas bacterias y su papel en la industria agroalimentaria, así como, la metodología a seguir para que cualquier laboratorio de control interno de la calidad (incluso los más modestos) pueda controlar sus productos antes de su salida al mercado. *E. coli* pertenece a la familia de las enterobacterias y en particular al grupo de los coliformes (grupo que se suele subdividir en coliformes totales y coliformes fecales). *E. coli* se considera el indicador fecal más fiable y estudiado ya que su presencia es indicativa en todos los casos de contaminación fecal. Es por ello que en la gran mayoría de productos de

consumo humano (alimentos y agua) el estudio de este organismo es necesario.

Además de *E. coli* la presencia en cantidades determinadas de enterobacterias y coliformes en los alimentos, se considera que el procesado de los mismos no se ha realizado con las medidas de inocuidad necesarias. De esta forma la presencia de *E. coli* en aguas y alimentos es indicativo de la posible presencia de microorganismos patógenos de origen fecal, mientras que la presencia de enterobacterias y coliformes son indicativos de una manipulación y procesado con medidas insuficientes de higiene, pero no necesariamente con una carga microbiana de origen fetal. La industria alimentaria, conociendo los riesgos que puede implicar una intoxicación a partir de este tipo de microorganismos, suele aplicar protocolos para la determinación de enterobacterias, coliformes fecales y totales y *E. coli* en sus productos de forma rutinaria.

2.4.5.3. Recuento de mohos y levaduras

En el caso de los mohos, estos son filamentosos, lo que significa que poseen un micelio vegetativo aéreo y otro profundo, los cuales suelen aparecer generalmente en los alimentos. Este micelio posee ciertas estructuras denominadas "hifas" las cuales pueden o no ser divididas, dando una apariencia de filamentosos, entre los cuales se tiene la *Penicillium sp.*, *Aspergillus flavus*.

Por otro lado las levaduras son mucho menos complejas y no poseen micelios, por lo que se encuentran en colonias típicas, las cuales son como las de las bacterias, y además, se usan mucho en los procesos de fermentación de

bebidas alcohólicas, tales como la *Saccharomyces Cerevisiae*, la cual es empleada en la industria cervecera.

Asimismo, se puede decir que ambos suelen crecer en ambientes ácidos y además son organismos psicrótrofos, lo que quiere decir que crecen a temperaturas bajas entre -5 a 5 °C, a pesar que su temperatura de crecimiento óptimo es alrededor de los 18 °C. Por otro lado existen hongos macroscópicos, los mismos que son heterótrofos, es decir que no son capaces de sintetizar sus propios alimentos, por lo que lo obtienen de otros organismos, y además el principal componente de su pared celular es la quitina, tratándose de organismos que cuentan con célula y núcleos definidos (eucariotes) a diferencia de las levaduras.

2.4.5.4. Estimado de coliformes totales

La presencia de bacterias coliformes en los alimentos no significa necesariamente que hubo una contaminación fecal o que hay patógenos entéricos presentes. Las bacterias coliformes son particularmente útiles como componentes de criterios microbiológicos para indicar contaminación posproceso térmico.

Algunos coliformes (*E. coli*) son comunes en las heces del hombre y otros animales, pero otros (*Enterobacter*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Erwinia*) comúnmente se encuentran en el suelo, agua y semillas. Generalmente, en la leche cruda, vegetales, carne, aves y otros alimentos crudos se encuentran recuentos bajos de bacterias coliformes naturalmente por lo que presentan poco o ningún valor para el monitoreo de los mismos. Estos organismos se eliminan fácilmente por tratamiento térmico, por lo cual su presencia en alimentos sometidos al calor

sugiere una contaminación posterior al tratamiento térmico o que este ha sido deficiente.

Esto debería generar la determinación del punto del proceso donde se produjo la contaminación. Si se obtiene un recuento elevado en alimentos que han sufrido un proceso térmico, debe considerarse que existieron fallas (ausencia o deficiencia) en la refrigeración poscocción. Los coliformes se estresan subletalmente por congelación, por lo que el recuento de coliformes en alimentos freezados debe ser interpretado con cuidado. El uso del recuento de coliformes como indicador requiere un conocimiento amplio del proceso que al alimento ha sufrido (producción, procesamiento, distribución) y del efecto que él ha tenido en las bacterias coliformes.

2.4.5.5. Normativos para criterios microbiológicos en inocuidad de alimentos

En el presente la República de Guatemala cuenta con un normativo que expone los criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos, este normativo es el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) 67.04.50:08, el cual está basado en el *Codex Alimentarius*. Este reglamento tiene como objetivo establecer los parámetros microbiológicos de la inocuidad de los alimentos y sus límites de aceptación para el registro y la vigilancia en los puntos de comercialización, y se divide en grupos de alimentos. Bajo el grupo 6 se definen los productos elaborados a partir de cereales y bajo el subgrupo 6,1 cereales hojuelas y polvo; mezclas para refresco y cereales para desayuno. Especifica que el parámetro para este subgrupo es *Escherichia coli* con un límite máximo permisible de < 3 NMP/g.

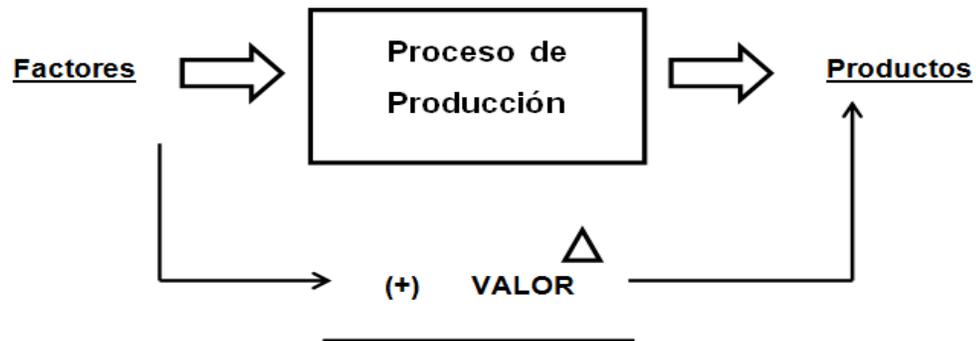
En otros países como Argentina crean su propio Sistema Nacional de Control de Alimentos (SNCA) para el cumplimiento de su Código Alimenticio Argentino (CAA) el cual es la norma fundamental para el mismo. El SNCA está compuesto por 3 entidades: Comisión Nacional de Alimentos (CONAL), Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) y la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica / Instituto Nacional de Alimentos (ANMAT/INAL).

2.4.6. Diseño de la línea de producción

Las áreas de actividad están en relación directa con las funciones básicas que realiza la empresa con el fin de lograr sus objetivos, dichas áreas comprenden actividades, funciones y labores entre las cuales una de las más importantes es la producción, ya que el proceso de transformación social de la naturaleza, mediante el trabajo y el capital.

Todo proceso de producción es un sistema de acciones dinámicamente interrelacionadas orientado a la transformación de ciertos elementos “entrados”, denominados factores, en ciertos elementos “salidos”, denominados productos, con el objetivo primario de incrementar su valor, concepto referido a la “capacidad para satisfacer necesidades”.

Figura 1. **Diagrama de un proceso de producción**



Fuente: elaboración propia.

Los elementos esenciales de todo proceso productivo son:

- Los factores o recursos: en general, toda clase de bienes o servicios económicos empleados con fines productivos.
- Las acciones: ámbito en el que se combinan los factores en el marco de determinadas pautas operativas.
- Los resultados o productos: en general, todo bien o servicio obtenido de un proceso productivo.

La teoría de la producción estudia estos sistemas, asumiendo que esa noción de transformación no se limita exclusivamente a las mutaciones técnicas inducidas sobre determinados recursos materiales, propia de la actividad industrial. El concepto también abarca a los cambios “de modo”, “de tiempo”, “de lugar” o de cualquier otra índole, provocados en los factores con similar intencionalidad de agregar valor.

Cualquier bien o servicio surgido de un proceso de producción es su “producto”. Los productos son el resultado colectivo del desarrollo de las acciones que componen el proceso de su producción. Es decir que los productos son quienes “diseñan” el proceso de producción, o más concretamente, quienes definen las acciones que deben desarrollarse para poder obtenerlos.

Si bien el concepto de “producto” está habitualmente asociado a los bienes o servicios que una organización pone a disposición de un mercado, en realidad, el mismo es abarcativo de todo bien o servicio surgido de un proceso, con independencia de su “vínculo” con un mercado.

3. METODOLOGÍA

3.1. Variables

Para lograr el cumplimiento de los objetivos y como resultado de la revisión bibliográfica, se describen a continuación las variables que influyen en procedimiento experimental planteado, así como las variables que serán sujetas a medición para determinar las variables respuestas de la investigación.

3.1.1. Variables de control

Este tipo de variable no se manipula, en cambio, se mantienen constantes de un ensayo a otro.

Tabla VI. **Determinación de variables de control**

Núm.	Variable	Dimensional	Factor potencial de diseño	
			Constantes	Variables
Porcentaje en peso de avena molida /harina de soja Para las 6 muestras distintas				
1	Porcentaje en peso de avena molida	%		X
2	Porcentaje en peso de harina de soja	%		X
3	Masa a trabajar de mezcla	g	X	

Continuación de la tabla VI.

Núm.	Variable	Dimensional	Factor potencial de diseño	
			Constantes	Variables
Análisis nutricional proximal (FAO)				
4	Calorías	Kcal		X
5	Carbohidratos totales	g/100 g producto		X
6	Cenizas	g/100 g producto		X
7	Fibra cruda	g/100 g producto		X
8	Grasa	g/100 g producto		X
9	Humedad	g/100 g producto		X
10	Proteína	g/100 g producto		X
Estudio por medio de paneles sensoriales				
11	Muestra seleccionada por preferencia	-		X
Evaluación de costos				
12	Costos fijos	Q		X
13	Costos variables	Q		X
14	Costos totales	Q		X

Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Variables independientes

Estas variables tienen la capacidad para afectar, influir o incidir en otras variables.

Tabla VII. **Determinación de variables independientes**

Núm.	Variable	Dimensional	Independiente
Porcentaje en peso de avena molida /harina de soja para las 6 muestras			
1	Porcentaje en peso de avena molida	%	Formulación inicial para cada una de las 6 muestras
2	Porcentaje en peso de harina de soja	%	
3	Masa a trabajar de mezcla	G	

Fuente: elaboración propia.

3.1.3. Variables dependientes

Estas variables están indicadas en función de otras variables independientes.

Tabla VIII. **Determinación de variables dependientes**

Núm.	Variable	Dimensional	Dependientes
Análisis nutricional proximal (FAO)			
1	Calorías	g/100 g producto	Análisis por muestra (6)
2	Carbohidratos totales	g/100 g producto	
3	Cenizas	g/100 g producto	
4	Fibra cruda	g/100 g producto	
5	Grasa	g/100 g producto	
6	Humedad	g/100 g producto	
7	Proteína	g/100 g producto	
Estudio por medio de paneles sensoriales			
8	Muestra seleccionada por preferencia	-	Análisis por muestra (6)
Evaluación de costos			
9	Costos fijos	Q	Análisis por muestra (6)
10	Costos variables	Q	
11	Costos totales	Q	

Fuente: elaboración propia.

3.1.4. Variables de medición

Este tipo de variables son aquellas que se les ha asignado un valor de un elemento en observación.

Tabla IX. **Determinación de variables de medición**

Núm.	Variable	Dimensional	
Porcentaje en peso de avena molida /harina de soja para las 6 muestras			
1	Porcentaje en peso de avena molida	%	Porcentaje
2	Porcentaje en peso de harina de soja	%	Porcentaje
3	Masa a trabajar de mezcla	G	Gramos
Análisis nutricional proximal (FAO)			
4	Calorías	Kcal	Kilocalorías
5	Carbohidratos totales	g/100 g producto	gramos/100 de mezcla
6	Cenizas	g/100 g producto	gramos/100 de mezcla
7	Fibra cruda	g/100 g producto	gramos/100 de mezcla
8	Grasa	g/100 g producto	gramos/100 de mezcla
9	Humedad	g/100 g producto	gramos/100 de mezcla
10	Proteína	g/100 g producto	gramos/100 de mezcla

Continuación de la tabla IX.

Núm.	Variable	Dimensional	
Estudio por medio de paneles sensoriales			
11	Muestra seleccionada por preferencia	-	-
Evaluación de costos			
12	Costos fijos	Q	Quetzales
13	Costos variables	Q	Quetzales
14	Costos totales	Q	Quetzales

Fuente: elaboración propia.

3.2. Delimitación del campo de estudio

- Campo de estudio: tecnología de los alimentos.
- Área de Investigación: creación de productos nuevos.
- Proceso: diseño de un proceso para la obtención de una bebida nutritiva a partir de harina de soja (*Glycine max*) y avena molida (*Avena sativa L.*) y su respectiva evaluación nutricional, microbiológica y económica.
- Etapa del proceso: evaluación nutricional y de la calidad de la proteína por el método Digestibilidad de la proteína corregida por la puntuación de aminoácidos (PDCAAS) de la mezcla vegetal proteica para la elaboración de una bebida nutritiva.
- Ubicación: la materia prima de la mezcla para la bebida nutritiva se obtuvo de una empresa privada dentro de la ciudad de Guatemala.

- El análisis químico de las propiedades nutricionales y microbiológicas se realizó en el laboratorio privado Inlasa, S. A., Guatemala.

3.3. Recursos humanos disponibles

- Investigador: Heber Josué Muñoz García
- Asesor: Inga. Qca. Hilda Palma
- Facilitador: Ing. Williams Álvarez

3.4. Recursos materiales disponibles

A continuación se enlistan todos los recursos utilizados en la investigación para el desarrollo del estudio.

3.4.1. Materia prima

- Harina de soja
- Avena molida
- Almidón de maíz
- Azúcar
- Carbonato de calcio
- Aroma de vainilla artificial
- Aroma de canela artificial

3.4.2. Equipo

- 1 balanza 0,01 g
- *Beackers* de 250 ml

- Bolsas de polietileno de 5 lbs
- 1 espátula

3.5. Técnica cuantitativa

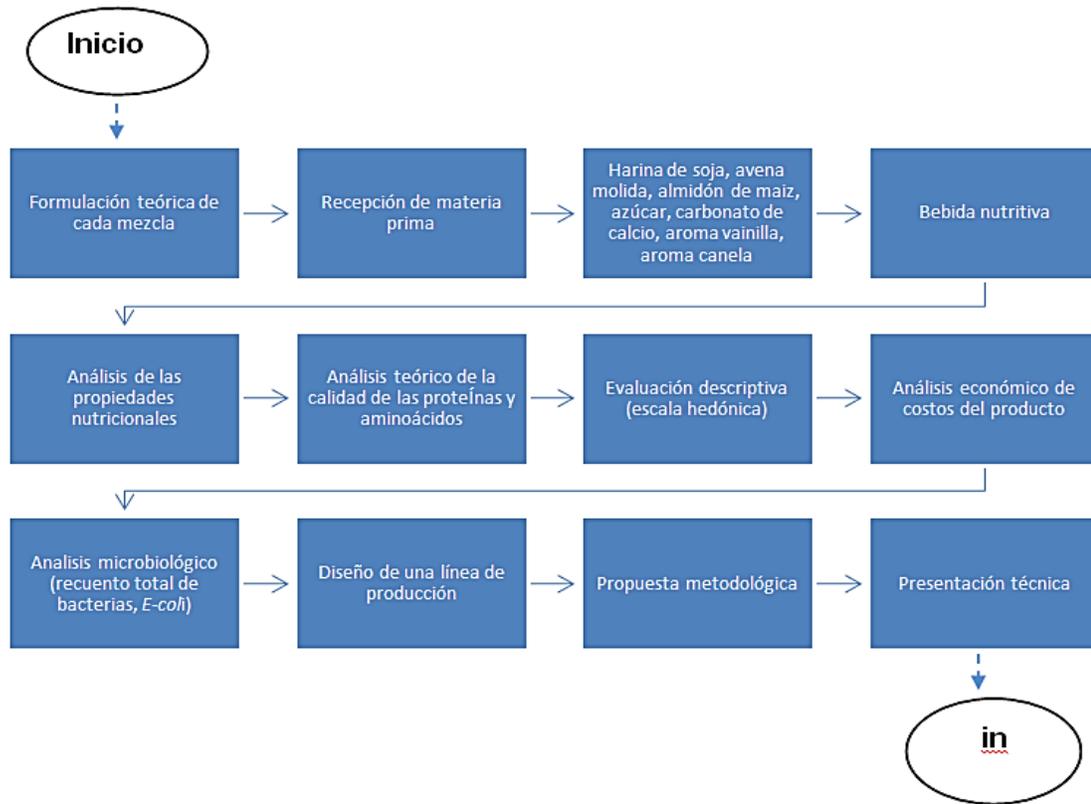
Se desarrolló una técnica cuantitativa dentro de la investigación, la cual consistió de distintos pasos entre los cuales se encuentran los siguientes: para comenzar se realizaron 4 mezclas de las distintas concentraciones en peso de harina de soja y avena molida dentro de la base de la mezcla. A estas 6 mezclas se les realizó un análisis de la evaluación nutricional proximal en un laboratorio privado dentro de la ciudad de Guatemala, y asimismo, la evaluación teórica de la calidad de la proteína por el método Digestibilidad de la proteína corregida por la puntuación de aminoácidos (PDCAAS).

Posteriormente se realizó una prueba microbiológica en el laboratorio mencionado anteriormente de recuento total de bacterias y *E-coli*. Seguidamente se realizó un análisis a través de paneles sensoriales de tipo de jueces consumidores, por medio de pruebas hedónicas de nueve puntos, analizando estadísticamente los resultados encontrados con este tipo de análisis sensorial. Finalizando la investigación con un análisis de costos de la bebida final para implementación del mismo en la empresa interesada.

3.5.1. Diseño general del proyecto

La descripción general del procedimiento que se realizó para llevar a cabo el proyecto es el que se muestra en la siguiente figura.

Figura 2. **Diseño general del proyecto**



Fuente: elaboración propia, con base en el programa Visio.

3.6. **Recolección y ordenamiento de la información**

La mezcla de harina de soja (*Glycine max*) y avena (*Avena sativa L.*), se obtuvo por el método convencional para obtener harinas, que es deshidratar la materia prima para luego moler y tamizar hasta una granulometría requerida. Esta harina puede ser empleada en la industria alimentaria ya que tiene características particulares que se adecuan a los requerimientos de esta industria y sus productos.

La mezcla de harina de soja (*Glycine max*) y avena (*Avena sativa L.*) fue analizada en seis mezclas (80:20, 60:40, 50:50, 40:60, 20:80 y 0:100), que contienen distintas cantidades de harina de soja (*Glycine max*) y avena (*Avena sativa L.*) respectivamente. Esto para determinar cuál de estas composiciones tiene la mayor cantidad de nutrientes que favorecen a la ingesta humana diaria. Las propiedades hasta ahora analizadas y estudiadas tanto para la harina de soja como para la avena concluyen que es comestible en su totalidad y no tiene compuestos químicos que pueden ser dañinos para el ser humano.

Tabla X. **Datos nutricionales de la avena (*Avena sativa L.*) en contenido de aminoácidos en 100 g de producto**

Nutriente	Cantidad	Nutriente	Cantidad
Ácido aspártico	961 mg	Leucina	883 mg
Ácido glutámico	2 510 mg	Lisina	476 mg
Alanina	623 mg	Metionina	199 mg
Arginina	736 mg	Prolina	753 mg
Cistina	277 mg	Serina	641 mg
Fenilalanina	606 mg	Tirosina	390 mg
Glicina	675 mg	Treonina	398 mg
Hidroxiprolina	0 mg	Triptófano	154 mg
Histidina	234 mg	Valina	641 mg
Isoleucina	485 mg		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Datos nutricionales de la soja (*Glycine max*) en contenido de aminoácidos en 100 g de producto**

Nutriente	Cantidad	Nutriente	Cantidad
Ácido aspártico	4 095 mg	Leucina	2 632 mg
Ácido glutámico	7 156 mg	Lisina	2 340 mg
Alanina	1 535 mg	Metionina	530 mg
Arginina	2 870 mg	Prolina	2 139 mg
Cistina	539 mg	Serina	1 901 mg
Fenilalanina	1 700 mg	Tirosina	1 325 mg
Glicina	1 535 mg	Treonina	1 471 mg
Hidroxiprolina	0 mg	Triptófano	439 mg
Histidina	868 mg	Valina	1 800 mg
Isoleucina	1 737 mg		

Fuente: elaboración propia.

3.7. Análisis estadístico

Para obtener un valor representativo de cada variable medida durante el muestreo, se calculó la media aritmética de cada grupo de variables. Se utilizó la siguiente ecuación:

(Ecuación 1)

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

En donde:

\bar{x} = media aritmética de cada variable

x = valor de cada dato por variable

n = número de datos por variable

Para cuantificar la dispersión de los valores de una variable según el valor de la media aritmética se utilizó la desviación estándar, la cual representa el error aleatorio del sistema.

(Ecuación 2)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_n^i (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

En donde:

S = desviación estándar

\bar{x} = media aritmética de cada variable

x = valor de cada dato por variable

n = número de datos por variable

3.8. Plan de análisis de los resultados

El análisis de los datos es el proceso de evaluar detalladamente y transformar los datos para resaltar la información.

3.8.1. Metodología de análisis de los resultados

Los resultados serán analizados gráficamente, matemáticamente y estadísticamente por medio del programa Microsoft Excel, debido a que de esta manera es posible encontrar los parámetros óptimos para la mezcla de la proteína vegetal. Para poder hallar la mejor mezcla según el gusto de los consumidores y determinar un análisis de costos de implementación del sistema de producción.

4. RESULTADOS

- Objetivo: evaluación por medio de un análisis nutricional proximal de las 6 mezclas con distintas proporciones de harina de soja y avena molida (80:20, 60:40, 50:50, 40:60, 20:80 y 0:100).

Tabla XII. **Análisis proximal de las 6 mezclas de harina de soja y avena**

Núm.	Variable	Dimensional	Mezcla					
			1	2	3	4	5	6
Análisis nutricional proximal								
2	Carbohidratos totales	g/100 g producto	15,45	22,58	31,39	32,89	42,79	50,55
3	Cenizas	g/100 g producto	8,48	7,92	8,04	8,76	6,73	6,26
4	Fibra cruda	g/100 g producto	35,40	35,70	28,62	27,17	23,48	20,48
5	Grasa	g/100 g producto	1,11	2,36	2,38	3,86	3,55	4,51
6	Humedad	g/100 g producto	9,24	8,98	8,77	8,91	9,15	10,18
7	Proteína	g/100 g producto	30,32	22,46	20,80	18,41	14,30	8,02

Fuente: hoja de análisis realizado en el Laboratorio de Bromatología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

- Objetivo: evaluar la calidad de la proteína de las 6 mezclas.

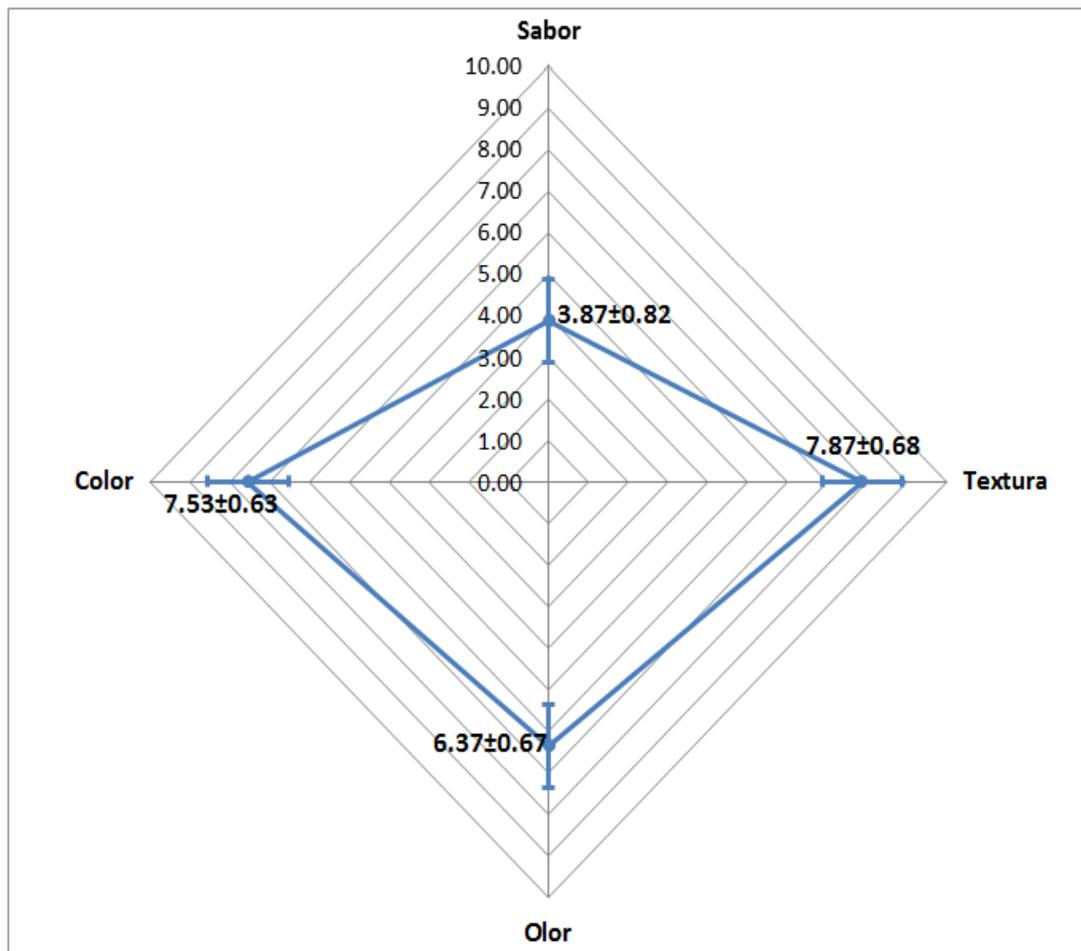
Tabla XIII. **Análisis de la digestibilidad de la proteína corregida por la puntuación de aminoácidos (PDCAAS), para las 6 mezclas de harina de soja y avena**

	PDCAAS
Mezcla (80:20)	0,18
Mezcla (60:40)	0,15
Mezcla (50:50)	0,13
Mezcla (40:60)	0,12
Mezcla (20:80)	0,09
Mezcla (0:100)	0,05

Fuente: elaboración propia, apéndice 3.

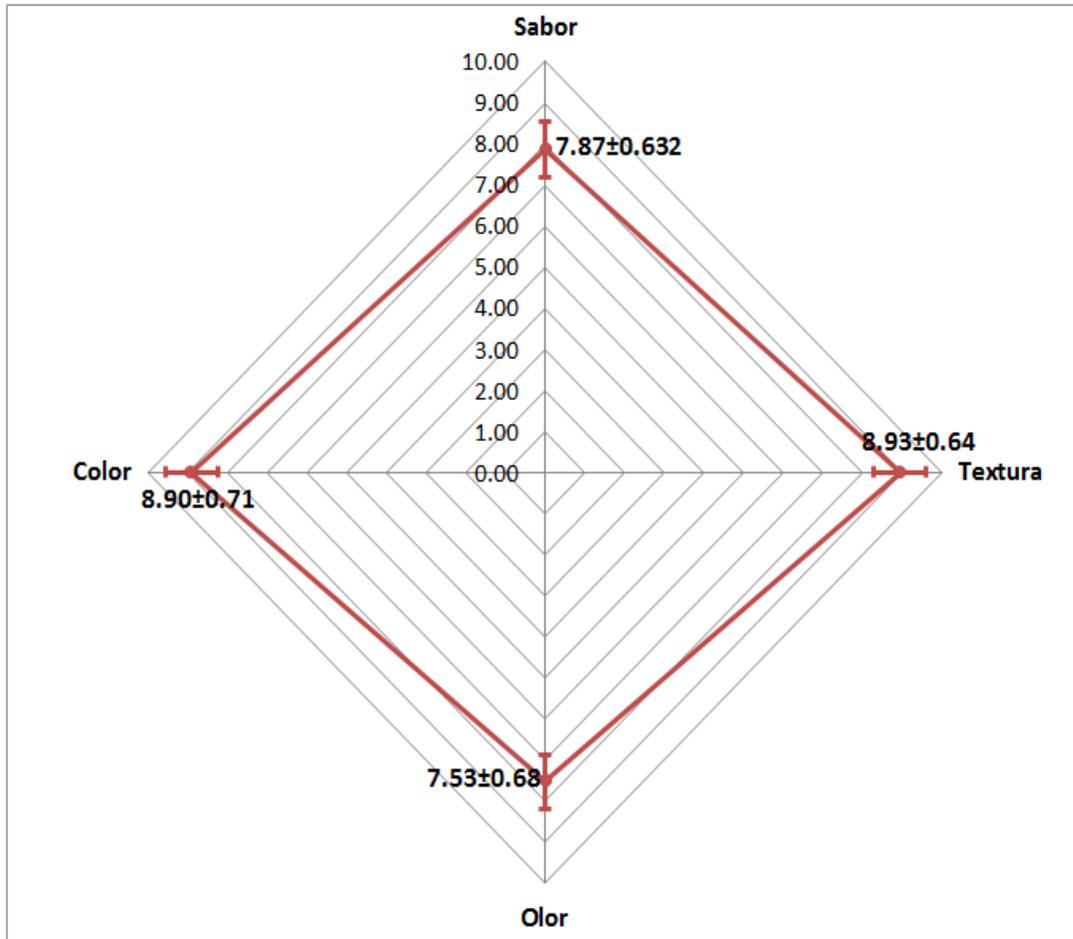
- Objetivo: evaluar por medio de una prueba sensorial hedónica de nueve puntos las mezclas obtenidas con el mayor valor nutricional.

Figura 3. **Prueba de aceptabilidad para la mezcla vegetal de soja-avena en proporción 80:20**



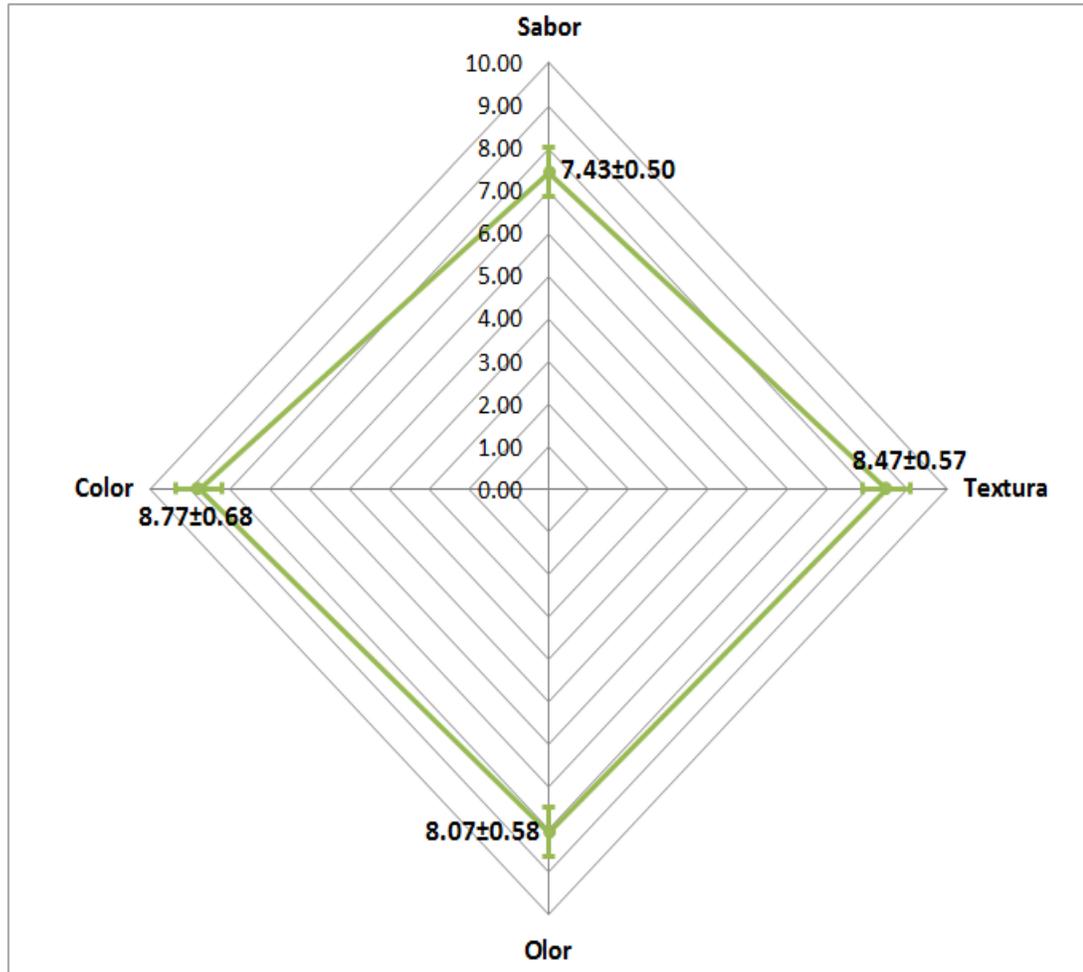
Fuente: análisis sensorial tabla d, n= 30 panelistas, apéndice 3.

Figura 4. Prueba de aceptabilidad para la mezcla vegetal de soja-avena en proporción 60:40



Fuente: análisis sensorial tabla e, n= 30 panelistas, apéndice 3.

Figura 5. Prueba de aceptabilidad para la mezcla vegetal de soja-avena en proporción 50:50



Fuente: análisis sensorial tabla f, n= 30 panelistas, apéndice 3.

- Objetivo: evaluar por medio de un estudio económico la fabricación de la bebida.

Tabla XIV. **Presupuesto para realizar un *batch* de producto**

	Presentación	Cantidad	Valor unitario (Q)	Valor total (Q)
Equipo				
Arrendamiento mezclador de acero inoxidable	Unidad	1	100 000,00	78,66
Arrendamiento llenadora automática vertical para polvos de tornillo sin fin	Unidad	1	104 000,00	274,55
Arrendamiento banda transportadora	Unidad	1	16 000,00	49,00
Gastos administrativos 4,5 % del total de arrendamiento de equipo				18,09
Total				420,30
Materia prima				
Avena molida	Saco 22,68 Kg	5,5	200,00	1 100,00
Harina de soja	Saco 22,68 Kg	8	246,29	1 970,32
Almidón de maíz	Saco 25 Kg	6	152,50	915,00
Carbonato de calcio	Saco 25 Kg	1	89,40	89,40
Aroma artificial de vainilla	Kg	5	106,11	530,55
Aroma artificial de canela	Kg	2	119,29	238,58
Total				5 082,43

Continuación de la tabla XIV.

	Presentación	Cantidad	Valor unitario (Q)	Valor total (Q)
Material de empaque				
Empaque bi-laminado	Kg	24	45,00	1 080,00
Bolsa de enfarde	Unidad	42	1,30	54,60
Tape de seguridad	Kg	0,1	195,00	19,50
Total				1 154,10
Total de inversión para un <i>batch</i>				6 656,83
Precio costo unitario bolsa de 450 g				Q 6,14

Fuente: elaboración propia.

- Objetivo: evaluación de la inocuidad de la bebida mediante análisis microbiológico.

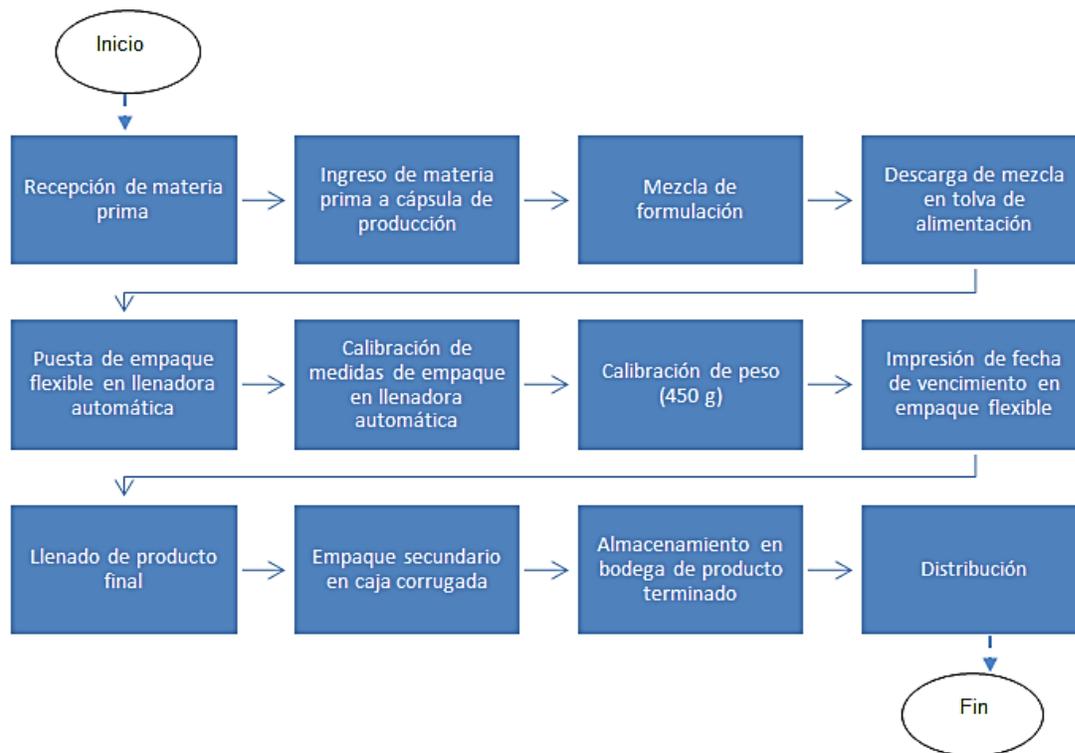
Tabla XV. **Análisis microbiológicos**

Parámetro a medir	Resultado analítico	Especificaciones C.A.A. Cap.17 art. 1340
Recuento aeróbico en placa de bacterias	410 UFC/g estimado	5,10 ⁴ UFC/g
Recuento de mohos y levaduras	<15 UFC/g	10 ³ UFC/g
Estimado de coliformes totales	<1 UFC/g estimado	100 UFC/g
<i>Escherichia coli</i>	No se aisló	Ausencia

Fuente: hoja de análisis realizado en Laboratorio Microbiológico de Referencia (LAMIR), Universidad de San Carlos de Guatemala, CAA.

- Objetivo: proponer diagrama de flujo de la producción y empaque de la bebida en polvo.

Figura 6. **Diagrama de flujo de la producción y empaque de la bebida en polvo**



Fuente: elaboración propia.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En este estudio la evaluación de la calidad de la proteína marcó el inicio para el desarrollo del proyecto, ya que se han realizado productos con base en la harina de soja por sus propiedades nutricionales, como la digestibilidad del 100 % de la proteína, por lo que se aprovecha los 9 aminoácidos esenciales.

Los antecedentes muestran la necesidad actual de lanzar al mercado guatemalteco bebidas fortificadas, haciendo un énfasis no solo en la cantidad proteica que contengan, sino también en la calidad de la proteína, evaluando los aminoácidos, la capacidad y requerimientos diarios para poder digerirlos. En la actualidad existen proyectos exitosos como la Incaparina, que buscan sustituir un producto de consumo masivo y esencial como la leche, debido a la crisis económica que sufre el país, en donde se ven afectados los niños con un déficit de nutrición.

De esta afirmación se desarrolló y estableció la hipótesis de la presente investigación, la cual consiste en formular una bebida nutritiva con una fuente proteica, buscando la aceptabilidad sensorial y económica del consumidor. A partir de esto se determinó la metodología de investigación que partió de un análisis proximal, para determinar la cantidad de proteína en cada mezcla realizada y obteniendo como resultado una cantidad que va desde 8,02 hasta 30,32 %, esto conforme se aumenta la cantidad de harina de soja en la mezcla ya que esta tiene un contenido mayor de proteína que la avena, la cual en su estado puro contiene un 8,02 % de proteína en su composición, por lo que se puede concluir que la cantidad de proteína contenida en mezcla es directamente proporcional al porcentaje de harina de soja en la mezcla.

Con los datos obtenidos de la cantidad de proteína presente en cada una de las muestras y mediante el método de PDCAAS (método de Digestibilidad de la proteína corregida por la puntuación de aminoácidos), se evaluó la calidad de la proteína presente en las mezclas distintas, es importante mencionar que entre mayor sea la cantidad de proteína mayor será el puntaje obtenido en la prueba del método PDCAAS, obteniendo para las mezclas 80:20, 60:40, 50:50, 40:60, 20:80 y 0:100 los resultados de 0,18, 0,15, 0,13, 0,12, 0,09 y 0,05 respectivamente, teniendo como mayor puntaje la mezcla 80:20 seguida por la mezcla 60:40.

Al concluir con las dos fases anteriores es posible saber que las mezclas con la mejor cantidad y calidad de la proteína, fueron las mezclas con mayor porcentaje de harina de soja presente. Con esta información se pudo delimitar las opciones y evaluar por medio de un análisis sensorial únicamente las mezclas con mayor cantidad y calidad de la proteína, en este caso se tomaron las 3 mezclas más altas con las cuales se procedió a realizar el análisis sensorial, por medio de una encuesta utilizando una prueba hedónica de 9 puntos en la cual se evaluó sabor, olor, color y textura para cada una de las muestras de mezclas seleccionadas.

Como se observa en las gráficas 3, 4 y 5 del análisis sensorial se tiene que la que obtuvo la mayor aceptabilidad fue la mezcla 60:40, siendo la segunda mezcla con la mayor cantidad y calidad de proteína. En estas gráficas se pueden observar el promedio de aceptabilidad que tiene cada mezcla con su respectiva desviación estándar para cada tópico evaluado. Al observar cada una de estas gráficas se puede apreciar cada uno de los puntajes obtenidos por dichas mezclas en cuanto a las propiedades evaluadas, en el caso de la figura 3 se puede observar que el puntaje obtenido en sabor es de 3,87 puntos, en

textura de 7,87, en olor de 6,37 y en color de 7,53 puntos, esto sobre una base de 10 puntos.

De la misma forma se leen los datos de las gráficas 4 y 5, obteniéndose que la mezcla con mejor aceptación en cuanto a sabor es la mezcla 60:40 con un puntaje de 7,87 puntos con una desviación estándar de 0,63 puntos; con respecto a la textura la mezcla más aceptada por los consumidores fue la mezcla 60:40 con un puntaje de 8,93 con una desviación estándar de 0,64; en lo que a olor se refiere la mezcla mejor valorada fue la mezcla 50:50 con un puntaje de 8,07 con desviación estándar de 0,58 puntos y en lo que a color trata la mezcla que más impactó en los consumidores fue la mezcla 60:40 con un puntaje de 8,90 con una desviación estándar de 0,71 puntos.

Con los datos obtenidos de las gráficas del análisis sensorial y el análisis del PDCAAS se decidió que la mejor opción es la mezcla 60:40, ya que la mezcla 80:20 aun siendo la que tiene una mayor cantidad y calidad de proteína no cumple las expectativas desde un punto de vista comercial, ya que no es un alimento del todo aceptable al paladar de los consumidores por lo cual se concluye que la mejor opción para la producción es la mezcla 60:40.

Terminado el proceso de selección de la mezcla se realizó un análisis económico de la fabricación de esta bebida en polvo, se tomaron en cuenta todas las variables posibles en la fabricación de un *batch* de producto como lo son el equipo y la maquinaria utilizada, los gastos administrativos, la materia prima y el material de empaque. Con esto se logró determinar que el costo de una bolsa de 450 gramos asciende a Q 6,14 la bolsa, la cual es la presentación comercial de este tipo de bebidas nutritivas.

También se realizó un análisis microbiológico para cumplir con los requerimientos legales de Guatemala que fueron establecidos por el Ministerio de Salud Pública, a través de su Reglamento Técnico Centroamericano, el cual establece parámetros para el recuento aeróbico en placa de bacterias, recuento de mohos y levaduras por ser un producto en polvo, coliformes totales y presencia de *Escherichia coli* mostrando los resultados obtenidos en la tabla a, (apéndice 3), los cuales cumplen con las exigencias sanitarias para este tipo de productos comestibles.

Por último se estableció el diagrama de flujo de la producción y empaque de la bebida en polvo el cual se detalla en la figura 6, en este procedimiento se ha tomado en cuenta todas y cada una de las variables necesarias para la confección de las bolsas de comercialización de la bebida, en un peso de 450 gramos, todo desde la recepción de la materia prima hasta la distribución del producto terminado.

CONCLUSIONES

1. La harina de soja tiene mayor contenido de proteína que la avena, el análisis proximal demuestra que entre mayor es la cantidad de harina de soja mayor proteína contiene la mezcla.
2. La mezcla (60:40) fue elegida con base en su mayor aceptabilidad y su alto PDCAAS.
3. El factor de digestibilidad de la avena es menor en un 44 % comparado con el factor de digestibilidad de la harina de soja (100 %), entre más avena tiene la mezcla menor la calidad de la proteína.
4. La mezcla (60:40) tuvo mayor aceptación en la encuesta a 30 panelistas, obteniendo un resultado de la prueba hedónica de 9 puntos, de 7,87, 8,93, 7,53 y 8,90, en sabor, textura, olor y color, respectivamente.
5. El costo unitario de cada bolsa de 450 g de polvo de la mezcla vegetal de harina de soja y avena (60:40) es de Q 6,14.
6. Desde el punto de vista microbiológico y con base en los resultados obtenidos de la muestra, no presenta contaminación con *E-coli*, por lo que cumplen con el criterio de inocuidad.
7. Según la formulación de las 6 mezclas de proteína vegetal de harina de soja y avena, si es posible formular una bebida de consumo humano y nutritivo.

RECOMENDACIONES

1. Continuar la investigación para mejorar el sabor de la mezcla (80:20) ya que esta aporta una mayor calidad y cantidad de proteína mas no es aceptable en el mercado por su sabor.
2. Investigar nuevas tendencias en aditivos para agregar a la mezcla y mejorar sus propiedades.
3. Buscar la mejora de precios de materias primas en el mercado para brindar a la comunidad un mejor precio de la bebida nutritiva.
4. Realizar una investigación de campo para determinar la aceptación de la bebida nutritiva en las distintas regiones demográficas.
5. Dimensionar y realizar un estudio en la innovación de equipos industriales para eficientizar los procesos con base en el volumen de producción diaria.

BIBLIOGRAFÍA

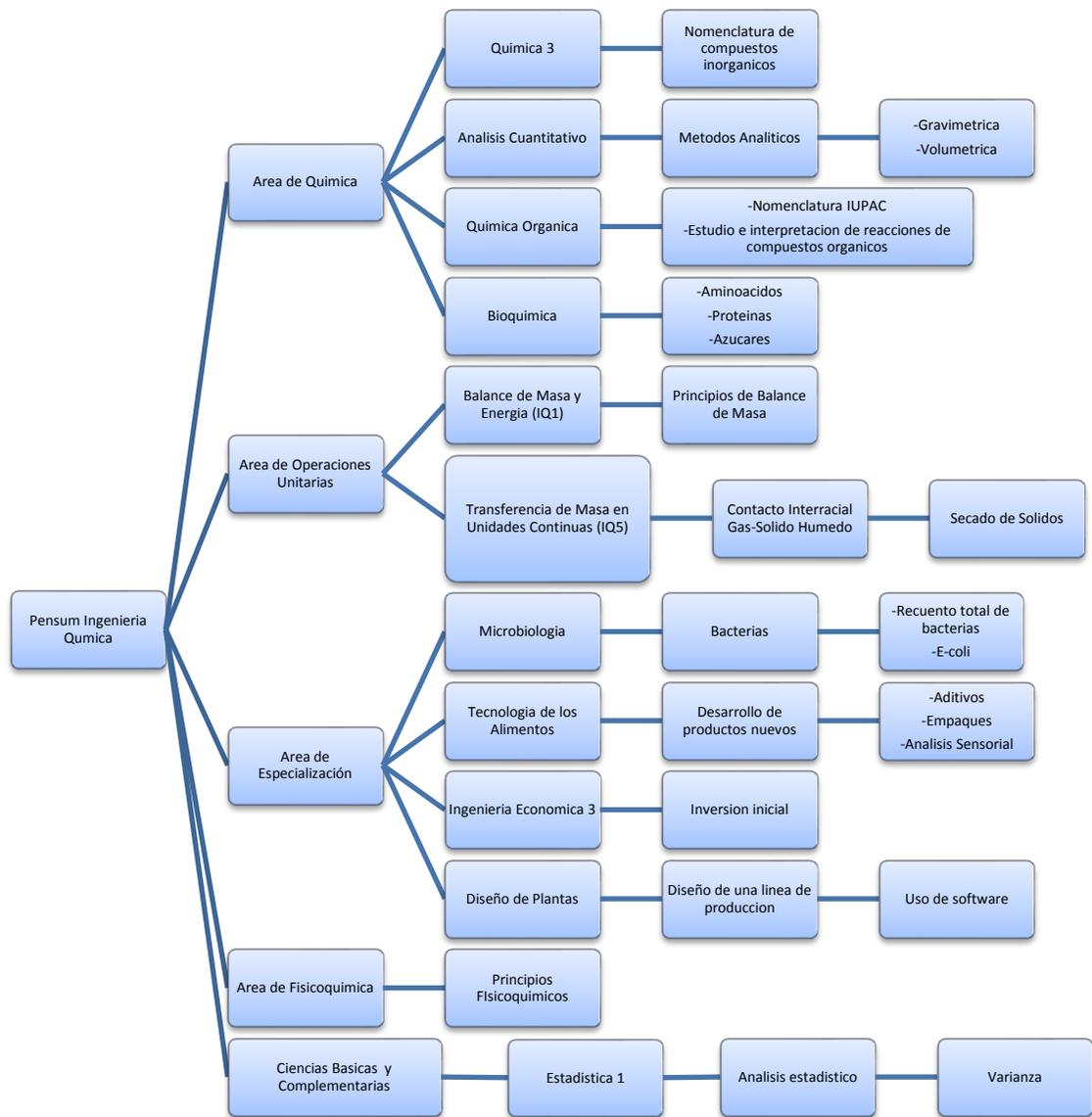
1. *Análisis proximal.* [en línea]. <<http://www.buenastareas.com/ensayos/Analisis-Proximal/885900.html>>. [Consulta: 23 de abril de 2013].
2. BOTA, E. et al. *Introducción al análisis sensorial de los alimentos.* Barcelona: Universitat, 2001. 336 p.
3. CAA. [en línea]. <<http://www.anmat.gov.ar>>. [Consulta: 23 de abril de 2013].
4. CANO, Manuel Francisco. *Perfil Ambiental del departamento de Petén.* Guatemala: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación para Asuntos Específicos de Petén. 1997. 26 p.
5. CHOW, K. W.; RUMSEY, G. L.; Woldroup, P. W. *Linear programming in fish diet formulation.* In: Fish feed technology, UNDP/FAO/ADCO/REP/80/11. 395 p.
6. *Clasificación y propiedades de la avena.* [en línea]. <<http://www.saludybuenosalimentos.es/alimentos/index.php?s1=Cereales&s2=Con+Gluten&s3=Avena>>. [Consulta: 15 de enero de 2013].

7. COCKERELL, I.; FRANCIS, B.; HALLIDAY, D. *Changes in nutritive value of concéntrate feedin stuffs during storage*. London, U.K.: Tropical Products Institute, 1971. 254 p.
8. FAO; WHO; UNU. *Protein Quality Evaluation*. Report of a joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. WHO Tech. Rep. Ser. No. 724. Geneva, WHO, Rome: FAO Food and Nutrition Paper No. 51, 1991.
9. FORTIN, J.; Desplancke. *Guía de selección y entrenamiento de un panel de catadores*. Zaragoza, España: Acribia, 2001. 124 p.
10. MAFF. *The feeding stuffs (sampling an analysis) regulations 1982*. London, U. K.: Minister of Agriculture, Fisheries and Food. Her Majesty's Stationery Office, 1982. 99 p.
11. MASHPEDIA. *Glycine max.* [en línea]. <http://es.mashpedia.com/Glycine_max>. [Consulta: 23 de abril de 2013].
12. OSBORNE, D. R.; VOOGT, P. *The analysis of nutrients in foods*. London, U. K.: Academic Press, 1978. 240 p.
13. WIKIPEDIA. *Glycine max.* [en línea]. <http://es.wikipedia.org/wiki/Glycine_max>. [Consulta: 23 de abril de 2013].

14. WILLIAMS, Sidney. *Official methods for analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 14th ed. Arlington, VA: AOAC, 1984. 1141 p.

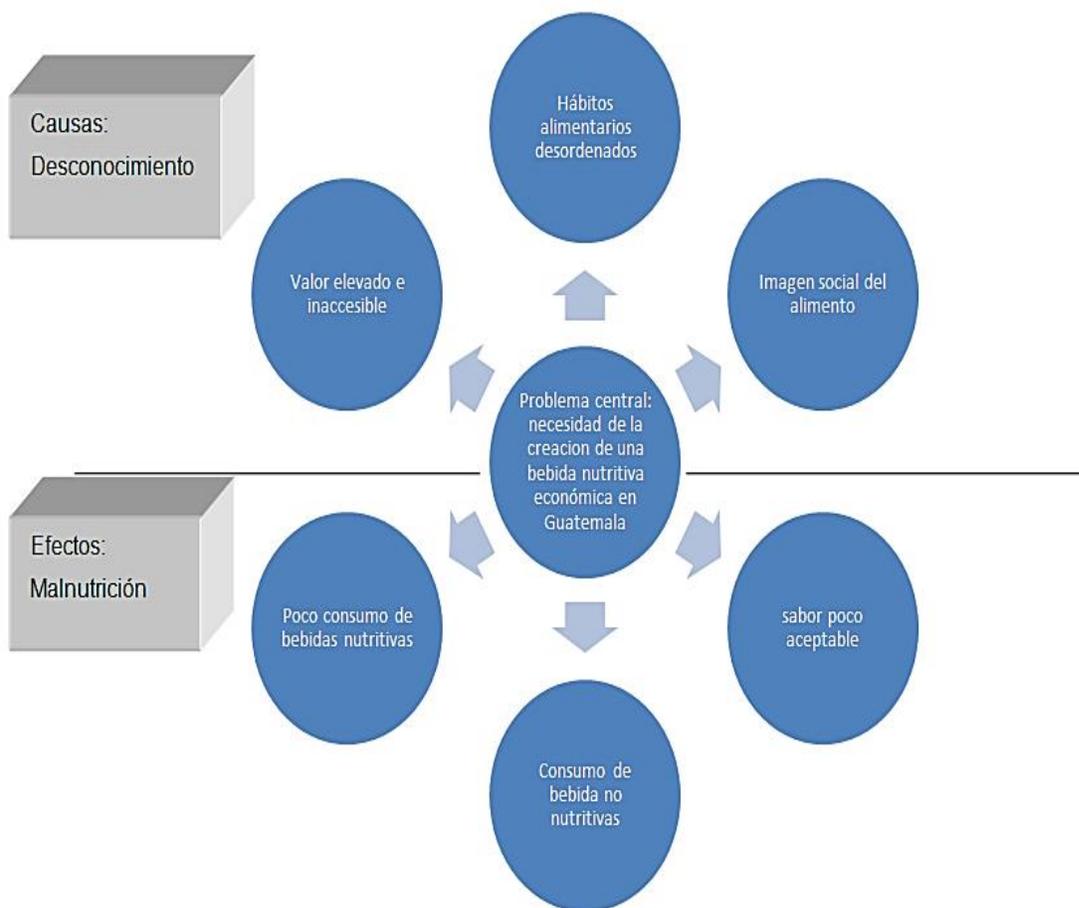
APÉNDICES

Apéndice 1. Requisitos académicos



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Árbol de problemas**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Datos calculados**

Tabla a. **Digestibilidades de los nutrientes de la harina de soja, avena y de las mezclas 80:20, 60:40 y 50:50**

Nutriente	Soja (100 %)	Avena (66,9)	Mezcla (80:20)	Mezcla (60:40)	Mezcla (50:50)
Ácido aspártico	40,95	6,43	34,05	27,14	23,69
Ácido glutámico	71,56	16,79	60,61	49,65	44,18
Alanina	15,35	4,17	13,11	10,88	9,76
Arginina	28,7	4,92	23,94	19,19	16,81
Cistina	5,39	1,85	4,68	3,98	3,62
Fenilalanina	17	4,05	14,41	11,82	10,53
Glicina	15,35	4,52	13,18	11,02	9,93
Hidroxiprolina	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Histidina	8,68	1,57	7,26	5,83	5,12
Isoleucina	17,37	3,24	14,54	11,72	10,31
Leucina	26,32	5,91	22,24	18,15	16,11
Lisina	23,4	3,18	19,36	15,31	13,29
Metionina	5,3	1,33	4,51	3,71	3,32
Prolina	21,39	5,04	18,12	14,85	13,21
Serina	19,01	4,29	16,07	13,12	11,65
Tirosina	13,25	2,61	11,12	8,99	7,93
Treonina	14,71	2,66	12,30	9,89	8,69
Triptofano	4,39	1,03	3,72	3,05	2,71
Valina	18	4,29	15,26	12,52	11,14

Fuente: elaboración propia.

Tabla b. **Digestibilidades de los nutrientes de la harina de soja, avena y de las mezclas 40:60, 20:80 y 0:100**

Nutriente	Soja (100 %)	Avena (66,9)	Mezcla (40:60)	Mezcla (20:80)	Mezcla (0:100)
Ácido aspártico	40,95	6,43	20,24	13,33	6,43
Ácido glutámico	71,56	16,79	38,70	27,75	16,79
Alanina	15,35	4,17	8,64	6,40	4,17
Arginina	28,7	4,92	14,43	9,68	4,92
Cistina	5,39	1,85	3,27	2,56	1,85
Fenilalanina	17	4,05	9,23	6,64	4,05
Glicina	15,35	4,52	8,85	6,68	4,52
Hidroxiprolina	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Histidina	8,68	1,57	4,41	2,99	1,57
Isoleucina	17,37	3,24	8,89	6,07	3,24
Leucina	26,32	5,91	14,07	9,99	5,91
Lisina	23,4	3,18	11,27	7,23	3,18
Metionina	5,3	1,33	2,92	2,13	1,33
Prolina	21,39	5,04	11,58	8,31	5,04
Serina	19,01	4,29	10,18	7,23	4,29
Tirosina	13,25	2,61	6,87	4,74	2,61
Treonina	14,71	2,66	7,48	5,07	2,66
Triptofano	4,39	1,03	2,37	1,70	1,03
Valina	18	4,29	9,77	7,03	4,29

Fuente: elaboración propia.

Tabla c. **Método de PDCAAS para las mezclas 40:60, 20:80 y 0:100 y sus respectivos nutrientes**

Nutriente	PDCAAS Mezcla (80:20)	PDCAAS Mezcla (60:40)	PDCAAS Mezcla (50:50)	PDCAAS Mezcla (40:60)	PDCAAS Mezcla (20:80)	PDCAAS Mezcla (0:100)
Fenilalanina	0,31	0,25	0,22	0,20	0,14	0,09
Histidina	0,40	0,32	0,28	0,25	0,17	0,09
Isoleucina	0,58	0,47	0,41	0,36	0,24	0,13
Leucina	0,40	0,33	0,29	0,26	0,18	0,11
Lisina	0,38	0,30	0,26	0,22	0,14	0,06
Metionina	0,18	0,15	0,13	0,12	0,09	0,05
Treonina	0,46	0,37	0,32	0,28	0,19	0,10
Triptofano	0,53	0,44	0,39	0,34	0,24	0,15
Valina	0,48	0,39	0,35	0,31	0,22	0,13

Fuente: elaboración propia.

Tabla d. **Análisis sensorial de la mezcla 80:20**

Encuesta núm.	Calificación de los parámetros			
	Sabor	Textura	Olor	Color
1	4	8	7	9
2	4	7	6	8
3	5	7	7	7
4	4	8	6	8
5	3	8	6	7
6	5	7	7	7
7	3	8	6	7
8	4	9	7	7

Continuación de la tabla d.

Encuesta núm.	Calificación de los parámetros			
	Sabor	Textura	Olor	Color
9	3	7	6	8
10	4	8	7	8
11	5	7	7	8
12	2	8	7	7
13	3	8	6	8
14	4	7	5	7
15	3	8	5	9
16	5	7	7	7
17	3	8	6	8
18	4	9	7	8
19	5	8	5	8
20	4	8	6	7
21	4	9	6	7
22	3	8	6	7
23	4	7	7	7
24	5	8	6	7
25	3	8	7	8
26	4	9	7	7
27	5	9	6	8
28	3	8	7	7
29	4	8	6	8
30	4	7	7	7
Promedio	3,87	7,87	6,37	7,53
Desv. Estándar	± 0,82	± 0,68	± 0,67	± 0,63

Fuente: elaboración propia.

Tabla e. **Análisis sensorial de la mezcla 60:40**

Encuesta núm.	Calificación de los parámetros			
	Sabor	Textura	Olor	Color
1	8	10	7	9
2	8	9	8	9
3	7	9	7	10
4	8	9	8	8
5	8	10	7	9
6	7	9	8	8
7	9	10	9	8
8	8	9	7	10
9	8	9	7	8
10	7	8	7	9
11	8	9	8	9
12	8	9	7	9
13	7	8	9	8
14	8	9	8	10
15	8	8	8	9
16	9	9	7	9
17	7	8	7	8
18	9	9	8	10
19	7	8	7	8
20	9	8	7	9
21	8	9	9	9
22	8	8	8	8
23	8	9	7	9
24	7	9	7	10

Continuación de la tabla e.

Encuesta núm.	Calificación de los parámetros			
	Sabor	Textura	Olor	Color
25	7	9	7	9
26	8	9	8	8
27	8	9	8	9
28	8	10	7	9
29	8	9	7	10
30	8	10	7	9
Promedio	7,87	8,93	7,53	8,90
Desv. Estándar	± 0,63	± 0,64	± 0,68	± 0,71

Fuente: elaboración propia.

Tabla f. **Análisis sensorial de la mezcla 50:50**

Encuesta núm.	Calificación de los parámetros			
	Sabor	Textura	Olor	Color
1	8	8	9	10
2	8	9	8	8
3	8	9	8	9
4	7	9	8	10
5	7	8	9	8
6	7	9	8	8
7	7	8	8	9
8	8	9	8	10
9	8	9	7	8
10	7	8	8	9

Continuación de la tabla f.

Encuesta núm.	Calificación de los parámetros			
	Sabor	Textura	Olor	Color
11	8	9	8	9
12	8	9	9	8
13	7	8	9	8
14	7	9	8	9
15	8	8	8	9
16	7	9	8	9
17	8	8	8	8
18	8	8	8	9
19	7	8	9	8
20	7	8	8	9
21	7	9	7	9
22	8	8	8	8
23	7	9	8	9
24	7	8	9	9
25	7	7	7	9
26	7	9	8	8
27	7	9	8	9
28	7	9	8	8
29	8	8	8	9
30	8	8	7	10
Promedio	7,43	8,47	8,07	8,77
Desv. Estándar	± 0,50	± 0,57	± 0,58	± 0,68

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Encuesta prueba hedónica de 9 puntos

Figura a. Formato prueba hedónica (parte 1)

<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p> 
<p>Estimado Participante,</p> <p>Soy estudiante de la carrera de Ingeniería Química, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, y estoy llevando a cabo el estudio de mi trabajo de graduación, cuyo objetivo es desarrollar una bebida nutritiva a partir de la mezcla proteica óptica de harina de soja (Glycine Max) y avena (Avena Sativa L.) fortificada con calcio. Para ello, necesito realizar un análisis sensorial de las formulaciones realizadas y evaluadas, para verificar la aceptabilidad de las mismas en la población.</p> <p>Por lo que solicito su autorización para participar en este estudio, degustando las preparaciones de mezclas vegetales y calificándolas según sus características, de acuerdo a una boleta que se le entregará. Le tomará aproximadamente 10 minutos. El proceso es confidencial.</p> <p>La participación es voluntaria. El estudio no conlleva ningún riesgo ni algún beneficio. No recibirá ninguna compensación por participar.</p> <p>Cualquier pregunta o consulta, comunicarse al correo electrónico heberegildo@yahoo.com.</p> <p>Atentamente,</p> <p>Heber Josué Muñoz García Estudiante de Ingeniería Química Carné: 2004 12362</p>

Fuente: elaboración propia.

Figura b. Formato prueba hedónica (parte 2)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA



EVALUACIÓN SENSORIAL DE MEZCLAS VEGETALES

Nombre del participante: _____

Edad: _____ Fecha: _____

Estimado panelista, a continuación se le presentan 3 muestras de mezclas vegetales, las cuales le pido pueda degustar (probar) de izquierda a derecha, tomando un sorbo de agua entre cada una de ellas. Trate de no re-probar las muestras. Luego llene el cuadro que se le presenta a continuación, evaluando los atributos de sabor, textura, olor y color, con la calificación que crea conveniente según su aceptabilidad; el número que debe colocar según su criterio, corresponde a la siguiente ponderación:

1= me disgusta extremadamente
 2= me disgusta mucho
 3= me disgusta moderadamente
 4= me disgusta levemente
 5= no me gusta ni me disgusta
 6= me gusta levemente
 7= me gusta moderadamente
 8= me gusta mucho
 9= me gusta extremadamente

Muestra	ATRIBUTOS A EVALUAR			
	Sabor	Textura	Olor	Color
232				
233				
234				

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. **Método Análisis Nutricional Proximal**

Los análisis comprendidos dentro de este grupo, también conocido como análisis proximales Weende, se aplican en primer lugar a los materiales que se usarán para formular una dieta como fuente de proteína o de energía y a los alimentos terminados, como un control para verificar que cumplan con las especificaciones o requerimientos establecidos durante la formulación. Estos análisis indicarán el contenido de humedad, proteína cruda (nitrógeno total), fibra cruda, lípidos crudos, ceniza y extracto libre de nitrógeno en la muestra. Una descripción más amplia de estos análisis se puede encontrar en Osborne y Voogt (1978), MAFF (1982) y AOAC (1984).

Los siguientes métodos están propuestos por el Manual de técnicas de laboratorio de nutrición de peces y crustáceos producido por el departamento de pesca, extraído del Depósito de documentos de la FAO.

Humedad

Durante el balanceo de la ración, es fundamental conocer el contenido de agua en cada uno de los elementos que la compondrán; asimismo, es necesario vigilar la humedad en el alimento preparado, ya que niveles superiores al 8 % favorecen la presencia de insectos y arriba del 14 %, existe el riesgo de contaminación por hongos y bacterias (Cockerell *et al.*, 1971). El método se basa en el secado de una muestra en un horno y su determinación por diferencia de peso entre el material seco y húmedo.

Aparatos

- Horno de secado
- Desecadores

Procedimiento

1. Pese alrededor de 5–10 g de la muestra previamente molida.
2. Coloque la muestra en un horno a 105 °C por un mínimo de 12 h.
3. Deje enfriar la muestra en un desecador.
4. Pese nuevamente cuidando de que el material no este expuesto al medio ambiente.

Cálculos

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = 100(((B-A) - (C-A))/(B-A))$$

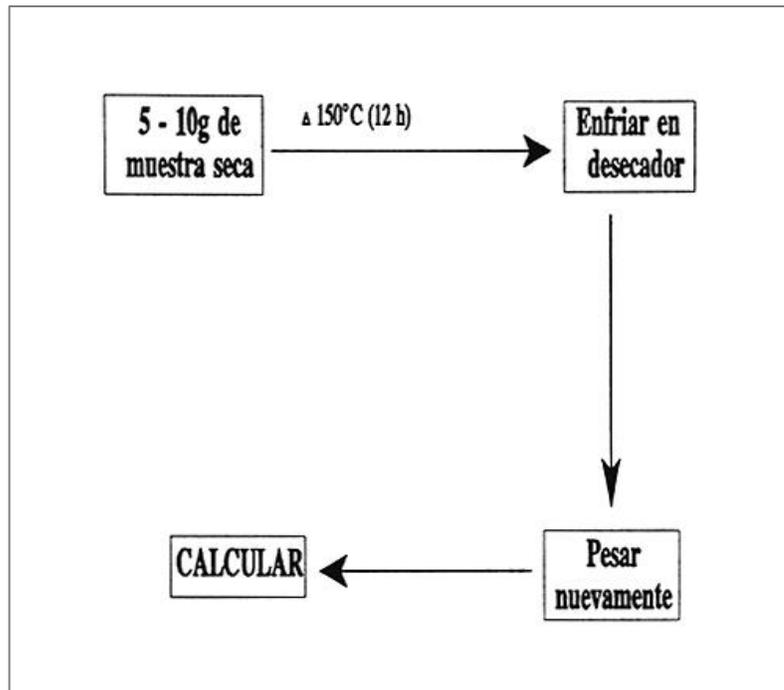
En donde:

A = peso de la charolilla seca y limpia (g)

B = peso de la charolilla + muestra húmeda (g)

C = peso de la charolilla + muestra seca (g)

Figura 1.1. **Determinación del contenido de humedad en ingredientes alimenticios**



Fuente: *Análisis proximal*. <http://www.buenastareas.com/ensayos/Analisis-Proximal/885900.htm>.
Consulta: 23 de abril de 2013.

Proteína cruda

Por su costo es este el nutriente más importante en la dieta en una operación comercial; su adecuada evaluación permite controlar la calidad de los insumos proteicos que están siendo adquiridos o del alimento que se está suministrando. Su análisis se efectúa mediante el método de Kjeldahl, mismo que evalúa el contenido de nitrógeno total en la muestra, después de ser digerida con ácido sulfúrico en presencia de un catalizador de mercurio o selenio.

a) Método simple propuesto por Chow *et al.* (1980)

Reactivos

- Oxido de mercurio, grado reactivo.
- Sulfato de potasio o sulfato de sodio anhidro, grado reactivo.
- Ácido sulfúrico (98 %), libre de nitrógeno.
- Parafina.
- Solución de hidróxido de sodio al 40 %; disolver 400 g de hidróxido de sodio en agua y diluir a 1 000 ml.
- Solución de sulfato de sodio al 4 %.
- Solución indicadora de ácido bórico; agregue 5 ml de una solución con 0,1 % de rojo de metilo y 0,2 % de verde de bromocresol a un litro de solución saturada de ácido bórico.
- Solución estándar de ácido clorhídrico 0,1 N.

Materiales y equipo

- Unidad de digestión y destilación Kjeldahl
- Matraces Kjeldahl de 500 ml
- Matraces Erlenmayer de 250 ml
- Perlas de ebullición

Procedimiento

1. Pese con precisión de miligramos 1 g de muestra y colóquelo en el matraz Kjeldahl; agréguele 10 g de sulfato de potasio, 0,7g de óxido de mercurio y 20 ml de ácido sulfúrico concentrado.

2. Coloque el matraz en el digestor en un ángulo inclinado y caliente a ebullición hasta que la solución se vea clara, continúe calentando por media hora más. Si se produce mucha espuma, adiciónale un poco de parafina.
3. Deje enfriar; durante el enfriamiento adicione poco a poco alrededor de 90 ml de agua destilada y desionizada. Ya frío agregue 25 ml de solución de sulfato de sodio y mezcle.
4. Agregue una perla de ebullición y 80 ml de la solución de hidróxido de sodio al 40 % manteniendo inclinado el matraz. Se formarán dos capas.
5. Conecte rápidamente el matraz a la unidad de destilación, caliente y colecte 50 ml del destilado conteniendo el amonio en 50 ml de solución indicadora.
6. Al terminar de destilar, remueva el matraz receptor, enjuague la punta del condensador y titule con la solución estándar de ácido clorhídrico.

Cálculos:

A = ácido clorhídrico usado en la titulación (ml)

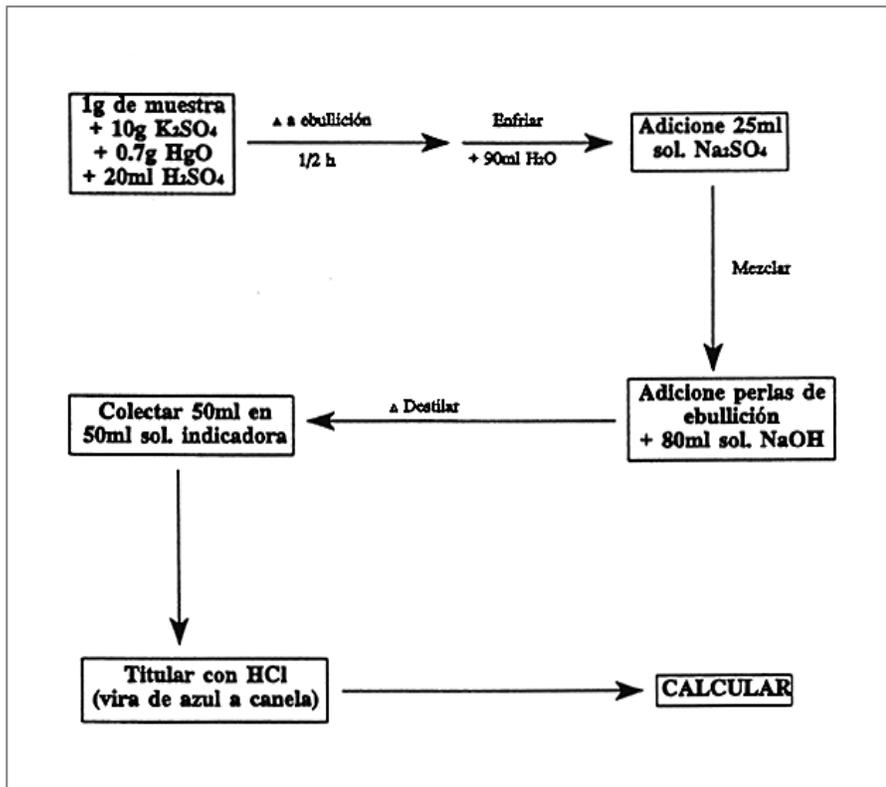
B = normalidad del ácido estándar

C = peso de la muestra (g)

$$\text{Nitrógeno en la muestra (\%)} = 100\left[\frac{(A \times B)}{C} \times 0,014\right]$$

$$\text{Proteína cruda (\%)} = \text{nitrógeno en la muestra} * 6,25$$

Figura 1.2. Determinación de proteína cruda por el método Kjeldah



Fuente: *Análisis proximal*. <http://www.buenastareas.com/ensayos/Analisis-Proximal/885900.htm>.

Consulta: 23 de abril de 2013.

- b) Método estándar MAFF (1982) para la determinación de proteínas en alimentos y sus ingredientes.

Reactivos:

- Oxido de mercurio.
- Sulfato de potasio o sulfato de sodio anhidro.
- Sacarosa.
- Zinc granulado.

- Granulado de piedra pomex lavada con ácido sulfúrico y quemada.
- Ácido sulfúrico concentrado (d = 1,84 g/ml).
- Solución de hidróxido de sodio al 40 %.
- Solución saturada de sulfato de sodio.
- Solución de tiosulfato de sodio; 8 g de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ en 100 ml.
- Solución de hidróxido de sodio 0,1 N.
- Solución de hidróxido de sodio 0,25 N.
- Solución de ácido sulfúrico 0,1 N.
- Solución indicadora de rojo de metilo; disuelva 0,3 g de rojo de metilo en 100 ml de etanol (95–96 % V/V).
- Solución indicadora rojo de metilo-azul de metileno; (a) disuelva 0,2 g de rojo de metilo en 100 ml de etanol (95–96 % V/V) y (b) disuelva 0,1 g de azul de metileno en 100 ml de etanol (95–96 % V/V), mezcle un volumen de (a) con uno de (b).

Materiales y equipo

- Unidad de digestión y destilación Kjeldahl.
- Matraces Kjeldahl.

Procedimiento

1. Pese 1 g de muestra con aproximación de miligramos y pásela a un matraz Kjeldahl; adicione 10 g de sulfato de potasio o sulfato de sodio, 0,6 – 0,7 g de óxido de mercurio, 25 ml de ácido sulfúrico y unos pocos granos de piedra pómez.
2. Caliente el matraz moderadamente al principio, agitando ocasionalmente hasta que la materia esté carbonizada y las burbujas hayan desaparecido, luego aumente la temperatura y permita que se establezca

- una ebullición suave. Evite que las paredes del matraz se sobrecalienten para que no se le peguen partículas orgánicas.
3. Cuando la solución se vea clara y sin color, continúe la ebullición por 2 horas más y luego permita que se enfríe. Si después de la digestión y del enfriamiento se cristaliza la solución repita el análisis; si sigue ocurriendo la cristalización repita el análisis usando una mayor cantidad de ácido sulfúrico.
 4. Adicione con cuidado al matraz 250–350 ml de agua destilada, mezclando el contenido al mismo tiempo; deje enfriar y agréguele unas lentejas de zinc.
 5. Transfiera 25 ml de solución de ácido sulfúrico 0,1 o 0,5 N al matraz de colecta del aparato de destilación, de acuerdo con el valor esperado de nitrógeno en la muestra, así como unas cuantas gotas de indicador de rojo de metilo.
 6. Tomando precauciones para evitar pérdida de amonio, adicione cuidadosamente a la muestra 100 ml de solución de hidróxido de sodio y luego 10 ml de solución de sulfato de sodio o 25 ml de solución de tiosulfato de sodio. Mezcle bien y conecte inmediatamente al aparato de destilación.
 7. Caliente el matraz de tal manera que se destilen alrededor de 150 ml del líquido en 30 min. Al finalizar, mida con papel indicador el pH del destilado resultante y si es alcalino continúe con la destilación, la cual se suspenderá cuando el pH aparezca neutro. Durante este proceso agite ocasionalmente el contenido del matraz. Si el destilado se torna alcalino, la determinación deberá ser abandonada y el análisis repetido con los ajustes apropiados.
 8. En el matraz de colecta titule el exceso de ácido sulfúrico con hidróxido de sodio 0,1 o 0,25 N, de acuerdo con la normalidad del ácido empleado,

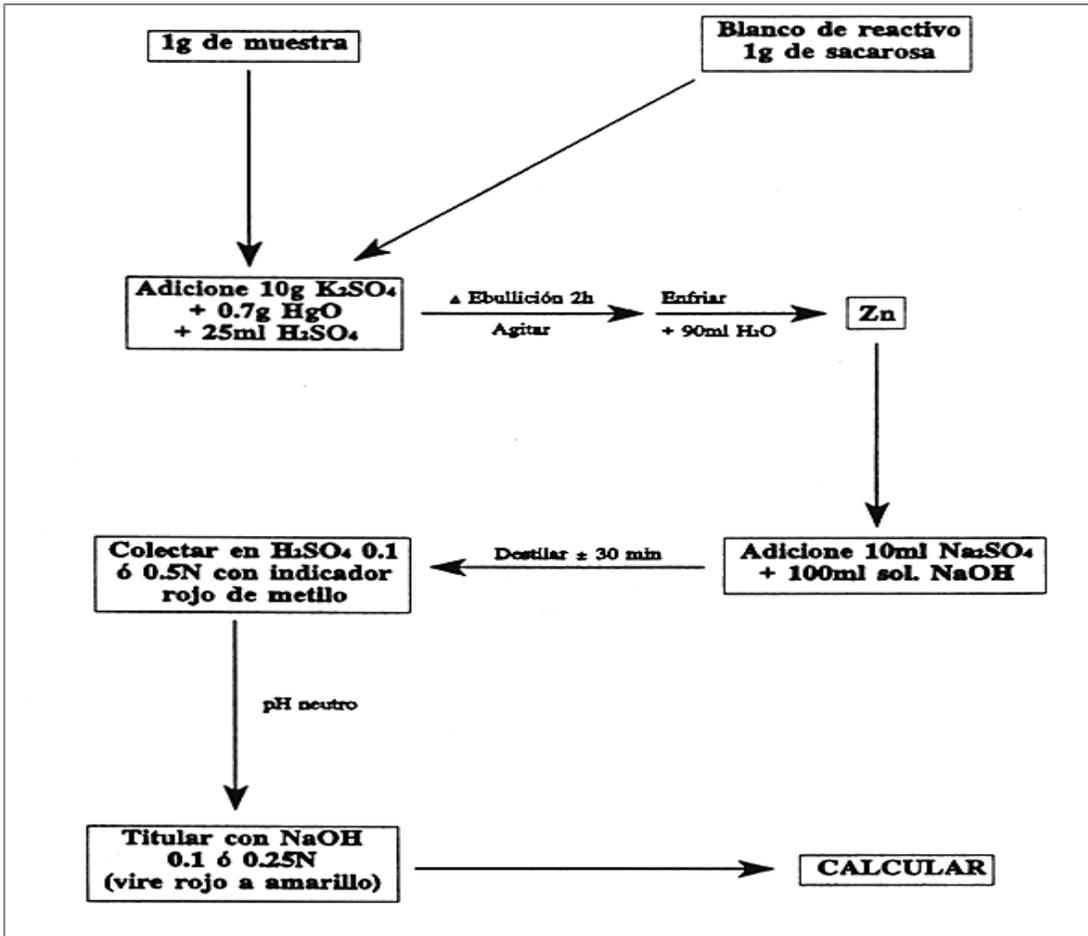
al punto final del indicador de rojo de metilo o rojo de metilo-azul de metileno.

9. Corra un blanco de reactivos usando 1 g de sacarosa en lugar de la muestra, para usarlo en el cálculo de los resultados.

Cálculos

- a. Determine el H_2SO_4 consumido. 1 ml de ácido 1,4 mg de nitrógeno.
- b. Calcule el porcentaje de nitrógeno en la muestra y conviértalo a porcentaje de proteína multiplicando el resultado por 6,25.
- c. Si se sospecha de la presencia de nitrógeno amoniacal o nitratos en la muestra, deberán ser evaluados para restarse del nitrógeno total. Exceptuando los alimentos para rumiantes, se deberá evaluar el contenido de nitrógeno no proteico y también substraerse del nitrógeno total.

Figura 1.3. Método estándar MAFF para la determinación de proteína cruda



Fuente: *Análisis proximal*. <http://www.buenastareas.com/ensayos/Analisis-Proximal/885900.htm>.

Consulta: 23 de abril de 2013.

Lípidos crudos

En este método, las grasas de la muestra son extraídas con éter de petróleo y evaluadas como porcentaje del peso después de evaporar el solvente.

Reactivos, materiales y equipo

- Éter de petróleo, punto de ebullición 40–60 °C
- Aparato de extracción Soxhlet
- Horno de laboratorio ajustado a 105 °C
- Desecador
- Dedales de extracción

Procedimiento

1. Saque del horno los matraces de extracción sin tocarlos con los dedos, enfríelos en un desecador y péselos con aproximación de miligramos.
2. Pese en un dedal de extracción manejado con pinzas, de 3 a 5 g de la muestra seca con aproximación de miligramos y colóquelo en la unidad de extracción. Conecte al extractor el matraz con éter de petróleo a 2/3 del volumen total.
4. Lleve a ebullición y ajuste el calentamiento de tal manera que se obtengan alrededor de 10 reflujos por hora. La duración de la extracción dependerá de la cantidad de lípidos en la muestra; para materiales muy grasos será de 6 horas.
5. Al término, evapore el éter por destilación o con rotovapor. Coloque el matraz en el horno durante hora y media para eliminar el éter. Enfríe los matraces en un desecador y péselos con aproximación de miligramos. La muestra desengrasada puede usarse para la determinación de fibra cruda.

Cálculos

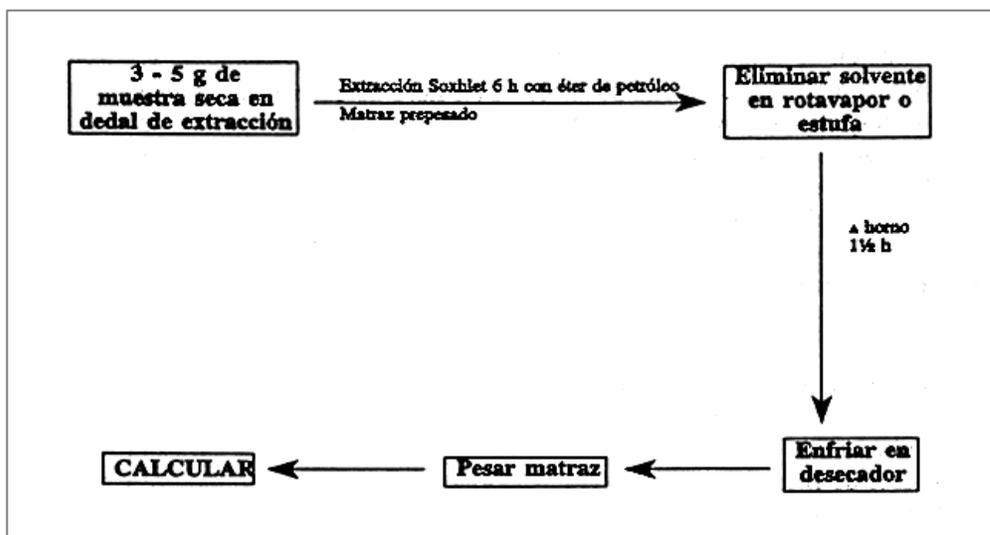
A = peso del matraz limpio y seco (g)

B = peso del matraz con grasa (g)

C = peso de la muestra (g)

$$\text{Contenido de lípidos crudos (\%)} = 100((B - A)/C)$$

Figura 1.4. **Determinación de lípidos por el método de Soxhlet**



Fuente: *Análisis proximal*. <http://www.buenastareas.com/ensayos/Analisis-Proximal/885900.htm>.

Consulta: 23 de abril de 2013.

Fibra cruda

Este método permite determinar el contenido de fibra en la muestra, después de ser digerida con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio y calcinado el residuo. La diferencia de pesos después de la calcinación nos indica la cantidad de fibra presente.

Reactivos

- Solución de ácido sulfúrico 0,255 N.
- Solución de hidróxido de sodio 0,313 N, libre de carbonato de sodio.
- Antiespumante (ej. alcohol octil o silicona).
- Alcohol etílico al 95 % (V/V).
- Éter de petróleo.
- Solución de ácido clorhídrico al 1 % (V/V).

Materiales y equipo.

- Matraz de bola fondo plano, 600 ml, cuello esmerilado
- Unidad de condensación para el matraz
- Matraz Kitazato de un litro
- Embudo Buchner
- Crisol de filtración
- Conos de hule
- Papel filtro Whatman núm. 541
- Pizeta de 500 ml
- Desecador
- Horno de laboratorio
- Mufla

Método

1. Pese con aproximación de miligramos de 2 a 3 gramos de la muestra desengrasada y seca.
2. Colóquela en el matraz y adicione 200 ml de la solución de ácido sulfúrico en ebullición.

3. Coloque el condensador y lleve a ebullición en un minuto; de ser necesario adiciónale antiespumante. Déjelo hervir exactamente por 30 min, manteniendo constante el volumen con agua destilada y moviendo periódicamente el matraz para remover las partículas adheridas a las paredes.
4. Instale el embudo Buchner con el papel filtro y precaliéntelo con agua hirviendo. Simultáneamente y al término del tiempo de ebullición, retire el matraz, déjelo reposar por un minuto y filtre cuidadosamente usando succión; la filtración se debe realizar en menos de 10 min. Lave el papel filtro con agua hirviendo.
5. Transfiera el residuo al matraz con ayuda de una pizeta conteniendo 200 ml de solución de NaOH en ebullición y deje hervir por 30 min.
6. Precaliente el crisol de filtración con agua hirviendo y filtre cuidadosamente después de dejar reposar el hidrolizado por 1 min.
7. Lave el residuo con agua hirviendo, con la solución de HCl y nuevamente con agua hirviendo, para terminar con tres lavados con éter de petróleo. Coloque el crisol en el horno a 105 °C por 12 horas y enfríe en desecador.
8. Pese rápidamente los crisoles con el residuo (no los manipule) y colóquelos en la mufla a 550 °C por 3 horas, déjelos enfriar en un desecador y péselos nuevamente.

Cálculos

A = peso del crisol con el residuo seco (g)

B = peso del crisol con la ceniza (g=

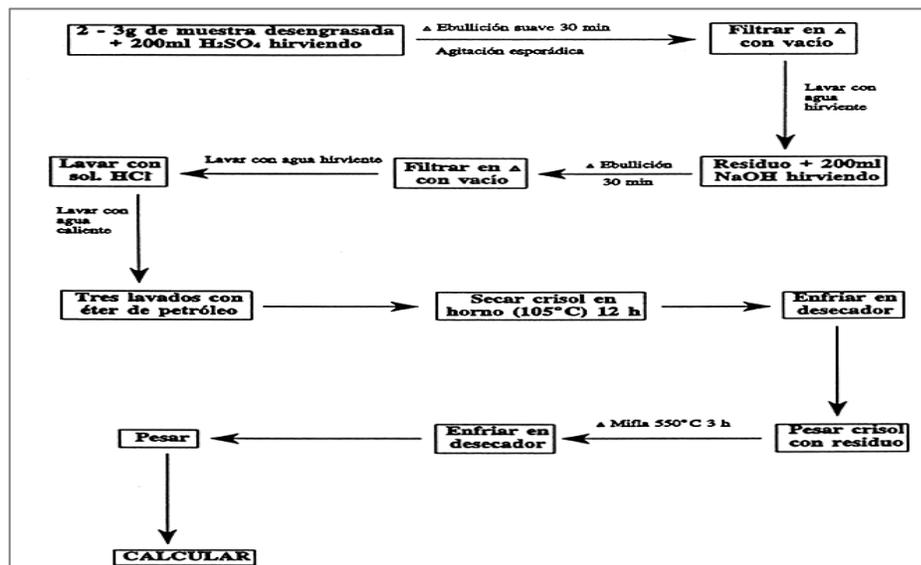
C = peso de la muestra (g)

$$\text{Contenido de fibra cruda (\%)} = 100((A - B)/C)$$

Recomendaciones

Uno de los problemas más frecuentes durante la evaluación de la fibra cruda es la oclusión de los filtros, por lo que en algunos casos se recomienda sustituir el papel (paso 4 del método) por una pieza de tela de algodón. Para evitar la saturación del crisol de filtración (paso 6) colóquelo ligeramente inclinado y agregue muy lentamente el material a filtrar, de manera que gradualmente se vaya cubriendo la superficie filtrante. Con el uso los crisoles de filtración tienden a taparse. Para su limpieza calcínelos a 500 °C y hágalos pasar agua en sentido inverso. Cuando se han tapado con partículas minerales, prepare una solución que contenga 20 % KOH, 5% de Na_3PO_4 y 0,5 % de EDTA sal sódica, caliéntela y hágala pasar por el crisol en sentido inverso. Este tratamiento erosiona al filtro de vidrio.

Figura 1.5. **Determinación proximal de fibra cruda**



Fuente: *Análisis proximal*. <http://www.buenastareas.com/ensayos/Analisis-Proximal/885900.htm>.

Consulta: 23 de abril de 2013.

Ceniza

El método aquí presentado se emplea para determinar el contenido de ceniza en los alimentos o sus ingredientes mediante la calcinación. Se considera como el contenido de minerales totales o material inorgánico en la muestra.

Materiales y equipo

- Crisoles de porcelana
- Mufla
- Desecador

Procedimiento

1. En un crisol de porcelana que previamente se calcinó y se llevó a peso constante, coloque de 2,5 a 5 g de muestra seca.
2. Coloque el crisol en una mufla y calcínelo a 550 °C por 12 horas, deje enfriar y páselo a un desecador.
3. Cuidadosamente pese nuevamente el crisol conteniendo la ceniza.

Cálculos

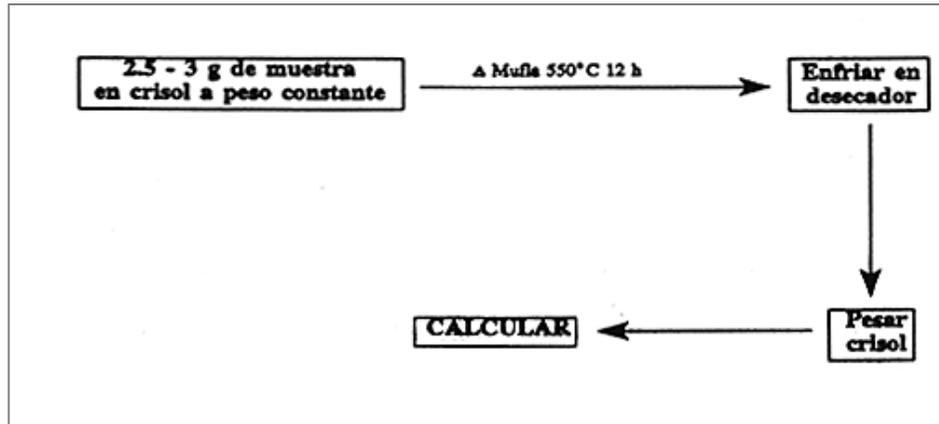
A = peso del crisol con muestra (g)

B = peso del crisol con ceniza (g)

C = peso de la muestra (g)

$$\text{Contenido de ceniza (\%)} = 100((A - B)/C)$$

Figura 1.6. **Determinación del contenido de ceniza en ingredientes alimenticios**



Fuente: *Análisis proximal*. <http://www.buenastareas.com/ensayos/Analisis-Proximal/885900.htm>.

Consulta: 23 de abril de 2013.

Extracto Libre de Nitrógeno (ELN)

Dentro de este concepto se agrupan todos los nutrientes no evaluados con los métodos señalados anteriormente dentro del análisis proximal, constituido principalmente por carbohidratos digeribles, así como también vitaminas y demás compuestos orgánicos solubles no nitrogenados; debido a que se obtiene como la resultante de restar a 100 los porcentos calculados para cada nutriente, los errores cometidos en su respectiva evaluación repercutirán en el cómputo final.

Cálculo

$$\text{Extracto Libre de Nitrógeno (\%)} = 100 - (A+B+C+D+E)$$

En donde:

A = contenido de humedad (%)

B = contenido de proteína cruda (%)

C = contenido de lípidos crudos (%)

D = contenido de fibra cruda (%)

E = contenido de ceniza (%)

Correcciones

Debido a que los análisis normalmente se hacen con muestras preparadas para tal fin, es necesario realizar ciertas correcciones en los resultados para que reflejen el contenido real de nutrientes en el material en las condiciones en que se usará.

a) Humedad

Si los análisis se efectuaron en base seca (BS), esto es material deshidratado, es necesario corregir el resultado para expresarlo en base húmeda (BH), tal como se encuentra en el alimento o material para su elaboración, mediante la siguiente expresión:

A = contenido de nutriente (%/BS)

B = contenido de humedad del material (%)

$$\text{Contenido de nutriente (\%/BH)} = (A \times ((100 - B)/100))$$

b) Lípidos

Cuando se usa material desengrasado, por ejemplo en el análisis de fibra cruda, se aplica una expresión similar a fin de obtener un valor representativo de la muestra:

A = contenido de fibra (desengrasada, %)

B = contenido de lípidos en el material (%)

$$\text{Contenido de fibra ajustado (\%)} = (A \times ((100 - B)/100))$$

Anexo 2. Informe de resultados de análisis proximal

Figura 2.1. Determinación del contenido nutricional de las muestras (página 1)

Elaborado por: Aura Marina de Marroquín
Autorizado por: Lic. Miguel Ángel Rodenas

FORMULARIO BROMATO 7
INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

BROMATOLOGÍA
ANÁLISIS DE ALIMENTOS PARA ANIMALES

Edificio M6, 2° Nivel, Ciudad Universitaria zona 12
Ciudad de Guatemala
Teléfax: 24188307 Teléfono: 24188307 ext. 1676
E-mail: bromato200@yahoo.es

Solicitado por: **HERBER MUÑOZ,**
Fecha de recibo la muestra: **18-09-2014,**

Dirección: **CIUDAD, GUATEMALA,**
No. **483**
Fecha de realización: **DEL 22 AL 26- 09-2014,**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS, TOTAL DE MUESTRAS REPORTADAS EN ESTA PAGINA 3
Ciudad de Guatemala, teléfono 24188307.

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA CRUDA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	Dig. Pepsina %	Dig. K.O.H. %	T.N.D. %	E.H. Cal/Vca
663	MEZCLA DE HARINA DE SOYA Y AVENA 40%-60%	SECA	8.91	91.09	4.24	29.83	20.21	9.62	36.11									
		COMO ALIMENTO			3.86	27.17	18.41	878										
664	MEZCLA DE HARINA DE SOYA Y AVENA 60%-40%	SECA	8.98	91.02	2.59	39.22	24.67	870	24.81									
		COMO ALIMENTO			2.36	35.70	22.46	732										
		SECA																
		COMO ALIMENTO																
		SECA																
		COMO ALIMENTO																

OBSERVACIONES:
Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción por un total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.

Resultados 2014
25/09/14
Laboratorista

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
CIUDAD DE GUATEMALA

Lic. Miguel Ángel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología

Fuente: hoja de análisis realizado en Laboratorio de Bromatología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Figura 2.2. **Determinación del contenido nutricional de las muestras (página 2)**

PRUEBA	METODO DE REFERENCIA	APLICABLE	UNIDADES	RANGO	INCERTIDUMBRE
Materia Seca	AOAC: 920.15	4,8,9	%	85 a 100	
Materia Seca	Bateman 6.111	1,2,5,6	%	1 a 85	
Materia Seca	AOAC: 925.04	3	%	20 a 85	
Proteína Cruda	AOAC: 976.05 Tecador: Manual del Método 1030 Analyser	1,2,3,4,5,6,7,8	%	1 a 300	
Fibra Cruda	Tecador: Manual del 1010/1021 Fiberrec System I AOAC: 962.09 Bateman	1,2,3,4,5,6,7,8	%	1 a 60	
Fibra Acido Detergente	Tecador: Manual del 1010/1021 Fiberrec System I	1,2,3,4	%	0 a 60	
Fibra Neutro Detergente	Tecador: Manual del 1010/1021 Fiberrec System I	1,2,3,4	%	0 a 90	
Extracto Eterico	Bateman 9.110	1,2,3,4,5,6,8	%	0 a 100	
Cenizas	Aoac: 942.05	1,2,3,4,5,6,7,8, 9,10	%	0 a 100	
Extracto Libre de Nitrogeno	Bateman: 10200	1,2,3,4,5,6	%	0 a 100	

MATERIALES EN LOS QUE SE REALIZARON LOS ANÁLISIS ACREDITADOS:

1. Heno, rastrojos y cascarrillas
2. Forrajes verdes
3. Ensilados
4. Alimentos concentrados (menos del 15% de humedad)
5. Frutas y verduras de consumo humano
6. Carnes y subproductos cárnicos
7. Leches y subproductos lácteos
8. Plantas con otros fines diferentes de la alimentación humana o animal
9. Suelos
10. Fertilizantes orgánicos e inorgánicos

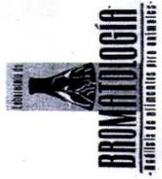
Fuente: hoja de análisis realizado en Laboratorio de Bromatología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Figura 2.3. Determinación del contenido nutricional de las muestras (página 3)



Elaborado por: Aura Marina deMarroquín
Autorizado por: Lic. Miguel Ángel Rodenas

FORMULARIO BROMATO 7
INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS



Edificio MS, 2° Nivel, Ciudad Universitaria zona 12
Ciudad de Guatemala
Teléfono: 24188307 Teléfono: 24188307 ext. 1676
E-mail: bromat2000@yahoo.es

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Escuela de Zootecnia
Unidad de Alimentación Animal

HERBER MUÑOZ Dirección: **CIUDAD GUATEMALA** No. **482**
18-09-2014 Fecha de realización: **DEL 22 AL 23-09-2014**

Solicitado por: Fecha de recibida la muestra: **UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA CRUDA %	Centizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	Dig. pepsina %	Dig. K.O.H. %	T.N.D. %	E.B. Cal/Kcal	
659	MEZCLA DE HARINA DE SOYA Y AVENA 0%-100%	SECA	10.16	88.82	5.02	22.80	8.93	6.97	56.28	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	4.51	20.48	8.02	6.26	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
660	MEZCLA DE HARINA DE SOYA Y AVENA 80%-20%	SECA	9.24	90.76	1.23	39.00	33.40	9.34	17.03	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	1.11	35.40	30.32	8.48	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
661	MEZCLA DE HARINA DE SOYA Y AVENA 50%-50%	SECA	8.77	91.23	2.61	31.37	22.80	8.81	34.41	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	2.38	28.62	20.80	8.04	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
662	MEZCLA DE HARINA DE SOYA Y AVENA 20%-80%	SECA	8.15	90.85	3.90	25.84	15.74	7.41	47.10	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	3.55	23.48	14.30	6.73	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

OBSERVACIONES:
Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fibra. Se prohibe la producción parcial. Se prohíbe la producción parcial. Información completa al teléfono: 24188307.

[Signature]
Lic. Miguel Ángel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología

[Signature]
Lic. José A. Morales S.
Laboratorista

F.M.V.Z.
Resultados 2014/484
25/09/14

Fuente: hoja de análisis realizado en Laboratorio de Bromatología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Figura 2.4. **Determinación de análisis microbiológico en mezcla vegetal de harina de soja y avena**

 **USAC**
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

06 de octubre de 2014

215 A/014

I. Información general:

Refiere: Sr. Heber Josué Muñoz García
Institución: Particular
Procedencia: área de empaque final
Tipo de muestra: mezcla vegetal de harina de soja y avena
Análisis solicitado: Recuento aeróbico en placa de bacterias, *recuento de mohos y levaduras*, recuento de coliformes totales e identificación de *Escherichia coli*.
Fecha y hora de ingreso al laboratorio: 25/09/14; 14:45 hrs.
Fecha y Hora de muestreo: 25/09/14; 08:00 hrs.

II. Resultados (Con base a la muestra tal y como fue referida al laboratorio)

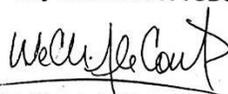
	Resultado
Recuento aeróbico en placa de bacterias:	410 UFC/g estimado*
Recuento de mohos y levaduras	< 15 UFC/g
Estimado de coliformes totales	< 1 UFC/g estimado
No se aisló <i>Escherichia coli</i>	

*UFC/g: valor estimado de unidades formadoras de colonia por gramo de muestra analizada.

III. Conclusión: desde el punto de vista microbiológico y en base a los resultados obtenidos la muestra, No presentan contaminación con *Escherichia coli*, por lo que Cumplen con el criterio de inocuidad.

Nota: Se debe tomar en cuenta que el recuento de coliformes totales tiene como consecuencia una vida corta del producto, recuerde que los coliformes son indicadores de algún tipo de contaminación del ambiente que lo rodea (agua, utensilios, manos o la misma materia prima utilizada para elaboración).

"ID y ENSEÑAD A TODOS"


Lcda. Wendy A. Chamalé Contreras
Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR-
Edificio T-12, 2do Nivel
Tel/Fax 24189413 ext. 108



No se permite la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio.
----- ULTIMA LINEA -----

Fuente: hoja de análisis realizado en Laboratorio de Bromatología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Anexo 3. **C.A.A. Capítulo XVII, Artículo 1340**

Tabla 3.1. **Parámetros microbiológicos de productos que ha de consumirse después de añadir un líquido**

Recuento de aerobios en placa a 37°C (*)	Máx 5.10 ⁴ UFC/g
Coliformes a 37°C (NMP)	Máx 100/g
E coli, ausencia en	1g
Salmonella, ausencia en	25g
Staphylococcus aureus coagulasa positiva, ausencia en	0,1g
Hongos y Levaduras:	
(En alimentos a base de cereales y otros ingredientes)	Máx 10 ³ UFC/g
(En alimentos lácteos exclusivamente)	Máx 10 ² UFC/g

Fuente: Código Alimentario Argentino.