



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

**EVALUACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DE UNA BEBIDA A PARTIR DE HARINA
PRECOCIDA A BASE DE MALANGA (*Colocasia esculenta*), HABA (*Vicia faba*) Y ARROZ
(*Oryza sativa*)**

Luis Francisco Rodríguez Krische

Asesorado por la Inga. Mercedes Esther Roquel Chávez

Guatemala, noviembre de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DE UNA BEBIDA A PARTIR DE HARINA
PRECOCIDA A BASE DE MALANGA (*Colocasia esculenta*), HABA (*Vicia faba*) Y ARROZ
(*Oryza sativa*)**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LUIS FRANCISCO RODRÍGUEZ KRISCHE
ASESORADO POR LA INGA. MERCEDES ESTHER ROQUEL CHÁVEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés De la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADORA	Inga. Dinna Lissette Estrada Moreira de Rossal
EXAMINADOR	Ing. Jorge Rodolfo García Carrera
EXAMINADOR	Ing. Gerardo Ordoñez
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:

EVALUACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DE UNA BEBIDA A PARTIR DE HARINA PRECOCIDA A BASE DE MALANGA (*Colocasia esculenta*), HABA (*Vicia faba*) Y ARROZ (*Oryza sativa*).

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 18 de julio de 2019



Luis Francisco Rodríguez Krische

Guatemala, 22 de junio 2020

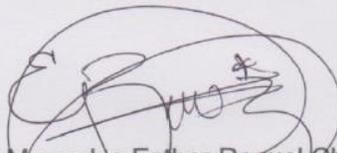
Ingeniero
Williams Guillermo Álvarez Mejía
Director Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Estimado Ingeniero Álvarez:

Por medio de la presente HAGO CONSTAR que he revisado y dado mi aprobación del informe final del trabajo de graduación **“EVALUACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DE UNA BEBIDA A PARTIR DE HARINA PRECOCIDA A BASE DE MALANGA (*Colocasia esculenta*), HABA (*Vicia faba*) y ARROZ (*Oryza sativa*)”**, de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Química, elaborado por Luis Francisco Rodríguez Krische quien se identifica con CUI: 3299 87100 1201 y registro académico número 201503815.

Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente,



Ingeniera Mercedes Esther Roquel Chávez
Número de colegiado 1451
Asesor de tema
Escuela de Ingeniería Química
Mercedes Esther Roquel Chávez
Ingeniera Química
Colegiado No. 1,451



Guatemala, 03 de septiembre de 2020.
Ref. EIQ.TG-IF.031.2020.

Ingeniero
Williams Guillermo Álvarez Mejía
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Álvarez:

Como consta en el registro de evaluación, correlativo 013-2019, le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

INFORME FINAL

Solicitado por el estudiante universitario: **Luis Francisco Rodríguez Krische**.
Identificado con número de camé: **3299871001201**.
Identificado con registro académico: **201503815**.
Previo a optar al título de la carrera: **Ingeniería Química**.
En la modalidad: **Informe Final, Seminario de Investigación**.

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

EVALUACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DE UNA BEBIDA A PARTIR DE HARINA PRECOCIDA A BASE DE MALANGA (*Colocasia esculenta*), HABA (*Vicia faba*) Y ARROZ (*Oryza sativa*).

El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por:

Mercedes Esther Roquel Chávez, profesional de la Ingeniería Química

Habiendo encontrado el referido 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 ENSEÑAD A TODOS”

Hilda Piedad Palma Ramos de Martini
profesional de la Ingeniería Química
COORDINADOR DE TERNA
Tribunal de Revisión
Trabajo de Graduación

C.c.: archivo



USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala

FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

Edificio T-5, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, Centroamérica
 EIQD-REG-SG-007

Guatemala, 26 de noviembre de 2020.

Ref. EIQ.323.2020

Aprobación del informe final del trabajo de graduación

Ingeniera
 Aurelia Anabela Cordova Estrada
 Decana
 Facultad de Ingeniería
 Universidad de San Carlos de Guatemala

Revisado el INFORME FINAL DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN (TESIS), DENOMINADO **EVALUACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DE UNA BEBIDA A PARTIR DE HARINA PRECOCIDA A BASE DE MALANGA (Colocasia esculenta), HABA (Vicia faba) Y ARROZ (Oryza sativa)** del(la) estudiante Luis Francisco Rodríguez Krische, se conceptúa que el documento presentado, reúne todas las condiciones de calidad en materia administrativa y académica (rigor, pertinencia, secuencia y coherencia metodológica), por lo tanto, se procede a la autorización del mismo, para que el(la) estudiante pueda optar al título de Ingeniería Química.

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Williams G. Álvarez Mejía; M.P.
 DIRECTOR
 Escuela de Ingeniería Química



Cc. Archivo
 WGAM/mpea



Formando Ingenieros Químicos en Guatemala desde 1939



**NO SALGAS
 QUÉDATE EN
 CASA**

DTG. 441.2020.

La Decana 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: **EVALUACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DE UNA BEBIDA A PARTIR DE HARINA PRECOCIDA A BASE DE MALANGA (*Colocasia esculenta*), HABA (*Vicia faba*) Y ARROZ (*Oryza sativa*)**, presentado por el estudiante universitario: **Luis Francisco Rodríguez Krische**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, noviembre de 2020

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por su amor, protección y sabiduría que me acompañó en cada paso que he dado en este camino.
Mis padres	Gonzalo Antonio Rodríguez Maldonado, Mayra Isabel Krische Ovalle, por su amor y apoyo incondicional y depositar su confianza en mí.
Mi hermana	Elisa Victoria Rodríguez Krische, por su amor y apoyo. Es una inspiración importante en mi vida.
Mi abuela	Isabel de Jesús Ovalle Barrios, por ser apoyo e inspiración para mi vida, en cada paso que doy.
Mi tía	Iliana Krische, por apoyarme, cuidarme y nunca dejarme solo, aún estando lejos de mi familia.
Mis primos	Gustavo y José De León, por apoyarme y hacerme sentir como en casa por estos 5 años.
Asesora	Esther Roquel, por su guía, tiempo y esfuerzo dedicado en este proceso.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

A mi *alma máter*, por ser mi casa de estudio y permitirme el acceso a la educación superior.

Facultad de Ingeniería

Por la formación profesional basada en la ciencia y tecnología, generando un pensamiento crítico.

Mis padres

Gonzalo Rodríguez y Mayra Krische, por enseñarme a ser una persona recta ante mi caminar en la sociedad.

Mi hermana

Elisa Rodríguez, por ser mi apoyo incondicional y fuente de motivación para afrontar cada etapa de mi vida.

Mi abuela

Isabel Ovalle, por sus cuidados y consejos durante el tiempo que hemos compartido.

**Equipo de tenis de San
Marcos y USAC**

Por permitirme pasar mi adolescencia y juventud practicando el deporte que amo, formando disciplina, valores y buenas amistades.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
HIPÓTESIS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. MARCO CONCEPTUAL.....	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Justificación.....	6
1.3 Determinación del problema	8
1.3.1 Definición.....	8
1.3.2 Delimitación	9
2. MARCO TEÓRICO.....	11
2.1 Arroz.....	11
2.1.1 Morfología.....	11
2.1.2 Tipologías	12
2.1.3 Categorías por forma.....	13
2.1.4 Categorías según el tratamiento industrial	15
2.1.5 Características nutricionales.....	15
2.1.6 Beneficios del consumo del arroz	16
2.2 Haba.....	18
2.2.1 Tipología.....	20

2.2.2	Características nutricionales del haba.....	21
2.2.3	Beneficios del consumo del haba.....	22
2.3	Malanga.....	23
2.3.1	Tipología.....	24
2.3.2	Valor nutricional de la malanga	25
2.3.3	Beneficios de la malanga	25
2.4	Análisis de alimentos	28
2.4.1	Análisis físico-químico	28
2.4.2	Análisis sensorial.....	28
2.4.3	Análisis químico proximal de alimentos.....	33
2.4.4	Análisis microbiológico.....	38
2.5	Etapas de la transformación de la materia prima en producto de harina	39
2.5.1	Transporte.....	39
2.5.2	Lavado	39
2.5.3	Pelado.....	40
2.5.4	Corte	40
2.5.5	Secado de alimentos	40
2.5.6	Reducción de partícula.....	41
2.5.7	Molienda.....	41
2.5.8	Tamizado	42
2.5.9	Almacenamiento y conservación.....	42
2.6	Puntaje proteico para la determinación de mezclas vegetales..	42
3.	METODOLOGÍA.....	49
3.1	Variables	49
3.2	Delimitación del campo de estudio	51
3.3	Recursos humanos disponibles.....	51

3.4	Recursos materiales disponibles (equipo, cristalería, reactivos)	51
3.4.1	Análisis químico proximal de la harina precocida a base de malanga, haba y arroz	52
3.5	Técnica cuantitativa.....	55
3.5.1	Proceso de la obtención de harina	56
3.5.2	Proceso para la preparación de harina precocida para la elaboración de una bebida nutricional	57
3.5.3	Análisis de propiedades nutricionales y fisicoquímicas	58
3.5.4	Elaboración de harina de malanga	59
3.6	Recolección y ordenamiento de datos	64
3.6.1	Análisis químico proximal	64
3.6.2	Análisis organoléptico	64
3.6.3	Análisis microbiológico	66
3.7	Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información .	67
3.7.1	Determinación de humedad.....	67
3.7.2	Determinación de materia seca parcial MSP	68
3.7.3	Determinación de materia seca total MST	69
3.7.4	Cálculo de humedad en función de materia seca parcial MSP y materia seca total MST	69
3.7.5	Determinación de cenizas o minerales totales.....	70
3.7.6	Determinación de proteína cruda PC.....	71
3.7.7	Determinación del extracto etéreo	72
3.7.8	Determinación de fibra cruda FC	73
3.8	Análisis estadístico	75
3.8.1	Factor de corrección FC	76
3.8.2	Suma de los cuadrados SC(T).....	76
3.8.3	Suma de los cuadrados de los tratamientos SC(Tr). 76	76

3.8.4	Suma de los cuadrados de los panelistas SC(P)	77
3.8.5	Suma de cuadrados del error SC(E)	77
3.8.6	Total de grados de libertad gl(T)	77
3.8.7	Total de grados de libertad de los tratamientos gl(Tr).....	77
3.8.8	Total de grados de libertad de los panelistas gl(P)...	78
3.8.8	Total de grados de libertad de los errores gl(E)	78
3.8.9	Promedio de los cuadrados de los tratamientos.....	78
3.8.10	Promedio de los cuadrados de los panelistas CM(P)	79
3.8.11	Promedio de los cuadrados de los errores CM(E)..	79
3.8.12	Factor F calculado para los tratamientos F(T).....	79
3.8.13	Factor F calculado para los panelistas F(P)	79
3.8.14	Prueba de amplitud de Duncan	80
3.9	Plan de análisis de los resultados.....	80
3.9.1	Métodos y modelos de datos según tipo de variables	81
3.9.2	Programas utilizados para análisis de datos	81
4.	RESULTADOS.....	83
4.1	Proporción de las tres diferentes mezclas de harinas.....	83
4.2	Análisis químico proximal.....	84
4.4	Formulación de bebida sabor chocolate, fresa y natural.....	87
4.5	Aceptabilidad de la bebida por sus características organolépticas	89
4.6	Determinación de costo de la bebida con mayor aceptación.....	95
5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	97

CONCLUSIONES	105
RECOMENDACIONES	107
BIBLIOGRAFÍA.....	109
APÉNDICES	115
ANEXOS.....	141

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Morfología del arroz	12
2.	Morfología del haba	20
3.	Morfología de la malanga.....	24
4.	Aminoácidos patrones.....	44
5.	Aminoácidos de la malanga	45
6.	Aminoácidos del haba seca	46
7.	Aminoácidos del arroz.....	46
8.	Diagrama de proceso de la obtención de harinas.....	56
9.	Diagrama de proceso para la elaboración de harina de malanga	60
10.	Diagrama de proceso para la elaboración de harina de haba.....	61
11.	Diagrama de proceso para la elaboración de harina de arroz	61
12.	Diagrama de proceso para la elaboración de harina de la mezcla de harina precocida de malanga, haba y arroz	62
13.	Diagrama de proceso para la elaboración de la bebida nutricional.....	63
14.	Modelo de prueba hedónica facial de 5 puntos	66
15.	Comparación porcentual de aceptabilidad para la característica organoléptica de color	91
16.	Comparación porcentual de aceptabilidad para la característica organoléptica de olor.....	92
17.	Comparación porcentual de aceptabilidad para la característica organoléptica de sabor.....	92

18.	Comparación porcentual de aceptabilidad para la característica organoléptica de color entre el rango de “me encantó” y “me gustó” de manera conjunta	93
19.	Comparación porcentual de aceptabilidad para la característica organoléptica de olor entre el rango de “me encantó” y “me gustó” de manera conjunta	93
20.	Comparación porcentual de aceptabilidad para la característica organoléptica de olor entre el rango de “me encantó” y “me gustó” de manera conjunta	94

TABLAS

I.	Identificación de aminoácidos deficientes para formar la mezcla vegetal de manera eficiente	47
II.	Variables de procesos	49
III.	Variables de procesos	50
IV.	Variables de procesos	50
V.	Recolección de datos para análisis químico proximal.....	64
VI.	Recolección de datos para la prueba organoléptica	65
VII.	Recolección de datos de análisis microbiológicos	66
VIII.	Proporción para la isoleucina, mezcla 1.	83
IX.	Proporción para la lisina, mezcla 2.	83
X.	Proporción para el triptófano, mezcla 3.	83
XI.	Análisis químico proximal para la mezcla 1, hm: hh: ha (34:13:53)	84
XII.	Análisis químico proximal para la mezcla 2, hm: hh: ha (48:17:35)	85
XIII.	Análisis químico proximal para la mezcla 3, hm: hh: ha (32:12:56)	85
XIV.	Análisis microbiológico para la mezcla 1, hm: hh: ha (34:13:53)	86
XV.	Análisis microbiológico para la mezcla 2, hm: hh: ha (48:17:35)	86
XVI.	Análisis microbiológico para la mezcla 3, hm: hh: ha (32:12:56).....	87

XVII.	Formulación de bebida sabor chocolate.....	87
XVIII.	Formulación de bebida sabor fresa.....	88
XIX.	Formulación de bebida sabor natural.....	88
XX.	Evaluación organoléptica de color según la escala hedónica facial mixta de 5 puntos.....	89
XXI.	Evaluación organoléptica de olor según la escala hedónica facial mixta de 5 puntos.....	89
XXII.	Evaluación organoléptica de sabor según la escala hedónica facial mixta de 5 puntos.....	90
XXIII.	Análisis de varianza entre las características organolépticas evaluadas por la prueba hedónica facial mixta de 5 puntos.....	90
XXIV.	Prueba múltiple de duncan para las características organolépticas de color, olor y sabor.....	91
XXV.	Costo directo de la bebida sabor chocolate.....	95

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
E. E	Extracto etéreo
FC	Fibra cruda
°C	Grado Celsius
g	Gramo
HA	Harina de arroz
HH	Harina de haba
HM	Harina de malanga
MST	Materia seca total
mg	Miligramo
ml	Mililitro
M1	Muestra de harina 1
M2	Muestra de harina 2
M3	Muestra de harina 3
Fc	Prueba de Fisher calculada
F	Prueba de Fisher crítica
Q	Quetzal
SPP	Subespecie de la bacteria Salmonella
%	Valor porcentual

GLOSARIO

Aceptabilidad	Conjunto de características que determinan que algo es aceptable.
Aminoácido	Moléculas orgánicas que favorecen la formación de proteínas.
Análisis sensorial	Análisis de los alimentos que se realiza con los sentidos.
Bebida	Cualquier líquido que se ingiere de manera alimenticia.
Harina precocida	Harina sometida a una cocción parcial y que no necesita mucho tiempo para su cocción final.
Inocuidad	Proceso que indica la ausencia de microorganismos o sustancias dañinas a la salud alimenticia.
Mezcla	Producto resultante de la combinación de dos o más componentes.
Proporción	Relación que poseen los distintos componentes que conforman una mezcla.

Prueba hedónica

Estudio que se realiza para la determinación de la aceptabilidad de un producto.

Score proteico

El score de una proteína de un alimento refleja su contenido en aminoácidos en comparación con la proteína ideal.

RESUMEN

En este estudio se elaboró de una bebida de alto valor nutricional a partir de harinas precocidas a base de malanga, haba y arroz. Se realizaron tres diferentes mezclas, las cuales fueron definidas a partir de los tres aminoácidos más deficientes en la malanga y complementados con los aminoácidos presentes en el haba y arroz. Luego se determinó el valor nutricional de cada mezcla de harinas. Debido a que el producto es de consumo humano, se determinó su inocuidad para asegurar su adecuada ingesta. Se formuló a partir de la bebida de mayor valor nutricional en tres diferentes sabores, chocolate, fresa y natural. La bebida formulada fue evaluada para determinar su aceptabilidad con un panel de 40 niños, en el cual se evaluaron tres características organolépticas: color, olor y sabor; por último, se determinó el costo directo de la bebida de mayor aceptabilidad.

Las proporciones se realizaron por un score proteico en el cual se identificó que los aminoácidos con menor presencia son isoleucina, lisina y triptófano. El análisis de valor nutricional de las tres harinas fue determinado por el análisis químico proximal. Se evaluaron los parámetros de agua, materia seca total, extracto etéreo, fibra cruda, proteína, cenizas y extracto libre de nitrógeno. La inocuidad de las tres harinas se determinó por medio de un análisis microbiológico, para asegurar que es apta para el consumo humano. La formulación de los tres diferentes sabores a partir de la harina con mayor valor nutricional se estableció tomando en cuenta el harina, saborizante, azúcar, sal, canela y leche. La determinación de la aceptabilidad de la bebida se realizó ante un panel de 40 niños, por medio de una prueba hedónica de 5 puntos, en la cual se evaluaron las características organolépticas de la bebida para cada sabor. La

determinación del costo directo para la bebida de mayor aceptación consistió en obtener el valor económico de la bebida a partir del costo de los ingredientes que se utilizaron.

Las proporciones establecidas para cada mezcla fueron, para la isoleucina, (34:13:53); para la lisina, (48:17:35) y para el triptófano, (32:12:56). Por medio del análisis químico proximal se determinó que la mezcla de harinas con mayor valor nutricional fue la correspondiente a la lisina, pues presenta un mayor porcentaje de proteínas comparadas con las otras dos mezclas de harinas. El análisis microbiológico determinó que las tres harinas presentan ausencia de E. Coli, Salmonella spp y coliformes, por lo que la bebida es adecuada para el consumo humano. la harina de mayor valor nutricional fue la correspondiente a la lisina, por lo cual la formulación base de la bebida se estableció con el harina, saborizante y azúcar con una relación de 1:1:1. La prueba hedónica presento que la bebida con mayor aceptabilidad en el panel de niños fue la de sabor chocolate, teniendo una respuesta favorable para cada característica organoléptica. El costo directo para la bebida de chocolate, para un volumen de 1 500 mL de leche resulto ser de Q 18,42.

OBJETIVOS

General

Evaluar el valor nutricional de una bebida a partir de harina precocida a base de malanga (*Colocasia esculenta*), haba (*Vicia faba*) y arroz (*Oryza sativa*).

Específicos

1. Evaluar la proporción adecuada de las harinas precocidas para la elaboración de la bebida, que es (34:13:53), (48:17:35) y (32:12:56).
2. Determinar qué proporción (34:13:53), (48:17:35) y (32:12:56) de las harinas precocidas ofrece mayor contenido nutricional por medio del análisis químico proximal.
3. Realizar un análisis microbiológico de las diferentes proporciones de harinas precocidas (34:13:53), (48:17:35) y (32:12:56) para comprobar su inocuidad.
4. Formular con la proporción de harina de mayor valor nutricional tres diferentes sabores de bebida: chocolate, fresa y natural.
5. Evaluar el nivel de aceptabilidad de la bebida por sus características organolépticas, que son el sabor, olor y color, con el uso de una prueba hedónica facial mixta de 5 puntos.

6. Determinar el costo directo de la fórmula más aceptable.

HIPÓTESIS

Hipótesis de trabajo

El contenido nutricional de la harina precocida a base de malanga, haba y arroz es mayor al contenido nutricional de la harina precocida de malanga.

Hipótesis estadística

El contenido nutricional de la harina precocida a base de malanga, haba y arroz está en función de la proporción de la mezcla (34:13:53), (48:17:35), (32:12:56).

Hipótesis nula (H₀)

Al variar la proporción de la harina precocida a base de malanga, haba y arroz no existe diferencia significativa en el contenido nutricional.

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

Hipótesis alterna (H_a)

Al variar la proporción de la harina precocida a base de malanga, haba y arroz existe diferencia significativa en el contenido nutricional.

$$\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$$

INTRODUCCIÓN

Para la salud humana una alimentación con alto valor nutricional es fundamental para el correcto desarrollo físico e intelectual, principalmente en los niños. Los alimentos vegetales son más accesibles económicamente para el consumo, pero no se informa sobre las características nutritivas, por lo que disminuye así la posibilidad de consumir el alimento.

El haba y el arroz son unos de los alimentos más consumidos en el país; sin embargo, la malanga, que es un tubérculo con características y propiedades altamente nutritivas, no es uno de los alimentos más conocidos ni más consumido. Por esto se decidió elaborar una bebida nutricional a partir de harina precocida de malanga, haba y arroz. La malanga fortalece las propiedades nutricionales del alimento, el haba fortalece la salud mental y el complemento energético. Se fortalece así de una manera sana la alimentación de las personas, y al sector económico agrícola de nuestro país.

Dado que Guatemala es uno de los países con índices de desnutrición muy altos, se debe buscar maneras alternativas y llamativas para incrementar el consumo de productos alimenticios en los niños, y buscar también una forma de involucrar este producto con la industria, al implementarlo como materia prima para la producción de bebidas y nuevas formas de alimentos nutritivos.

Dado que la malanga es uno de los alimentos con alto valor nutricional, pero de poco conocimiento en la población guatemalteca, es muy importante identificar y resaltar las propiedades y beneficios que conlleva el consumo de dicho alimento. Algunas de sus propiedades son el contenido del grupo de

vitaminas B, ácido fólico y minerales como potasio, magnesio, entre otros. El consumo de dicho producto ayuda a prevenir el cáncer, promover la salud del corazón y a combatir la anemia.

En el caso del haba es un alimento muy importante en Guatemala. Su consumo nos ayuda a adquirir algunas vitaminas que son importantes para nuestro cuerpo, como las vitaminas B1, folato, algunos minerales como el zinc, calcio, que ayudan a una sana alimentación y a la generación de nuevas células como glóbulos rojos. Ayudan así a combatir la anemia. Sus beneficios más resaltantes son que fortalece los huesos, la salud del corazón y al sistema nervioso. Este último es muy importante, ya que ayuda a fortalecer a nuestro cerebro.

El arroz es uno de los granos con mayor consumo en Guatemala. Para la inclusión de harinas representa un gran aporte energético para el cuerpo humano, debido a su gran cantidad de proteínas; además, no posee gluten, por lo cual es apto para las personas con problemas de enfermedades celíacas. Su consumo tiene grandes beneficios para la salud como, por ejemplo, previene la obesidad, controla la presión arterial y mejora el metabolismo.

La harina es una combinación de estos 3 ingredientes. Para establecer sus propiedades nutritivas, se realizará el análisis químico proximal para 3 proporciones distintas, las cuales también servirán para elaborar la bebida y evaluar sus características organolépticas y de aceptabilidad ante un panel de 40 personas.

1. MARCO CONCEPTUAL

1.1 Antecedentes

La importancia de la elaboración de harinas a partir de cereales y diversas hortalizas, tubérculos, semillas, entre otros, surge por la necesidad de implementar productos alimenticios de alto valor nutricional, con el fin de fortalecer el sano desarrollo y bienestar humano, tanto en niños como adultos.

Según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), se refiere a las mezclas elaboradas para producir alimentos a base de algún cereal para elaborar pan, bebidas, galletas y pastas.

Tomando en cuenta la importancia de las harinas, se puede decir que la primera harina que se elaboró de manera nutricional en nuestro país fue la Incaparina. Fue creada por el bioquímico Ricardo Bressani, en 1959, y consiste en una mezcla de harina de maíz y harina de soja.

Durante los años cincuenta, el INCAP¹ (Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá) inició una serie de investigaciones para aumentar la disponibilidad de proteínas a través del consumo de alimentos de origen vegetal. Se buscaba desarrollar un alimento que consistía en una mezcla vegetal a base de harina de maíz y harina de algodón, con proteínas de alto valor biológico comparable con la proteína de origen animal, teniendo un precio más accesible para las personas de escasos recursos.

¹ DIAZ, Luis. *Conceptos y tecnologías para la creación de harinas compuestas*. <http://bvssan.incap.org.gt/local/file/PPNT006.pdf>.

A esta mezcla se le agregó una serie de vitaminas y minerales, particularmente vitamina A, calcio y riboflavina. Debido a la escasez del algodón, la Incaparina fue reformulada hasta llegar a la mezcla actual de harina de maíz y harina de soja fortificada con vitaminas y minerales.

En 1959, el INCAP presentó el proyecto de la Incaparina al consejo directivo de la corporación Castillo Hermanos para ofrecer una licencia de producción y distribución a largo plazo. El proyecto fue considerado de suma importancia como una solución integral al problema de malnutrición de la población guatemalteca.

En 2008, en la Universidad San Carlos de Guatemala se realizó un estudio en la escuela de Ingeniería Química de la facultad de ingeniería denominado *Diseño de una línea de producción para la elaboración de harina de camote (Ipomoea Batata)*, desarrollado por Mercedes Esther Roquel Chávez, en el cual se evalúa el desarrollo de producción de harina de camote y su valor nutricional.

Se pudo determinar que la harina de camote tiene un alto valor nutricional, así como una gran presencia de provitamina A y β - caroteno. Es un alimento adecuado para la nutrición.

En 2014, en la Universidad San Carlos de Guatemala, se realizó un estudio en la escuela de Ingeniería Química de la facultad de ingeniería denominado *Proceso de fabricación de harina de coco (Cocos nucifera) para la obtención de un producto de panificación para personas celíacas*, desarrollado por Clara Ivone Soto Franco. Se elabora un proceso con el fin de obtener una harina a partir del coco, con el fin de ayudar a las personas celíacas.

En este se concluyó, por medio de un análisis químico proximal, que la harina de coco presenta un alto contenido de grasas y bajo contenido en proteínas y fibra.

En 2014, en la Universidad San Carlos de Guatemala, se realizó un estudio en la escuela de Ingeniería Química de la facultad de ingeniería, denominado *Evaluación del proceso de elaboración de harina de moringa (Moringa oleífera Lam) para su aplicación en la formulación de harina de maíz fortificada para incrementar su valor nutricional* desarrollado por Lenyn Ubaldo Girón Hernández, en el cual se evaluó el valor nutricional a partir de harina de maíz, así como harina de moringa.

Se determinó el valor nutricional de la mezcla, con 70 % de harina de moringa (*Moringa oleífera*, Lam), y 30 % de harina de maíz (*Zea mays*, L). Es una mezcla nutricionalmente balanceada, con 25,57 % de proteína, extracto etéreo 5,32 %, extracto libre de nitrógeno 40,67 %, y contenidos de minerales, con 0,41 % de calcio y 0,13 % de fósforo.

En 2017, en el Centro Universitario de Suroccidente, perteneciente a la Universidad San Carlos de Guatemala, se realizó un estudio en la carrera de Ingeniería en Alimentos, denominado *Determinación cuantitativa del contenido energético y de macronutrientes de dos harinas elaboradas con pulpa y cáscara de plátano verde (Musa paradisiaca), en Mazatenango, Suchitepéquez.*, desarrollado por Luis Felipe Obdulio Barrios Pineda. Se comparó la composición química proximal de los componentes nutricionales (carbohidratos, proteínas, lípidos, fibra, cenizas y calorías) de dos harinas, una con 78 % pulpa y 22 % cáscara de plátano verde, y la otra, 100 % pulpa de plátano verde.

El análisis de los valores obtenidos entre los nutrientes analizados de las dos harinas producidas muestra que las diferencias más altas a favor de la harina de pulpa y cáscara de plátano verde fueron en fibra cruda de 1,44 % y cenizas de 2,35 %, correspondiente a un incremento de 83,23 % y 70,20 %, respectivamente.

En 2018, en el Centro Universitario de Suroccidente, perteneciente a la Universidad San Carlos de Guatemala, se realizó un estudio en la carrera de Ingeniería en Alimentos denominado *Caracterización agromorfológica y evaluación del rendimiento de tres cultivares de malanga (Colocasia esculenta, Schott), en Aldea Barrios, Nuevo San Carlos, Retalhuleu*. Desarrollado por Azahel Oswaldo Tem Mazariegos, presentó la caracterización y rendimiento en cuanto al valor nutricional y cosecha de tres cultivos.

Se logró determinar que en cuanto al tratamiento nutricional no existió diferencia significativa. Para la cosecha se logró identificar que el mejor cultivo fue la cosecha tres, con 264 días, que varió algunos días con las demás muestras.

En 2005, en el Centro Universitario de Suroccidente, perteneciente a la Universidad San Carlos de Guatemala, se realizó un estudio en la carrera de Ingeniería en Alimentos denominado *Elaboración de mezclas de malanga-ajonjolí para la producción de alimentos listos para servir*, de la ingeniera en alimentos Edna Patricia Loarca Huertas. Se desarrollaron harinas con aporte nutricional para diferentes tipos de alimentos, con el fin de mejorar el aporte nutricional.

Se determinó que la mejor mezcla es la de 70:30, con una disminución de lisina conforme se agrega el ajonjolí, pero aumentan los aminoácidos azufrados como la metionina y cisterna.

En 2018, en la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, en la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos, se realizó un estudio en la carrera de Licenciatura en Ciencia y Tecnología de alimentos denominado *Transformación de la malanga en un alimento dirigido a la población Zoque*, elaborado por Cecilia Catalina Díaz Valencia y Violeta Madai Pérez Medina. Se desarrolló un alimento a base malanga para que tuviera un impacto de alto valor nutricional y aceptación por medio de un análisis sensorial en la población de Zoque.

Se concluyó con la elaboración de un pan a partir de harina de malanga. La que tenía 15 % y 20 % de harina de malanga fue la que más valor de proteínas presentó. Eran las mejores opciones para el consumo nutritivo de los pobladores de Zoque.

En 2008, en el Centro Universitario de Suroccidente, perteneciente a la Universidad San Carlos de Guatemala, se realizó un estudio en la carrera de Ingeniería en Alimentos denominado *Biodisponibilidad y efecto del sabor en el enriquecimiento con hierro de la harina de malanga-ajonjolí*, elaborado por la ingeniera en alimentos Edna Patricia Loarca Huertas y por el ingeniero Agrónomo Erick Alexander España M. En este se fortificó la harina de malanga y ajonjolí con hierro con los niveles de 14, 17 y 20 mg, por medio de las sales de sulfato de hierro anhidro y hierro bisglicinado.

Se determinó que el hierro bisglicinado tuvo un mayor aporte al enriquecimiento de la harina, teniendo 14 mg de Fe por cada 100 gramos de harina. También se determinó que el costo de fortificar la harina fue de Q 3,75 por cada kilogramo, con un costo constante para la producción.

En 2014, en la Universidad Tecnológica, se realizó un estudio en la carrera de Ingeniería en Alimentos denominado *Análisis comparativo de las propiedades*

fisicoquímicas y nutrimentales de almidón obtenido a partir de dos especies de malanga (Colocasia antiquorum y Colocasia esculenta) cultivadas en el estado de Oaxaca, elaborado por Karina Lilibeth Ríos Ríos. Se obtuvo el almidón de la malanga de dos tipos y fue comparado de manera fisicoquímica y nutricional con almidones de uso común.

Se determinó que el almidón de la malanga puede llegar a tener de 32 % a 40 % más proteína que un almidón de yuca, con un alto valor nutritivo para la elaboración de nuevos productos.

1.2 Justificación

Teniendo en cuenta la actualidad de nuestro país como uno de los más afectados por la desnutrición infantil, es importante pensar en el desarrollo de productos que, además de presentar un enfoque nutricional, ayude a prevenir enfermedades en los niños y a fortalecer su salud tanto alimenticia como mental.

Según el último informe presentado por el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (Unicef), Guatemala es el primer país de Centroamérica y Latinoamérica con mayor índice de desnutrición crónica, y el quinto a nivel mundial. La desnutrición provoca en los niños una cadena de limitaciones físicas y mentales durante los dos primeros años de vida, que puede causar daños irreversibles para la salud. Estos niños, además, tendrán un riesgo mayor de morir antes de cumplir cinco años.

Es por eso que surge la necesidad de desarrollar productos alimenticios de alto valor nutricional, aprovechando los recursos de nuestro país. Uno de ellos es la malanga, que es un alimento de alto valor nutricional que se utiliza para prevenir la anemia y como recuperación nutricional, pero es muy poco

consumido y conocido por nuestra población. El haba es un alimento que proporciona beneficios a la salud mental, fortalece la salud del cerebro gracias a la vitamina B y tiaminas; por último, el arroz es un alimento considerado como uno de los más altos en contenido energético.

Pensando en la población infantil de Guatemala, en este trabajo de graduación se realizará un estudio para desarrollar una bebida de alto valor nutricional a partir de las harinas precocidas a base de malanga, haba y arroz, ya que esta combinación proporciona una alternativa de recuperación nutricional. Además, esta harina puede ser destinada a la elaboración no solo de bebidas, sino también de panqueques, pastas, panificación y repostería.

La malanga es un alimento que se siembra y cosecha mucho en el municipio de Malacatán, San Marcos. Es uno de los productos agrícolas principales para su economía, con un promedio de 11 962 hectáreas de plantación y logrando 74 104 toneladas métricas de malanga. Se logra durante todo el año con periodos de cosecha de 10 a 12 meses, según sea el tipo de malanga. Su disponibilidad no solo se encuentra en dicho municipio, sino también en los departamentos de Suchitepéquez y Retalhuleu, por lo cual no es un alimento de difícil acceso. La malanga promueve la salud digestiva y previene la diabetes debido a su alto nivel de fibra dietética; ayuda a prevenir el cáncer gracias a la presencia de vitamina A, C y antioxidantes fenólicos, y combate a la anemia pues contiene hierro, cobre y ácido fólico que ayudan a la formación de glóbulos rojos.

El haba es un alimento que tiene la ventaja de crecer en climas fríos y templados. Representa un 76 % a 80 % de cultivo con mayor presencia en el país. Los departamentos con mayor producción son San Marcos, Quetzaltenango, Huehuetenango, Totonicapán, Chimaltenango, Sololá y

Quiché. Producen un promedio de 5 500 quintales al año y representan una oportunidad de empleo para 25 000 familias. El haba es un alimento que ayuda a la salud cardiovascular gracias a la fibra soluble que ayuda a reducir el colesterol malo y los niveles de azúcar en la sangre. Hidrata al organismo, pues su contenido de potasio provoca un incremento en los niveles de agua del cuerpo; fortalece los huesos debido al calcio que se encuentra presente y fortalece la salud mental.

El arroz es un alimento con una gran producción en los departamentos de Izabal, Alta Verapaz, San Marcos, Petén, Jutiapa y Chiquimula, con una producción anual promedio de 771 617 quintales. Es uno de los alimentos principales en la economía y nutrición de nuestro país, con una disponibilidad de todo el año. Tiene un alto contenido energético porque contiene gran cantidad de carbohidratos; previene la obesidad y no contiene grasas dañinas, colesterol o sodio, y posee cualidades diuréticas y digestivas por su alto contenido de fibra.

1.3 Determinación del problema

Se desea elaborar una bebida de alto valor nutricional a partir de harinas precocidas a base de malanga, haba y arroz. Se determinará su contenido nutricional mediante un análisis químico proximal, y se evaluará su aceptabilidad y sus características organolépticas como el sabor, olor y color.

1.3.1 Definición

La harina precocida a base de malanga, arroz y haba representa una alternativa nutricional para la elaboración de una bebida, ya que presenta un alto contenido de ácido fólico, vitamina A, vitamina C, vitamina B, tiaminas, carbohidratos, fibra dietética, entre otros.

1.3.2 Delimitación

Se utilizará malanga proveniente de Malacatán, San Marcos, uno de los lugares con mayor siembra y cosecha en todo el país. La malanga es la base de la harina. Se busca que su aporte nutricional sea lo más alto posible, enriquecido con las harinas de haba y arroz.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Arroz

El arroz es la semilla de la planta *Oryza sativa*. Se trata de un cereal considerado alimento básico en muchas culturas, como en algunas partes de América Latina.

Es el cereal más importante en la alimentación humana y contribuye de forma muy efectiva al aporte calórico de la dieta humana actual; es fuente de una quinta parte de las calorías consumidas en el mundo.

2.1.1 Morfología

El arroz (*Oryza sativa*) es una monocotiledónea perteneciente a la familia *Poaceae*.

Las raíces son delgadas, fibrosas y fasciculadas. Posee dos tipos de raíces: las seminales, que se originan de la radícula y son de naturaleza temporal, y las raíces adventicias secundarias, que tienen una libre ramificación y se forman a partir de los nudos inferiores del tallo joven. Estas últimas sustituyen a las raíces seminales.

El tallo se forma de nudos y entrenudos alternados. Es cilíndrico, nudoso y mide de 60 a 120 cm de longitud. Las hojas son alternas, envainadoras, con el limbo lineal, agudo, largo y plano. En el punto de reunión de la vaina y el limbo

se encuentra una lígula membranosa, bífida y erguida, que presenta en el borde inferior una serie de cirros largos y sedosos.

Las flores son de color verde blanquecino y están dispuestas en espiguillas, cuyo conjunto constituye una panoja grande y terminal.

Figura 1. **Morfología del arroz**



Fuente: PEINADO, Susan. *Beneficios alimenticios del arroz*.

<https://www.vitonica.com/alimentos/analisis-nutricional-arroz-blanco-de-grano-medio-ii>.

Consulta: 2 de noviembre de 2012.

2.1.2 Tipologías

Existen cerca de diez mil variedades de arroz. Todas ellas entran en una de las dos subespecies de *Oryza sativa*; la variedad *índica*, que suele cultivarse en los trópicos, y la *japónica*, que se puede encontrar tanto en los trópicos como en las zonas de clima templado y se caracteriza por su alto contenido en almidón del tipo amilosa (arroz glutinoso). Por regla general, cuanto más amilosa contiene

un grano de arroz, más temperatura, agua y tiempo requiere para su cocción.

La mayoría de arroces se pulen previamente para liberarlos de la cubierta que los protege (que se convierte en salvado), lo que elimina aceites y enzimas. El resultado es un grano de arroz que se mantiene estable durante meses.

2.1.3 Categorías por forma

La categorización habitual de los arroces de cocina es:

- Arroz de grano corto, de apariencia casi esférica, que se suele encontrar en Japón, en el norte de China y en Corea. Es ideal para la elaboración del sushi debido a que los granos permanecen unidos incluso a temperatura ambiente.
- Arroz de grano medio, que posee una longitud entre dos y tres veces su grosor. Contiene menos amilosa que los arroces de grano largo. Es el más empleado en la cocina española (es el arroz bomba empleado en la paella). Es ampliamente utilizado en América Latina en donde los mayores países productores son Brasil, Colombia, Perú, Ecuador, Argentina y Chile, además se utiliza en la cocina de Cuba, Puerto Rico y República Dominicana, donde es un alimento de consumo diario. También se emplea en la cocina valenciana e italiana (risotto).
- Arroz de grano largo, que puede tener entre cuatro y cinco veces la longitud de su grosor. Posee una cantidad elevada de amilosa y por ello requiere una proporción relativamente alta de agua para cocinarse. Es muy empleado en la cocina china e india y es el más vendido en Estados Unidos. También es de consumo muy común en Islas

Canarias y Venezuela, especialmente formando parte del pabellón criollo o como acompañamiento de platos de carne, pollo o pescado.

- Arroz silvestre, proveniente del género *Zizania*, que se emplea en alimentación y procede tanto de recolección silvestre como de cultivo. Posee un grano largo que puede llegar a casi 2 cm de longitud.

2.1.3.1 Categorías por color/aroma/tacto

De acuerdo al color, aroma y tacto, el arroz puede categorizarse como:

- Arroz glutinoso, denominado también arroz dulce o arroz pegajoso. Es, como su nombre indica, pegajoso después de cocerse y los granos permanecen unidos. Necesita poca cantidad de agua y tiende a desintegrarse si se cocina demasiado. Se emplea en la elaboración de platos dulces a base de arroz en Asia. El grado de 'pegajosidad' que posee un grano de arroz se mide por su contenido de amilosa.
- Arroz aromático, es un grupo de arroces de grano largo/medio que se caracteriza por poseer aroma debido a la concentración de compuestos volátiles. Abarca la mayoría de los arroces que se encuentran en los países de India y Pakistán denominados basmati, los arroces jazmín.
- Arroz pigmentado, arroces cuyo salvado posee pigmentos en forma de antocianinas que le confieren colores tales como púrpura o rojo. En este tipo de arroces, cuando el salvado se elimina del grano, el color desaparece.

2.1.4 Categorías según el tratamiento industrial

Antes de ser comercializado, el arroz puede recibir ciertos tratamientos:

- Arroz vaporizado, al que se le ha quitado el salvado mediante agua en una ligera cocción. Este tipo de arroz tiene algunas ventajas debido a que las vitaminas del salvado se difunden en el endospermo, por lo que es nutricionalmente más completo. El precocinado endurece el grano y hace que no se rompa al ser cocinado. El almidón del arroz precocinado se ha gelatinizado. Este tratamiento es tradicional en India y Pakistán.
- Arroz precocinado o rápido, cocido y fisurado previamente para facilitar la cocción definitiva, que pasa de unos veinte minutos a unos cinco.

2.1.5 Características nutricionales

El arroz posee más lisina que el trigo, el maíz y el sorgo. Contiene grandes cantidades de almidón en forma de amilosa (que cohesionan a los granos). El otro contenido de almidón en el arroz, tras la amilosa, es la amilopectina. El arroz limpio, ya desprovisto de su salvado, suele tener menos fibra dietética que otros cereales y por lo tanto es más digestivo. Puede ser un alimento de sustento, a pesar de su bajo contenido en riboflavina y tiamina, y proporciona mayor contenido calórico y más proteínas por hectárea que el trigo y el maíz. Es por esta razón por la que algunos investigadores han encontrado correlaciones entre el crecimiento de la población y la expansión de su cultivo.

El arroz posee una elevada posición entre los cereales al considerar su aporte energético en calorías, así como en proteínas. La biodiversidad lo coloca en un 66 %, si bien posee pocas proteínas comparado con otros cereales.

El arroz no contiene gluten, por lo que es apto para el consumo por parte de personas que padecen trastornos relacionados con el gluten, tales como la enfermedad celíaca y la sensibilidad al gluten no celíaca.

2.1.6 Beneficios del consumo del arroz

Los principales beneficios del arroz son:

- Proporciona energía: dado que el arroz es abundante en carbohidratos, actúa como combustible para el organismo y contribuye al buen funcionamiento del cerebro. Las vitaminas, los minerales y los componentes orgánicos del arroz aumentan el funcionamiento y la actividad metabólica de todos los sistemas de órganos, incrementando todavía más los niveles de energía.
- Previene la obesidad: el arroz no contiene grasas dañinas, colesterol o sodio y debería formar parte integral de una dieta equilibrada.
- Controla la presión arterial: el arroz es bajo en sodio, por lo que se lo considera uno de los mejores alimentos para aquellas personas que padecen hipertensión. El exceso de este elemento puede causar que las venas y las arterias se contraigan, aumentando el estrés y la tensión en el sistema cardiovascular a medida que se incrementa la presión arterial. Esto también se asocia con afecciones cardíacas como aterosclerosis, ataques cardíacos y accidentes cerebrovasculares, por lo que evitar su exceso es fundamental.
- Previene contra el cáncer: especialmente, el arroz integral es rico en fibra, fundamental para evitar algunos tipos de cáncer como el colorrectal y el intestinal. También contiene antioxidantes naturales como la vitamina C,

vitamina A y diversos compuestos fenólicos y flavonoides, que actúan para eliminar los radicales libres del cuerpo, retrasando el envejecimiento.

- Protege tu piel: el agua de arroz, rica en vitaminas y minerales, se ha popularizado en los últimos años por sus propiedades para la piel y el cabello, tanto antiinflamatorias y propicias para calmar la irritación y el enrojecimiento como antioxidantes, contribuyendo a retrasar la aparición de arrugas y otros signos prematuros de envejecimiento que pueden afectar a tu piel.
- Previene contra la enfermedad del Alzheimer: el arroz integral posee altos niveles de nutrientes que estimulan el crecimiento y la actividad de los neurotransmisores, lo que ayuda a prevenir la aparición de la enfermedad neurodegenerativa del Alzheimer, en gran medida.
- Cualidades diuréticas y digestivas: se recomienda comer arroz a los pacientes con colon irritable, diarrea, cólicos y otros problemas intestinales. Además, el alto contenido de fibra también aumenta la regularidad del movimiento intestinal y protege contra varios tipos de cáncer, además de reducir las posibilidades de enfermedades cardiovasculares.
- Mejora el metabolismo: el arroz es una excelente fuente de vitaminas y minerales como niacina, vitamina D, calcio, fibra, hierro, tiamina y riboflavina. Estas vitaminas proporcionan la base para el metabolismo del organismo, la buena salud del sistema inmune y el funcionamiento adecuado de los órganos.

- Impulsa la salud cardiovascular: el aceite de salvado de arroz es conocido por sus propiedades antioxidantes que promueven la fuerza cardiovascular, al reducir los niveles de colesterol en el cuerpo. A estos, se unen los beneficios para el corazón de la fibra y los bajos niveles de grasa y sodio. Cabe destacar que las variedades integrales son mucho mejores que el arroz blanco en esta categoría, ya que la cáscara del grano es donde residen gran parte de los nutrientes.

2.2 Haba

El haba tiene porte recto y erguido, con tallos fuertes y angulosos de hasta 1,6 m de altura. Sus hojas aparecen sobre el tallo en disposición alterna, son compuestas paripinnadas. Los folíolos son de forma oval-redondeada, color verde oscuro. Como en otras especies del género *Vicia*, tienen un zarcillo terminal, pero en el haba este es rudimentario e inútil para trepar.

Las flores se presentan agrupadas, de cinco a ocho, en el extremo de una corta espiga, que nace a su vez de la axila de las hojas superiores. Son grandes, comparadas con las de otras especies del género, alcanzan 4 cm. La corola es papilionácea, formada por cinco pétalos desiguales, blancas o algo amarillentas. Los dos pétalos laterales o alas tienen una mancha púrpura oscura o negra, angulosa. El pétalo superior o estandarte está surcado por venas radiales de color oscuro, de tono y anchura atenuados hacia el borde. Las flores son hermafroditas y autofértiles.

El fruto es una legumbre, en forma de vaina, con dos valvas unidas por sendas suturas, de sección casi cilíndrica o ligeramente aplastada, con las suturas muy poco resaltadas, indehiscente. Su tamaño no difiere mucho entre variedades, la longitud oscila entre 10 y 30 cm y la anchura entre 2 a 3 cm. La

parte interna de la vaina está cubierta por un tejido esponjoso, de aspecto afieltrado, blanco, que protege las semillas y forma a modo de falsos tabiques que las separan. Dentro de esta vaina se ubican las semillas puestas en fila, más o menos aplastadas. La vaina, de color verde en estado inmaduro, se oscurece y se vuelve pubescente al secarse. Los granos en el interior de la misma varían entre dos y nueve.

Las semillas son reniformes, de tamaño más o menos grande, dependiendo también de la variedad. Son de color verde amarillento que luego, al sobre madurar, se vuelve bronceado. También hay variedades de grano negruzco y morado.

El peso de una semilla es de uno a dos gramos. El poder germinativo dura de cuatro a seis años. En la semilla comercial el porcentaje mínimo de germinación es del 90 % y la pureza mínima del 99 %.

La raíz del haba crece en profundidad hasta alcanzar un largo similar al del tallo de la planta. Como otras fabáceas, los nódulos de la misma tienen la propiedad de fijar nitrógeno en el suelo; aunque hasta un 80 % del mismo es consumido por la propia planta, el 20 % restante mejora la fertilidad de la tierra, por lo que el cultivo se emplea en sistemas de rotación para fortalecer suelos agotados.

Figura 2. **Morfología del haba**



Fuente: TORREBLANCA, Luz. *Propiedades de las habas, unas legumbres ricas en vitaminas, minerales y proteínas para una buena salud*. <https://www.ecoagricultor.com/propiedades-de-las-habas/>. Consulta: 22 de marzo de 2017.

2.2.1 Tipología

Existen muchas variedades de haba que pueden clasificarse en tres grupos, dependiendo del tamaño de la vaina, en vaina larga, vaina intermedia y vaina enana.

Las habas de vaina larga miden alrededor de unos 40cm y tienen en el interior entre 8-10 semillas. Las variedades de vaina mediana poseen vainas más cortas y anchas, las cuales producen entre 4-7 semillas. Finalmente, encontramos las variedades de vaina enana, cuyo fruto es el de menor tamaño, haciendo que sea de fácil manejo al momento de manipularlo para sus diversos fines. Si hacemos una clasificación de las variedades, dentro de los tres grupos

descritos anteriormente, obtenemos: variedades de vaina larga: Aguadulce, Imperial Green Longpod, Relon, Hylon, Imperial White Longpod, Bunyard's Exhibition, Masterpiece Longpod, Express, Sussex Wonder Longpod, Red Epicure. Todas ellas se caracterizan por tener una longitud alrededor de los 40cm, con unas 8-10 semillas arriñonadas. Como características generales resaltan su resistencia y su producción temprana.

Variedades Windsor, intermedias: Green Windsor, White Windsor. Son más cortas y anchas que las de vaina larga. Producen entre 4-7 semillas y tienen el mejor sabor de entre todas las variedades. Variedades enanas: The Sutton, Bonny Lad. Existen otras variedades de haba que no pertenecen al mismo género, como el haba blanca y el haba de burro, originarias de América.

2.2.2 Características nutricionales del haba

El consumo del haba es una importante fuente de fibra, posee un alto contenido en ácido fólico. El folato es esencial para el crecimiento de nuevas células, prevenir la anemia y producir glóbulos rojos².

Además de ello contienen vitamina B1 y minerales de gran importancia como el cobre, fósforo, hierro, manganeso, magnesio, zinc y potasio. El aporte de hierro de las habas supone el 32 % del aporte diario recomendado para los hombres y el 14 % para las mujeres. En cuanto al zinc, una porción de habas proporciona el 15 % de la ingesta recomendada de este mineral al día en hombres y el 21 % para las mujeres. Además, tiene un alto contenido en proteínas.

² TORREBLANCA, Luz. *Propiedades de las habas, unas legumbres ricas en vitaminas, minerales y proteínas para una buena salud*. <https://www.ecoagricultor.com/propiedades-de-las-habas/>

2.2.3 Beneficios del consumo del haba

Entre los principales beneficios que ofrece el haba se encuentran:

- Fortalece la salud del corazón: gracias a su alto contenido en fibra soluble y en nutrientes esenciales, las habas mejoran la actividad cardiovascular, reducen el colesterol malo (LDL) y equilibran los niveles de azúcar en sangre.
- Hidrata el organismo: esto se debe a su aporte en potasio que incrementa los niveles de agua en el cuerpo.
- Ayudan a perder peso: su contenido en proteínas (unos 10 gramos por cada media taza de habas) es clave para mantener el peso y eliminar el exceso de grasa corporal. Además, la mezcla de proteínas y la fibra que contienen ayudan a adelgazar. Por otro lado, su aporte en fibra es muy alto, lo que produce un efecto saciante con muy pocas calorías.
- Fortalece los huesos: mantiene los huesos fuertes y gracias al calcio que contiene, ayuda a mantener la salud de los dientes.
- Protege el funcionamiento del sistema nervioso: además, aumenta los niveles de oxígeno en la sangre gracias su aporte en vitamina B1 y hierro.
- Favorece la salud mental: mejora la salud del cerebro a través de la vitamina B y la tiamina. Ambas esenciales para asegurar un correcto funcionamiento de la actividad cerebral, la memoria y la salud mental en general.

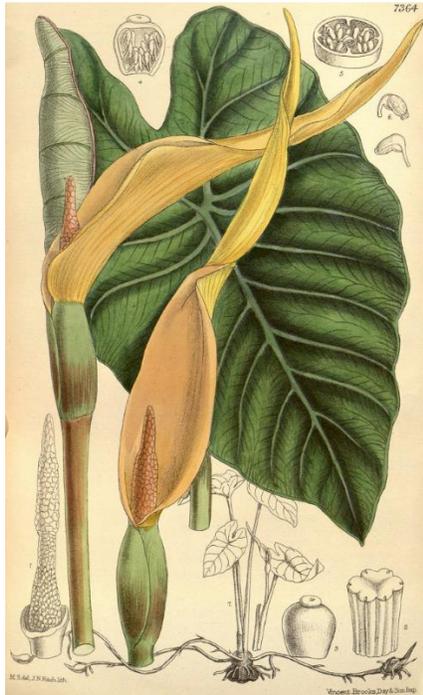
2.3 Malanga

Es un tubérculo comestible nativo de las regiones tropicales; es muy popular en la cocina caribeña, polinesia y africana. Por lo general tiene el tamaño de un nabo, pero con forma oblonga, piel fibrosa y de color marrón (a veces peluda).

La masa vegetal de la malanga suele ser de color blanco o crema, aunque hay variedades que tienen manchas púrpuras. Se suele cocinar y consumir de la misma forma que las papas, pero la malanga tiene un sabor más nudoso y anuezado, similar al de las castañas de agua.

Es una planta herbácea, perennifolia, con un tubérculo subgloboso, estolonífero, subterráneo, que alcanza un tamaño de 6 cm de diámetro. Las hojas son peltadas, con la lámina de 32–36 cm de largo y 22–70 cm de ancho. Las inflorescencias son axilares, fragantes con aroma a frutas, tiene un pedúnculo de 9–80 cm de largo; y espata de hasta 43 cm de largo. Los frutos son bayas sub globosas a oblongas, de 3,5–5 mm de largo y 2,5–3,9 mm de diámetro; con semillas elipsoides, de color café claro. También se conoce como (malanga).

Figura 3. **Morfología de la malanga**



Fuente: REYNALDO, Luis. *Beneficios de la malanga*. <http://hablemosdealimentos.com/c-tuberculos/la-malanga/>. Consulta: 2 de junio de 2013.

2.3.1 Tipología

En general, existen dos tipos de malanga:

- Malanga blanca (*Xanthosoma sagittifolium*): es la variedad de malanga más popular en América Central y América del Sur, y como su nombre indica, posee una carne de color blanco. Dependiendo del lugar, esta malanga también se conoce como bore, camacho, chonque, macabo, mafafa, mangareto o mangarito, mangará-mirim o mangarás, ocumo, oreja de elefante, rascadera, taioba, yaro, tiquisque y yautía.
- Malanga amarilla o taro (*Colocasia esculenta*): esta variedad es popular en África Occidental, China, en la Polinesia, las islas del Océano Índico y

de las Antillas, aunque también es ampliamente consumida en América Central y América del Sur. A diferencia de la variedad blanca, posee una carne de tonalidad amarillenta. Dependiendo del lugar, el taro también se conoce como malanga isleña, kalo, cará, yautía coco, bituca, pituca, onkucha, unkucha, ocumo chino, otoa, papa balusa, madumbe, edoy torán.

Ambos tipos de malanga son comestibles y tienen sabor similar; son muy utilizados en la elaboración de sopas, guisos, asados, frituras, puré, dulces, panes y galletas.

2.3.2 Valor nutricional de la malanga

Desde un punto de vista nutricional, la malanga es muy rica en vitaminas y minerales, convirtiéndose así en una opción natural para aportar a nuestro organismo esos nutrientes esenciales que tanto necesitamos cada día:

- **Vitaminas:** Destaca sobre todo por su contenido en vitamina C, vitaminas del grupo B (en especial las vitaminas B6 y B12) y vitamina E.
- **Minerales:** Destacan su aporte en potasio, magnesio, fósforo y manganeso.

2.3.3 Beneficios de la malanga

- **Promueve la buena salud digestiva:** uno de los beneficios más importantes del taro es su efecto sobre la digestión. El alto nivel de fibra dietética de esta raíz aumenta el volumen de las heces y promueve las evacuaciones intestinales regulares, previniendo problemas digestivos

como el exceso de gases, la hinchazón, los calambres estomacales, el estreñimiento e incluso la diarrea. También es un alimento excelente para personas que sufren problemas estomacales como gastritis, úlcera estomacal y úlcera intestinal.

- Ayuda a prevenir el cáncer: los altos niveles de vitamina A, C y otros antioxidantes fenólicos que se encuentran en este tubérculo estimulan al sistema inmune y combaten la acción de los radicales libres en el organismo. Los radicales libres son subproductos del metabolismo celular que pueden causar la mutación de las células sanas y convertirlas en células cancerosas. Además, la criptoxantina, un pigmento antioxidante que se encuentra en la raíz de taro, está directamente relacionada con una menor probabilidad de desarrollar cáncer de pulmón, cáncer de esófago y cáncer en la vía oral.
- Ayuda a prevenir y controlar la diabetes: la fibra dietética es un nutriente esencial para contrarrestar la diabetes, ya que regula los picos de glucosa y la liberación de insulina en el cuerpo. Abundante en fibra, la malanga puede convertirse en un alimento estratégico para aquellos que necesiten controlar o prevenir los picos de azúcar en sangre.
- Favorece la salud del corazón: La malanga contiene un nivel significativo de potasio, otro de los nutrientes esenciales para mantenerse sano y funcional. El potasio no solo facilita la transferencia saludable de fluidos entre las membranas y los tejidos de todo el cuerpo, sino que también ayuda a aliviar el estrés y la presión en los vasos sanguíneos y las arterias. Al reducir la presión arterial, minimiza el estrés existente provocado por diversas causas, afectando al sistema cardiovascular en general.

- Promueve la salud ocular: el betacaroteno y la criptoxantina presentes en la malanga son antioxidantes que ayudan a mejorar la visión; ambos evitan que los radicales libres dañen las células oculares y causen degeneración visual provocando desgaste macular y cataratas.
- Ayuda a proteger la piel: la vitamina E y la vitamina A, abundantes en la malanga, ayudan a tener una piel más saludable. Ambas vitaminas son esenciales para el organismo e intervienen en la curación de heridas, prevención de las arrugas y recuperación del brillo y tono uniforme de la piel.
- Estimula el sistema inmune: dado que la malanga aporta una fuente significativa de vitamina C fortalece el sistema inmune al impulsar la creación de nuevos glóbulos blancos; estas células son las encargadas de defender al cuerpo de los patógenos, las infecciones y los agentes extraños. La vitamina C también actúa como un antioxidante y previene el desarrollo de afecciones como las enfermedades cardíacas y el desarrollo de cáncer como la anemia.
- Combate la anemia: el hierro y el cobre son minerales esenciales para la producción de los glóbulos rojos en el organismo, es decir, las células que transportan el oxígeno a través de la sangre. Al ser abundante en estos dos nutrientes, el consumo regular de taro disminuye el riesgo de desarrollar anemia (por deficiencia de hierro), aumenta el flujo de sangre, incrementa la actividad metabólica, el crecimiento de nuevas células, la oxigenación general del cuerpo, y ayuda a que los órganos y sistemas funcionen de forma óptima.

2.4 Análisis de alimentos

La alimentación humana es un factor importante, ya que es la fuente de energía para que podamos realizar nuestras actividades y nuestro organismo se encuentre sano. Es por ello que se debe determinar la calidad de los alimentos que los seres humanos ingieren, para determinar el grado de beneficio que puede tener nuestro cuerpo en cuanto a la salud. La calidad de los alimentos puede ser evaluada por diferentes métodos, los cuales pueden agruparse en función de los objetivos que persigan y los principios en que se fundamentan. Así, la evaluación de los alimentos involucra tres tipos de análisis básicos: análisis fisicoquímico, análisis microbiológico y análisis sensorial.

2.4.1 Análisis físico-químico

Permite determinar la composición química del alimento, es decir, cuáles sustancias están presentes en el (proteínas, grasas, vitaminas, minerales, hidratos de carbono, contaminantes metálicos, residuos de plaguicidas, toxinas, antioxidantes, entre otros). y en qué cantidades se encuentran. El análisis fisicoquímico brinda poderosas herramientas que permiten caracterizar un alimento desde el punto de vista nutricional y toxicológico.

2.4.2 Análisis sensorial

Permite evaluar, medir, analizar e interpretar las características sensoriales de un alimento (color, olor, sabor y textura) mediante uno o más órganos de los sentidos humanos. La evaluación sensorial es el análisis más subjetivo, pues el instrumento de medición es el ser humano, quien muchas veces define el grado de aceptación o rechazo de un producto.

Un alimento que no resulte grato al paladar, a la vista o al olfato, no será aceptado, aunque contenga todos los constituyentes nutritivos necesarios y esté apto desde el punto de vista microbiológico. La aplicación articulada y consecuente de los métodos fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales puede ofrecer evidencia objetiva de la calidad integral de un alimento.

2.4.2.1 Evaluación sensorial de los alimentos

El análisis sensorial de alimentos es la evaluación de las propiedades organolépticas del alimento utilizando los sentidos.

2.4.2.2 Los analizadores humanos

La evaluación sensorial considera a los evaluadores como instrumentos de medición. Los sentidos del ser humano son una herramienta para el control de calidad de los productos de diversas industrias. En la industria alimentaria la vista, el olfato, el gusto y el oído son los elementos para determinar el color, olor, aroma, gusto, sabor y textura de los alimentos.

Las características organolépticas de los alimentos forman el conjunto de estímulos que interactúan con los receptores del analizador (órganos de los sentidos), donde se producen las diferentes sensaciones: color, forma, tamaño, aroma, textura y sabor.

2.4.2.3 Las propiedades organolépticas y los sentidos

Los sentidos del olfato, gusto, vista y tacto son las herramientas utilizadas en la evaluación sensorial de los alimentos y la interrelación entre ellos es la que define la calidad de un producto y su aceptación.

2.4.2.4 El sabor y el sentido del gusto

El sabor se percibe mediante el sentido del gusto que posee la función de identificar las diferentes sustancias químicas que se encuentran en los alimentos que se perciben como sabores. Existen cuatro sabores básicos: dulce, salado, ácido y amargo. El sabor dulce se percibe con mayor intensidad en la punta de la lengua, el sabor salado y ácido se percibe en los bordes anteriores y posteriores respectivamente y el sabor amargo se detecta fundamentalmente en la parte posterior o base de la lengua.

2.4.2.5 El olor y el sentido del olfato

El olor se origina por las sustancias volátiles que se desprenden de los alimentos y cuando estas pasan por las ventanas de la nariz son percibidas por los receptores olfatorios. Los humanos disponen de 1 000 receptores conocidos que distinguen hasta 10 000 olores distintos.

Un aspecto importante es la diferencia existente entre olor y aroma; el primero es la percepción de las sustancias volátiles por medio de la nariz y el segundo es la detección que se origina después de haberse puesto en contacto el alimento en la boca.

2.4.2.6 El color y el sentido de la vista

La evaluación del color en los alimentos es de vital importancia, debido a que el consumidor asocia el sabor de un producto con un color determinado. En ocasiones, solo por la apariencia y color del alimento un consumidor puede aceptarlo o rechazarlo.

2.4.2.7 Calidad sensorial de los alimentos

Es el resultado de la interacción alimento-hombre y se puede definir como la sensación humana provocada por determinados estímulos procedentes del alimento. En el análisis sensorial de alimentos se distinguen dos tipos de jueces:

- Jueces analíticos: es el que ha sido seleccionado y adiestrado, que entre un grupo de candidatos ha demostrado una sensibilidad sensorial específica para uno o varios productos.
- Jueces afectivos: consumidores escogidos al azar a los cuales se estima está dirigido el producto que se evalúa.

El objetivo que se persigue es conocer la aceptación, preferencia o nivel de agrado que estas personas tienen con el alimento evaluado. El número mínimo de participantes para la prueba debe ser de 30 consumidores.

2.4.2.8 Métodos de evaluación sensorial

Las pruebas comúnmente utilizadas se dividen en dos grandes grupos:

- Pruebas analíticas: se realizan en condiciones controladas de laboratorio y son realizadas con jueces que han sido seleccionados y entrenados previamente (jueces analíticos). Las mismas se subdividen en pruebas discriminatorias escalares y descriptivas.
- Pruebas afectivas: se realizan con personas no entrenadas (jueces afectivos). Se escogen consumidores reales o potenciales del producto que se evalúa, para conocer el nivel de aceptación, o rechazo del producto. Las pruebas afectivas más utilizadas en los consumidores son las escalares.
- Pruebas escalares: se utilizan para conocer en qué medida el producto gusta o no. Se interpretan fácilmente y los resultados permiten tomar acciones importantes con relación a la venta del producto, posibles cambios en su formulación, etc. Pueden utilizarse de 25 a 30 jueces si el resultado es a nivel de laboratorio. Se subdividen en pruebas de actitud y hedónicas.
- Pruebas hedónicas: recogen una lista de términos relacionados con el agrado o no del producto por parte del consumidor. Pueden ser de 5 a 11 puntos, varían desde el máximo nivel de gusto al máximo nivel de disgusto y cuenta con un valor medio neutro, a fin de facilitar al juez la localización de un punto de indiferencia. Las más empleadas son las escalas de 7 y 9 puntos. Para analizar los datos obtenidos se realiza una conversión de la escala verbal en numérica, asignando valores consecutivos a cada descripción. Dichos valores se procesan posteriormente a través del análisis estadístico³.

³ HERNÁNDEZ ALARCÓN, Elizabeth. *Evaluación sensorial*.
<http://www.inocua.org/site/Archivos/libros/m%20evaluacion%20sensorial.pdf/>.

2.4.3 Análisis químico proximal de alimentos

Método usado para conocer cuantitativamente el valor nutricional de un alimento. Comprende la determinación de porcentajes de humedad, grasa, energía, fibra, cenizas y minerales totales, carbohidratos y proteínas de los alimentos.

2.4.3.1 Preparación de la muestra

Para la realización de un análisis proximal es de suma importancia la preparación adecuada de la muestra, ya que de ello depende el éxito del proceso.

2.4.3.2 Materia seca parcial (AOAC 934.01)

La muestra del alimento que se analiza se somete a un proceso de secado hasta que pierde el 90 % de la humedad total (agua libre); entonces, la muestra está lista para determinarle su MSP.

2.4.3.3 Materia seca total (AOAC 930.15)

De la MSP se toman de 3-5 g de muestra y se colocan en el horno a 105 °C durante 24 horas. Al cumplir el tiempo requerido se saca del horno y se procede con la determinación de la MST.

2.4.3.4 Humedad

Representa el contenido de agua en el alimento. El agua se encuentra en los alimentos en tres formas: como agua de combinación, como agua adsorbida y en forma libre, aumentando el volumen. El agua de combinación está unida en

alguna forma química como agua de cristalización o como hidratos. El agua adsorbida está asociada físicamente como una monocapa sobre la superficie de los constituyentes de los alimentos.

El agua libre es aquella que es fundamentalmente un constituyente separado y se pierde con facilidad por evaporación o por secado. Dado que la mayor parte de los alimentos son mezclas heterogéneas de varias sustancias, pueden contener cantidades variables de agua de los tres tipos. Para evitar descomposición en los alimentos que se almacenan, es necesario mantener la humedad a un nivel inferior al crítico (aproximadamente 10 %), de lo contrario se deteriora o se pierde totalmente por el ataque microbiano.

La humedad varía dependiendo del alimento que se trate. En análisis proximal la humedad se determina a través de la materia seca.

2.4.3.5 Cenizas o minerales totales (AOAC 942.05)

Son el residuo inorgánico de una muestra incinerada. El propósito de este análisis es para determinar el porcentaje de minerales totales, definir la cantidad de materia orgánica y principalmente señalar la presencia de adulteraciones.

Es necesario conocer el porcentaje de cenizas, puesto que este dato permite calcular el extracto libre de nitrógeno y posteriormente obtener el total de nutrientes digestibles. Las cenizas se expresan como el porcentaje en peso que ha quedado después de la incineración.

Durante el proceso la materia orgánica se seca, luego se carboniza y después se va oxidando desprendiendo CO₂, H₂O, N₂O, NO, y SO₂. Los elementos minerales quedan como ceniza blanca que es la mezcla de cationes y aniones de los elementos mencionados. Los aniones pueden dividirse en dos clases:

- Alcalinos: sales provenientes de carbonatos o ácidos orgánicos que durante la calcinación se convierten en óxidos alcalinos. Estas sales se pueden cuantificar sobre la mezcla de cenizas por valoración con ácido.
- No alcalinos: los provenientes de cloruros, fosfatos, sulfatos, y otros que permanecen inalteradas durante la incineración.

La relación entre cenizas alcalinas/no alcalinas es característica de muchos alimentos y puede utilizarse para detectar fraudes (por ejemplo, en el calcio de la leche).

2.4.3.6 Extracto etéreo (AOAC 920.39)

Incluye todas las sustancias que son insolubles en agua, pero solubles en éter, etanol, entre las cuales están las grasas, glucolípidos, fosfolípidos, terpenos, esteroides, prostaglandinas, ceras, aceites esenciales y vitaminas A, D, E y K. Al determinar el porcentaje de extracto etéreo, se desconocen las proporciones que están presentes en cada una de estas sustancias.

En nutrición es muy importante conocer el porcentaje de extracto etéreo, porque en él se encuentran los elementos que proporcionan energía o dan valor energético al alimento. Uno de estos elementos son los lípidos, que son

esenciales para las reacciones del metabolismo. Sirven al organismo como reserva condensada de energía y como elementos estructurales para los tejidos.

Las grasas son el mayor constituyente de los lípidos que se encuentran en la mayoría de los alimentos (hasta en un 98 %), por lo que constituyen una importante fuente concentrada de energía. Las grasas, además, desempeñan una función muy importante: facilitar la absorción de vitamina “A”, caroteno y calcio de los alimentos que se ingieren.

En investigaciones realizadas se logró determinar que en el caso de granos y otro tipo de semillas todo el extracto etéreo está constituido por grasa.

2.4.3.7 Fibra cruda (AOAC 962.09)

Es la parte orgánica del alimento que es insoluble y no digestible, está formada en su mayoría por celulosas y lignocelulosas provenientes de los tejidos vegetales. No debe confundirse con la denominada fibra dietética o soluble que, aunque no se absorbe como nutriente en el intestino humano es fisiológicamente importante en los procesos intestinales.

Cuando se realiza un análisis de fibra cruda se refiere a la determinación de los carbohidratos, específicamente los de los siguientes grupos:

- Menos digeribles (fibra cruda (FC))
- Bien digeribles (extracto libre de nitrógeno (ELN))

Los carbohidratos menos digeribles (fibra cruda, fibra bruta o simplemente fibra) permiten clasificar a los alimentos en categorías amplias que facilitan su

comercialización de los mismos. Los productores estarán seguros del contenido en fibra, que es el que determina la calidad del alimento.

2.4.3.7.1 Principios para la determinación de fibra cruda

Se determina a través de la ebullición alternada de una muestra, primero en ácido débil y luego en un álcali. El residuo queda libre de componentes solubles (grasa, proteína, azúcares y almidón). Quedan únicamente la fracción de carbohidratos menos solubles de la muestra como la celulosa, hemicelulosa y lignina.

Se procede a realizar una incineración de la muestra, que permite conocer el contenido de FC en el alimento sin decir cuáles son sus componentes; pero por orden de digestibilidad se tiene que son hemicelulosa, celulosa y lignina.

2.4.3.8 Proteína cruda (AOAC 976.05)

Las proteínas son los componentes fundamentales para la formación y renovación de los tejidos. Forman parte del sistema nervioso e incluso del esqueleto al que dan elasticidad y tenacidad.

Es necesario un aporte continuo de proteínas en la dieta a lo largo de la vida para cubrir las necesidades de renovación y crecimiento. La composición de las proteínas tiene un contenido relativamente constante de los siguientes elementos individuales:

- Carbono 50 - 55 %
- Hidrógeno 5 - 8 %

- Oxígeno 20 - 25 %
- Nitrógeno 15 - 17 %
- Azufre 1 - 3 %
- Fósforo 0,2 - 1,5 %

El nitrógeno es el que distingue a las proteínas de las grasas y carbohidratos, está presente en las diferentes proteínas en un porcentaje de 16 %. Utilizando el procedimiento Kjeldahl se obtiene el porcentaje de nitrógeno presente en la muestra, el cual se multiplica por un factor de 6,25 y da como resultado proteína bruta o proteína cruda (sustancias nitrogenadas).

2.4.3.9 Extracto libre de nitrógeno (Bateman: 10.200)

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

2.4.4 Análisis microbiológico

Los alimentos son una fuente nutritiva sensible al ataque y posterior desarrollo de microorganismos (bacterias, hongos y levaduras). En todos los alimentos hay siempre una determinada carga microbiana, pero esta debe ser controlada y no debe sobrepasar ciertos límites, a partir de los cuales comienza a producirse el deterioro del producto con la consecuente pérdida de su calidad y aptitud para el consumo. Existen microorganismos patógenos que producen enfermedades y cuya presencia es por tanto indeseable y hace muy peligroso su consumo.

El análisis microbiológico se realiza para identificar y cuantificar los microorganismos presentes en un producto, así como también constituye una poderosa herramienta en la determinación de la calidad higiénico-sanitaria de un proceso de elaboración de alimentos, lo que permite identificar aquellas etapas del proceso que puedan favorecer la contaminación del producto.

2.5 Etapas de la transformación de la materia prima en producto de harina

Para la elaboración de las harinas nutricionales a partir del arroz, haba y malanga es necesario realizar las siguientes etapas.

2.5.1 Transporte

Herramienta utilizada para trasladar el producto a cada una de las etapas del proceso, desde materia prima hasta producto terminado.

2.5.2 Lavado

El primer paso para la obtención de harina es el lavado, con el fin de eliminar los residuos de mayor tamaño y proteger la calidad del producto. El objetivo principal es mejorar el estado físico del grano, lo cual optimiza la calidad de la harina obtenida. Para este acondicionamiento se añade agua y se deja en reposo durante un periodo, que puede ir de las 6 a las 24 horas.

2.5.3 Pelado

Permite separar la cáscara de la pulpa, que es donde se encuentra la mayor cantidad nutricional. Este procedimiento se realizará de manera manual, principalmente a la malanga y al haba.

2.5.4 Corte

Consiste en disminuir de tamaño grandes trozos de sólidos y convertirlos en trozos más pequeños y en formas definidas (rodajas, cubos, julianas, y otros). Facilita el proceso de secado y molienda.

2.5.5 Secado de alimentos

El proceso de secado consiste en eliminar cierta cantidad de agua u otro componente de un alimento, con el fin de reducir el contenido de líquido residual hasta un valor adecuado para la molienda.

Los métodos utilizados para secar productos alimenticios se clasifican de la siguiente manera:

- Secado con aire caliente: el alimento se pone en contacto con una corriente de aire caliente, el cual suministra calor al producto por convección.
- Secado por contacto directo con una superficie caliente: el calor se suministra al producto por conducción.

- Secado por aplicación de energía procedente de una fuente radiante, de microondas o dieléctrica.
- Secado por congelación: la humedad contenida en el alimento se congela y luego se la sublima hasta vapor aplicando calor en condiciones de presión muy bajas.

2.5.6 Reducción de partícula

Este término es aplicable a todas las formas en que las partículas de sólidos se pueden cortar o romper en fracciones más pequeñas o molerse hasta polvo.

Los sólidos pueden romperse de diferentes formas, pero en los equipos de reducción de tamaño generalmente se usan las siguientes:

- Compresión (reducción gruesa de sólidos duros, dando lugar relativamente a pocos finos).
- Impacto (genera productos gruesos, medios o finos).
- Frotación o rozamiento (productos muy finos a partir de materiales blandos no abrasivos).
- Corte (se obtiene un tamaño y forma definido de partícula).

2.5.7 Molienda

Este término se refiere a la pulverización y a la desintegración del material sólido. Específicamente, la desintegración se refiere a la reducción del tamaño de agregados de partículas blandas débilmente ligadas entre sí. Es decir, que no

se produce ningún cambio en el tamaño de las partículas fundamentales de la mezcla. La pulverización, por su parte, implica la reducción del tamaño de las partículas fundamentales de las sustancias.

2.5.8 Tamizado

El tamizado o cribado es un método mecánico para separar dos sólidos formados por partículas de tamaños diferentes. Consiste en pasar una mezcla de partículas de diferentes tamaños por un tamiz, criba o herramienta de colador (en función del uso podrán ser metálicos, vegetales -tejidos- o de nailon). Las partículas de menor tamaño atraviesan el filtro por los poros, y las de mayor tamaño quedan retenidas.

2.5.9 Almacenamiento y conservación

Si el almacenamiento no es el adecuado los alimentos pueden sufrir transformaciones que involucren cambios en su composición química con la consecuente aparición de productos indeseables que afectan su conservación y, por ende, su aptitud para el consumo.

La selección de un empaque adecuado para el producto y las condiciones de almacenamiento del mismo son críticos para su conservación durante el tiempo en que se almacene.

2.6 Puntaje proteico para la determinación de mezclas vegetales

El valor biológico de una proteína depende fundamentalmente de su composición en aminoácidos indispensables. Conocida esta es posible predecir,

dentro de ciertas limitaciones, su comportamiento en el organismo; para ello solo es necesario contar con un adecuado patrón de comparación. El problema fundamental para seleccionar un patrón reside en el hecho de que el valor biológico de una proteína no es constante, sino que depende de una serie de variables entre las que se encuentran la especie, edad, y el estado fisiológico.

En la actualidad, el método sugerido para evaluar la calidad proteica es la calificación del cómputo químico o score de aminoácidos corregido por digestibilidad proteica (*protein digestibility corrected amino acid score*) o PDCAAS. Este método fue propuesto en 1991 por la FAO y ha reemplazado al PER como la norma para calcular el porcentaje del valor diario de proteína en el rotulado de los alimentos para adultos y niños mayores de un año de edad.

Con la ecuación:

SCORE: $\text{mg de aminoácidos en proteína en estudio} / \text{mg de aminoácidos en proteína patrón}$.

Se hizo uso de tabla patrón de los principales aminoácidos y se comparó con los de cada alimento.

Figura 4. **Aminoácidos patrones**

Patrón de aminoácidos propuesto para niños > a 1 año y adultos. Institute of Medicine. National Academy of Sciences. 2002

AA	(mg/g proteína)
Histidina	18
Isoleucina	25
Leucina	55
Lisina	51
Metionina + Cisteína	25
Fenilalanina + Tirosina	47
Treonina	27
Triptofano	7
Valina	32

Fuente: SUAREZ, Mario. *Evaluación de la calidad de las proteínas en los alimentos calculando el score de aminoácidos corregido por digestibilidad*

[.https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182013000400005](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182013000400005).

Consulta: 1 de noviembre de 2013.

Figura 5. Aminoácidos de la malanga

Tubérculo	1	2	3	4	Media y DS	FAO/OMS/UNU (1995) (16)
Perfil de aminoácidos (g/100 de proteína)						
Esenciales						
Triptófano	0,65	1,03	0,57	0,89	0,78 ± 0,21	0,5
Valina	3,69	4,53	3,63	4,49	4,08 ± 0,49	1,3
Isoleucina	2,48	3,04	2,44	3,08	2,76 ± 0,34	1,3
Treonina	3,24	4,19	2,98	3,64	3,51 ± 0,52	0,9
Fenilalanina+tirosina	8,36	10,38	7,76	9,13	8,90 ± 1,13	1,9
Leucina	6,49	8,35	6,12	7,49	7,11 ± 1,00	1,9
Lisina	4,43	5,62	4,22	5,07	4,83 ± 0,63	1,6
Metionina+Cisteína	4,5	5,9	3,87	4,59	4,71 ± 0,82	1,7
No esenciales						
Histidina	1,53	1,70	2,05	3,17	2,11 ± 0,73	1,9
Ácido aspártico	14,25	19,68	12,44	13,40	14,94 ± 3,24	---
Serina	5,04	6,86	4,66	5,14	5,42 ± 0,97	---
Ácido glutámico	9,01	11,45	8,30	9,76	9,63 ± 1,35	---
Prolina	4,03	5,11	3,63	4,45	4,30 ± 0,63	---
Glicina	4,39	5,57	3,99	5,01	4,74 ± 0,69	---
Alanina	4,69	6,04	4,17	5,25	5,03 ± 0,80	---
Arginina	5,21	6,75	5,03	5,85	5,71 ± 0,77	---

Fuente: MADRIGAL, Alejandro. *Caracterización física y nutricional de harina del tubérculo de "Malanga" Colocasia esculenta L. Schott) de Actopan, Veracruz, México, ALAN.*

<https://www.alanrevista.org/ediciones/2018/2/art-8/>. Consulta: 9 de mayo de 2018.

Figura 6. **Aminoácidos del haba seca**

Nutriente	Cantidad	Nutriente	Cantidad
Ácido aspártico	2916 mg.	Leucina	1964 mg.
Ácido glutámico	4437 mg.	Lisina	1671 mg.
Alanina	1070 mg.	Metionina	213 mg.
Arginina	2411 mg.	Prolina	1099 mg.
Cistina	334 mg.	Serina	1195 mg.
Fenilalanina	1103 mg.	Tirosina	827 mg.
Glicina	1095 mg.	Treonina	928 mg.
Hidroxiprolina	0 mg.	Triptofano	247 mg.
Histidina	664 mg.	Valina	1161 mg.
Isoleucina	1053 mg.		

Fuente: CALLÓN, José. *Aminoácidos del haba seca, asociación de nutrición de Norteamérica*.
<https://alimentos.org.es/aminoacidos-habas-secas>. Consulta: 5 de agosto de 2014.

Figura 7. **Aminoácidos del arroz**

Protein & Amino Acids		
Amounts Per Selected Serving		%DV
Protein	6.6 g	13%
Tryptophan	77.0 mg	
Threonine	236 mg	
Isoleucine	285 mg	
Leucine	546 mg	
Lysine	239 mg	
Methionine	155 mg	
Cystine	135 mg	
Phenylalanine	353 mg	
Tyrosine	221 mg	
Valine	403 mg	
Arginine	551 mg	
Histidine	155 mg	
Alanine	383 mg	
Aspartic acid	621 mg	
Glutamic acid	1288 mg	
Glycine	301 mg	
Proline	311 mg	
Serine	347 mg	

Fuente: PEINADO, Susan. *Análisis Nutricional: arroz blanco de grano medio (II)*.
<https://www.vitonica.com/alimentos/analisis-nutricional-arroz-blanco-de-grano-medio-ii>.
 Consulta: 28 de noviembre de 2012.

Tabla I. **Identificación de aminoácidos deficientes para formar la mezcla vegetal de manera eficiente**

Aminoácido	Score Malanga	Score haba	Score arroz
Histidina	1,17	0,37	1,30
Isoleucina	1,10	0,42	1,73
Leucina	1,29	0,36	1,50
Lisina	0,95	0,33	0,71
Metionina + Cisteína	1,88	0,09	1,76
Fenilalanina + Tirosina	1,89	0,23	1,85
Treonina	1,30	0,34	1,32
Triptófano	0,93	0,35	1,67
Valina	1,28	0,36	1,90

Fuente: elaboración propia.

3. METODOLOGÍA

3.1 Variables

Las variables que se encuentran involucradas en la fabricación, análisis fisicoquímico y sensorial para la harina elaborada a base de malanga, haba y arroz son:

Tabla II. Variables de procesos

Variables	Controlable	No controlable
Harina de malanga	X	
Harina de haba	X	
Harina de arroz	X	
Porcentaje de humedad		X
Proteína		X
Fibra cruda		X
Cenizas y minerales totales		X
Extracto etéreo		X
Muestra elegida por preferencia	X	

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Variables de procesos**

Variables	Variable	Constante
Harina de malanga		X
Harina de haba		X
Harina de arroz		X
Porcentaje de humedad	X	
Proteína	X	
Fibra cruda	X	
Cenizas y minerales totales	X	
Extracto etéreo	X	
Muestra elegida por preferencia	X	

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Variables de procesos**

Variables	Independiente	Dependiente
Harina de malanga	X	
Harina de haba	X	
Harina de arroz	X	
Porcentaje de humedad		X
Proteína		X
Fibra cruda		X
Cenizas y minerales totales		X
Extracto etéreo		X
Muestra elegida por preferencia		X

Fuente: elaboración propia.

3.2 Delimitación del campo de estudio

El análisis nutricional de la harina de malanga, haba y arroz mediante el análisis químico proximal, se llevará a cabo en el Laboratorio de Bromatología del Centro de Investigaciones de Alimentos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ubicado en el edificio M6 del campus central.

- Área: alimenticia
- Industria: alimentos
- Proceso: deshidratación de malanga, haba deshidratada y arroz, molienda y tamizado para determinar el tamaño de partícula para la harina compuesta de malanga, haba y arroz. Evaluación nutricional de las tres distintas proporciones para la formulación de la bebida nutricional.

El análisis microbiológico se llevará a cabo en las instalaciones de laboratorio microbiológico en el edificio M-7 de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad San Carlos de Guatemala.

3.3 Recursos humanos disponibles

El recurso humano se conforma por el investigador y la asesora.

- Investigador: Luis Francisco Rodríguez Krische
- Asesora: Inga. Mercedes Esther Roquel Chávez

3.4 Recursos materiales disponibles (equipo, cristalería, reactivos)

Los recursos que se usarán durante la investigación son los siguientes.

3.4.1 Análisis químico proximal de la harina precocida a base de malanga, haba y arroz

Con los equipos que se encuentran en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia del Campus Central de la USAC, se realizará la elaboración de la harina precocida a base de malanga, haba y arroz.

- Secador
- Cortadora
- Balanza analítica
- Molino de cuchillas
- Mufia
- Digestor de fibras
- Titulador de proteínas
- Centrífuga

Materia prima

- Malanga
- Haba deshidratada
- Arroz

Muestras

- Harina de Malanga (HM)
- Harina de haba (HH)
- Harina de arroz (HA)

Proporción de las harinas de HM: HH: HA

- (34:13:53) muestra 1
- (48:17:35) muestra 2
- (32:12:56) muestra 3

3.4.1.1 Cristalería y equipo utilizado para el análisis químico proximal

La cristalería y los equipos utilizados para cada uno de los análisis químicos proximales que se les realizaron a las muestras de harinas son los siguientes:

Materia seca

- Desecadora
- Espátula
- Pinzas
- Balanza analítica
- Horno de convección 105 °C.

Ceniza y minerales totales

- Desecadora
- Crisol de porcelana
- Pinzas
- Mechero
- Soporte
- Rejilla de asbesto

- Guantes de asbesto
- Plancha de asbesto
- Balanza analítica
- Mufla 600 °C.

Extracto etéreo

- Extractor por solventes Velp
- Balanza analítica
- Porta dedal
- Dedal de celulosa
- Pinzas
- Beacker de Velp

Fibra cruda

- Bolsa de filtración de polietileno
- Balanza analítica
- Crisol de Gooch
- Selladora
- Digestor de fibra

Proteína cruda

- Espátula
- Balanza analítica
- Probeta
- Tubos Kjeldahl

- Digestor
- Destilador de proteínas

3.4.1.2 Equipos utilizados en el análisis químico proximal

- Materia seca: horno 105 °C
- Cenizas y materiales totales: mufla 600 °C
- Extracto etéreo: extractor de grasas
- Fibra cruda: digestor de fibra ANKOM 200
- Proteína cruda: destilador Kjeldhal
- Solubilidad KOH: agitador magnético y centrifuga

3.4.1.3 Reactivos a utilizar en el análisis químico proximal

- Extracto etéreo: bencina de petróleo
- Fibra cruda: ácido sulfúrico, hidróxido de sodio y agua destilada.
- Proteína cruda: ácido sulfúrico, hidróxido de sodio, ácido clorhídrico y agua destilada.

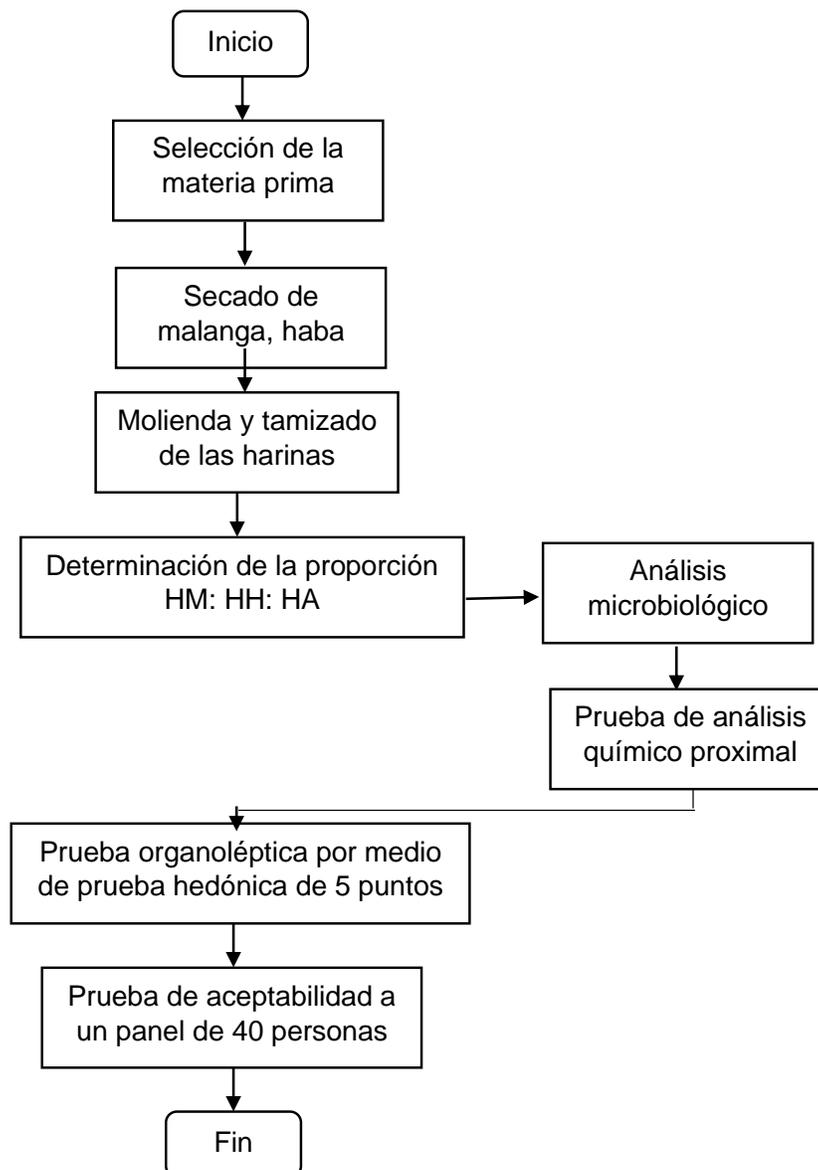
3.5 Técnica cuantitativa

Los resultados que se obtengan después de todos los análisis, serán ordenados en tablas. Con el uso de métodos estadísticos se realizarán los análisis estadísticos, se tabularán y se graficarán para presentar los resultados.

3.5.1 Proceso de la obtención de harina

A continuación, se presenta el proceso general para obtener las harinas de malanga, haba y arroz.

Figura 8. Diagrama de proceso de la obtención de harinas.



Fuente: elaboración propia.

3.5.2 Proceso para la preparación de harina precocida para la elaboración de una bebida nutricional

Para obtener la harina se procederá a secar la malanga con el fin de disminuir la cantidad de agua hasta un 10 %, utilizando un secador de bandejas a una temperatura de 70 °C. La harina del haba se obtendrá a partir de haba ya seca y será verificará su humedad, de igual forma que la harina de arroz. Teniendo el producto ya seco se procede a la molienda y tamizado para trabajar con el mismo tamaño de partícula.

Con las harinas se procede a realizar las proporciones de las harinas las cuales se encuentran conformadas como:

Proporción de las harinas de HM: HH: HA

- (34:13:53) muestra 1
- (48:17:35) muestra 2
- (32:12:56) muestra 3

Teniendo ya las muestras de proporciones definidas, se procede a realizar las pruebas de análisis químico proximal para determinar qué proporción ofrece más alto valor nutricional.

3.5.3 Análisis de propiedades nutricionales y fisicoquímicas

Para analizar las propiedades nutricionales y fisicoquímicas se utilizará:

3.5.3.1 Análisis químico proximal

El análisis químico proximal de la harina precocida de malanga, haba y arroz se realizará en las siguientes instalaciones:

Laboratorio de Análisis Químico Proximal del Centro de Investigaciones de alimentos, ubicado en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia del Campus Central de la USAC.

3.5.3.2 Análisis sensorial

Una vez obtenida la harina se procederá a elaborar una bebida nutricional, la cual será evaluada por un panel de 40 personas, para determinar las propiedades organolépticas y aceptación.

3.5.3.3 Elaboración de la bebida nutricional

Con la harina se procederá a elaborar la bebida, añadiendo azúcar, leche y canela, con el fin de enriquecer el sabor de la misma. También será sometido a un tiempo de cocción debido a que son harinas precocidas y no instantáneas.

3.5.3.4 Evaluación organoléptica

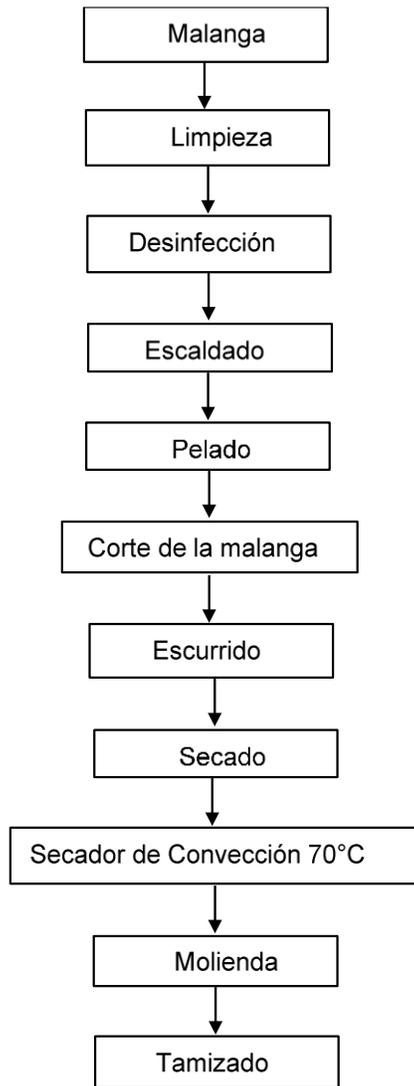
La bebida nutricional elaborada con la harina compuesta por malanga, haba y arroz será sometida a una evaluación sensorial mediante una escala hedónica de 5 puntos por un panel de 40 consumidores para conocer su nivel de aceptación en las siguientes características:

- Sabor
- Olor
- Color

3.5.4 Elaboración de harina de malanga

A continuación, se presenta el proceso para la elaboración de harina de malanga.

Figura 9. **Diagrama de proceso para la elaboración de harina de malanga**

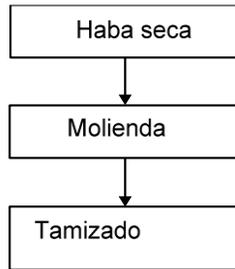


Fuente: elaboración propia.

3.5.4.1 Elaboración de harina de haba

A continuación, se presenta el proceso para la elaboración de harina de haba.

Figura 10. **Diagrama de proceso para la elaboración de harina de haba**

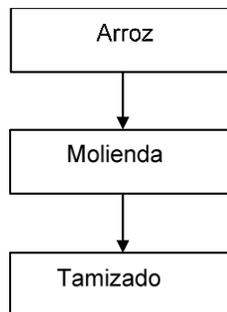


Fuente: elaboración propia.

3.5.4.2 **Elaboración harina de arroz**

A continuación, se presenta el proceso para la elaboración de harina de arroz.

Figura 11. **Diagrama de proceso para la elaboración de harina de arroz**

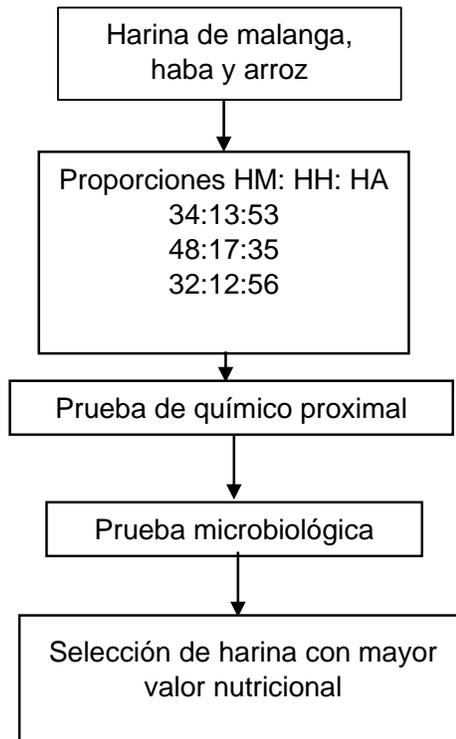


Fuente: elaboración propia

3.5.4.3 Elaboración de la mezcla de harina precocida de malanga, haba y arroz

A continuación, se presenta el proceso para la elaboración de la mezcla de harina precocida de malanga, haba y arroz.

Figura 12. **Diagrama de proceso para la elaboración de harina de la mezcla de harina precocida de malanga, haba y arroz**

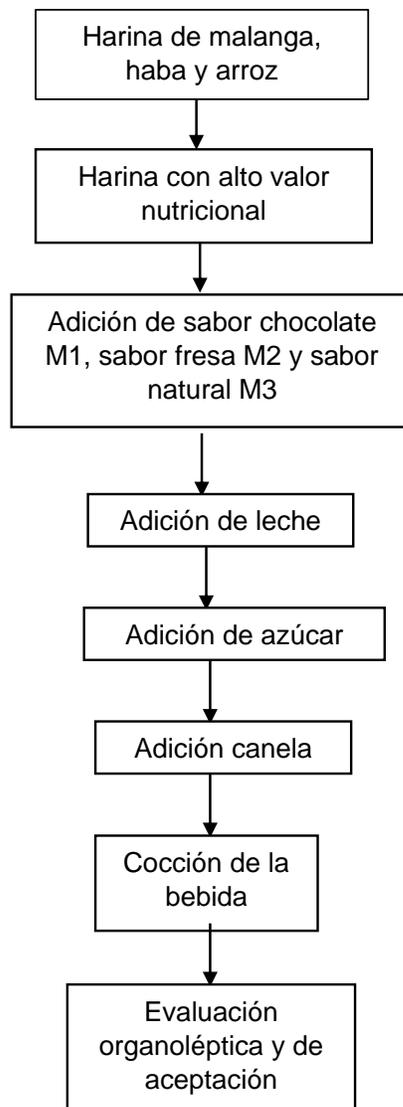


Fuente: elaboración propia.

3.5.4.4 Elaboración de la bebida nutricional

A continuación, se presenta el proceso para la elaboración de la bebida nutricional.

Figura 13. **Diagrama de proceso para la elaboración de la bebida nutricional**



Fuente: elaboración propia.

3.6 Recolección y ordenamiento de datos

Para la recolección y ordenamiento de datos se realizará de la siguiente manera.

3.6.1 Análisis químico proximal

Se realizará el análisis químico proximal para la harina de malanga, haba y arroz en 3 distintas proporciones.

34:13:53 muestra 1

48:17:35 muestra 2

32:12:56 muestra 3

Tabla V. Recolección de datos para análisis químico proximal

Análisis	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Humedad	X ₁	Y ₁	Z ₁
Cenizas	X ₂	Y ₂	Z ₂
Extracto libre de nitrógeno	X ₃	Y ₃	Z ₃
Fibra cruda	X ₄	Y ₄	Z ₄
Proteína	X ₅	Y ₅	Z ₅
Extracto etéreo	X ₆	Y ₆	Z ₆

Fuente: elaboración propia.

3.6.2 Análisis organoléptico

La bebida nutricional, conformada por la harina precocida de malanga, haba y arroz se analizará ante un panel de 40 personas, aplicando una prueba hedónica de 5 puntos.

Las formulaciones son:

Muestra 1: está conformada por 34 % de harina de malanga, 13 % de harina de haba y 53 % de harina arroz.

Muestra 2: está conformada por 48 % de harina de malanga, 17 % de harina de haba y 35 % de harina arroz.

Muestra 3: está conformada por 32 % de harina de malanga, 12 % de harina de haba y 5 % de harina arroz.

Tabla VI. **Recolección de datos para la prueba organoléptica**

Puntaje	Opción por evaluar
5	Me encantó
4	Me gustó
3	Indiferente
2	No me gustó
1	Odié

Fuente: elaboración propia.

Calificación para cada característica y cada muestra.

Olor, color y sabor

Figura 14. **Modelo de prueba hedónica facial de 5 puntos**

Nombre: _____ Año: _____ Fecha: _____
Señala la carita que más representa lo que te pareció el _____



fuelle: CUNHA, diego. *métodos para aplicar las pruebas de aceptación para la alimentación escolar: validación de la tarjeta lúdica.*

https://scielo.concyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0717-75182013000400005. consulta:
24 de junio de 2013.

3.6.3 Análisis microbiológico

Se realizará el análisis microbiológico a una muestra de la harina de cada proporción.

Tabla VII. **Recolección de datos de análisis microbiológicos**

Análisis	Harina compuesta
E. Coli	A
Bacterias coliformes	B
Salmonella sp.	C

Fuente: elaboración propia.

3.7 Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información

Es importante el orden de la información para procesar la información de una manera adecuada. Por eso se utilizarán tablas para cuantificar y obtener los resultados y realizar las gráficas.

3.7.1 Determinación de humedad

La temperatura recomendada para secar las muestras es de 70 °C por aproximadamente 24 - 78 horas o hasta que la muestra tenga peso constante.

No usar muestras mayores de 800 g para que sea representativa, colocar las muestras bien dispersas (no compactas); evitar cargar el horno a su máxima capacidad; precalentar el horno a 60 °C antes de colocar las muestras; no introducir muestras húmedas cuando ya se haya iniciado el proceso con otras muestras. Los resultados se calculan de la siguiente forma:

$$\frac{PMS}{PMT} \times 100 = \% \text{ MS (ecuación 1)}$$

Donde:

PMS = peso de la muestra seca

PMT = peso de la muestra total

%MS = porcentaje de materia seca

$$100 - \frac{PMS}{PMT} \times 100 = \% \text{ de humedad (ecuación 2)}$$

Donde:

PMS = peso de la muestra seca

PMT = peso de la muestra total

% H = porcentaje de humedad

3.7.2 Determinación de materia seca parcial MSP

Se determina la humedad a partir de los datos de materia seca parcial MSP y materia seca total MST, aplicando los siguientes procedimientos:

- Pesarse un pyrex (recipiente refractario) como tara
- Desmenuzar u homogenizar el alimento por analizar
- Colocar el alimento, desmenuzado y homogenizado, en el pyrex
- Pesarse el pyrex con la muestra
- Colocar en horno a 60 °C durante 18 a 24 horas
- Enfriar y pesarse nuevamente pyrex con muestra

Calcular con la siguiente ecuación:

$$MSP = \frac{PF-T}{PI} \times 100 \text{ (ecuación 3)}$$

Donde:

PF = peso final

T= tara

PI= peso inicial

3.7.3 Determinación de materia seca total MST

- Tarar una cazuela de aluminio
- Pesar 3-5 g de muestra seca en la cazuela
- Introducir al horno a 105 °C durante 18 a 24 horas
- Enfriar y pesar nuevamente la cazuela con muestra

Calcular con la siguiente ecuación:

$$\text{MST} = \frac{\text{PF}-\text{T}}{\text{PI}} \times 100 \text{ (ecuación 4)}$$

Donde

PF = peso final

T= tara

PI= peso inicial

3.7.4 Cálculo de humedad en función de materia seca parcial MSP y materia seca total MST

Con los datos de MSP y MST, se calcula la materia seca real -MSR- y la humedad, de la siguiente forma:

$$\frac{\text{MSP} \cdot \text{MST}}{100} = \text{MSR} \text{ (ecuación 5)}$$

$$100 - \text{MSR} = \% \text{ humedad (ecuación 6)}$$

Donde:

MSP= materia seca parcial

MST= materia seca total

MSR= materia seca real

Los resultados de un análisis efectuado en base seca tienen poca utilidad, ya que los alimentos se consumen con su humedad natural, es decir, en base fresca BF. Por tal razón, los resultados se convierten a base fresca mediante la siguiente ecuación.

$$\frac{\%NBS \times MSP}{100} = \%BF \text{ (ecuación 7)}$$

Donde:

%NBS= porcentaje de nutriente en base seca

MSP= materia seca parcial

%BF= porcentaje en base fresca

3.7.5 Determinación de cenizas o minerales totales

La determinación de ceniza se realiza con el siguiente procedimiento:

- Precalentar la mufla 600 °C
- Pesar 3 a 5 gramos de muestra en un crisol de porcelana
- Pre incinerar las muestras con la ayuda de mecheros

- Introducir el crisol en la mufla
- Calcinar la muestra durante dos horas
- Apagar la mufla y enfriar el crisol en campana de absorción

Pesar el crisol y calcular el contenido de ceniza.

Ecuación para el cálculo de la ceniza

$$\frac{PF-T}{PI} \times 100 = \% C \text{ (ecuación 8)}$$

Donde:

PF = peso final

T= tara

PI= peso inicial

%C= porcentaje de cenizas

3.7.6 Determinación de proteína cruda PC

El procedimiento utilizado es el siguiente:

- Pesar 1 gramo de muestra en un trozo de papel encerado.
- Envolver la muestra en “forma de dulce”.
- Introducir la muestra en un tubo de Kjeldahl.
- Precalentar el digestor de Kjeldahl a 400 °C, en la campana de absorción.
- Agregar 15 ml al balón de H₂SO₄ y una tableta de Kjeldahl.
- Colocar el balón en el digestor.
- Colocar la trampa de gases de digestor y los concentradores de calor.

- Dejar una hora en digestión.
- Enfriar el tubo.
- Revisar que el aparato de Kjeldahl tenga los reactivos necesarios:
 - HCl 0,2 N, ácido bórico, rojo de metilo y verde bromocresol.
- Calibrar el aparato titulador de Kjeldahl corriendo dos pruebas de blanco.
- Colocar el tubo de Kjeldahl en el titulador.
- Esperar hasta que termine la titulación y que la pantalla muestre el valor de proteína cruda en la muestra.

3.7.7 Determinación del extracto etéreo

Se realiza utilizando dedales de celulosa y pinzas, de manera que no se manipula la muestra, ni el clínex, ni el beaker con los dedos, siguiendo los siguientes pasos.

- Pesar dos gramos de muestra en un papel clínex.
- Enrollar la muestra dentro del clínex y colocar en un dedal de celulosa.
- Pesar un beaker de Velp.
- Colocar 60 ml de bencina de petróleo en el beaker de Velp.
- Encender el aparato de Velp y abrir la fuente de agua para que funcionen los condensadores.
- Colocar el porta dedal en el aparato de Velp.
- Colocar el beaker en el extractor de Velp.
- Esperar 60 minutos para inmersión, 30 minutos para lavado y 20 minutos de recuperación del solvente.
- Retirar el beaker del aparato de Velp.
- Retirar el porta dedal del aparato de Velp y recuperar la bencina de petróleo en un beaker de Velp.

- Secar el beaker en horno a 60 °C.
- Pesar el beaker.

Calcular con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ EE} = \frac{\text{PFB} - \text{PIB}}{\text{PIM}} \times 100 \quad (\text{ecuación 9})$$

Donde:

% EE = porcentaje de extracto etéreo

PFB= peso final *beaker*

PIB= peso inicial *beaker*

PIM= peso inicial de la muestra

3.7.8 Determinación de fibra cruda FC

El procedimiento de determinación de fibra cruda es el siguiente:

- Pesar una “bolsa de polietileno”.
- Introducir en la bolsa de polietileno el remanente de extracto etéreo de la muestra que se está analizando.
- Pesar la bolsa de polietileno con la muestra.
- Sellar la bolsa de polietileno, por medio de sellador eléctrico.
- Colocar la bolsa de polietileno en el aparato “Ankom”.
- Agregar H₂SO₄ 1,25 N, caliente, hasta llenar el aparato.
- Hacer funcionar el aparato con calor y agitación.
- Cuando el aparato llegue a 100 °C, digerir la muestra durante 30 minutos.
- Quitar el calor y la agitación y vaciar el H₂SO₄ 1,25 N.
- Llenar nuevamente el aparato con agua destilada caliente.

- Conectar calor y agitación y esperar 5 minutos.
- Vaciar el agua destilada.
- Repetir el lavado con agua una vez más.
- Luego agregar NaOH 1,25 N, caliente, hasta llenar el aparato.
- Hacer funcionar el aparato con calor y agitación.
- Cuando el aparato llegue a 100 °C, digerir la muestra durante 30 minutos.
- Quitar el calor y la agitación y vaciar el hidróxido de sodio.
- Lavar con agua caliente tres veces, como se hizo anteriormente.
- Secar la bolsa de polietileno en horno a 105 °C
- Pesar la bolsa de polietileno.
- Pesar un crisol de porcelana.
- Colocar la bolsa de polietileno dentro del crisol e introducirlo en una mufla a 600 °C, durante 2 horas.
- Enfriar el crisol de porcelana.
- Pesar el crisol con el residuo de la muestra.

Calcular con la siguiente ecuación:

$$FC = PI - (P1 - P2) \text{ (ecuación 10)}$$

Donde:

FC= fibra cruda

PI= peso inicial de la muestra

P1 = Peso muestra al salir del horno de 105 °C

P2 = Peso residuo al salir de la mufla.

$$\% FC = \frac{FC}{PI - PBP} \times 100 \text{ (ecuación 11)}$$

Donde:

FC= fibra cruda

PI= peso inicial

PBP = peso de bolsa de polietileno

3.8 Análisis estadístico

Todos los resultados obtenidos durante la experimentación de la investigación serán analizados, de manera estadística, mediante el análisis de varianzas, para verificar si existe diferencia significativa entre las medias.

Para la prueba hedónica se realizará el siguiente análisis estadístico:

- Determinación del porcentaje de aceptabilidad de los productos
- Media aritmética
- Desviación estándar
- Grados de libertad
- Análisis de varianza

Los consumidores evalúan la prueba para identificar las características organolépticas y de aceptabilidad. Los datos obtenidos se convierten en puntajes numéricos, que se tabulan y analizan utilizando un análisis de varianza. Para el análisis de varianza ANOVA se hacen los siguientes cálculos.

Determinación de respuestas individuales N_{pm}

$$N_{pm} = P \times M \text{ (ecuación No. 14)}$$

Donde:

N_{pm} = número total de respuestas individuales.

M = número de muestras

P = panelistas

3.8.1 Factor de corrección FC

$$FC = (\text{gran total})^2 / N_{pm} \text{ (ecuación No. 15)}$$

Donde:

Gt = gran total

N_{pm} =número total de respuestas individuales

3.8.2 Suma de los cuadrados SC(T)

$$SC(T) = \sum(RI^2) - FC \text{ (ecuación No. 16)}$$

Donde:

RI= respuesta individual

FC= factor de corrección

3.8.3 Suma de los cuadrados de los tratamientos SC(Tr)

$$SC(Tr) = ((\sum(Tt^2) / Nt) - FC \text{ (ecuación No. 17)}$$

Donde

Tt = total de cada tratamiento

Nt= número de respuestas por tratamiento

FC= factor de corrección

Σ = Sumatoria

3.8.4 Suma de los cuadrados de los panelistas SC(P)

$$SC(P) = ((\Sigma (Tp^2) / Np) - FC \text{ (ecuación No. 18)})$$

Donde:

Tp = total de cada panelista

Np = número de respuestas por panelista

FC = factor de corrección

3.8.5 Suma de cuadrados del error SC(E)

$$SC(E) = SC(T) - SC(Tr) - SC(P) \text{ (ecuación No. 19)}$$

Donde:

SC(Tr) = suma de los cuadrados de los tratamientos

SC(P) = suma de los cuadrados de los panelistas

SC(T) = suma de los cuadrados

3.8.6 Total de grados de libertad gl(T)

$$gl(T) = N_{pm} - 1 \text{ (ecuación No. 20)}$$

3.8.7 Total de grados de libertad de los tratamientos gl(Tr)

$$gl(Tr) = M - 1 \text{ (ecuación No. 21)}$$

Donde:

M = muestra

3.8.8 Total de grados de libertad de los panelistas $gl(P)$

$$gl(P) = P - 1 \text{ (ecuación No. 22)}$$

Donde:

P = panelista

3.8.8 Total de grados de libertad de los errores $gl(E)$

$$gl(E) = gl(T) - gl(Tr) - gl(P) \quad \text{(ecuación No. 23)}$$

Donde:

$gl(T)$ = total de grados de libertad

$gl(Tr)$ = total de grados de libertad de los tratamientos

$gl(P)$ = total de grados de libertad de los panelistas

3.8.9 Promedio de los cuadrados de los tratamientos

$$CM(Tr) = SC(Tr) / gl(Tr) \text{ (ecuación No. 24)}$$

Donde:

$SC(Tr)$ = suma de los cuadrados de los tratamientos

$gl(Tr)$ = total de grados de libertad de los tratamiento

**3.8.10 Promedio de los cuadrados de los panelistas
CM(P)**

$$CM(P) = SC(P) / gl(P) \text{ (ecuación No. 25)}$$

Donde

gl(P) = total de grados de libertad de los panelistas

SC(P) = suma de los cuadrados de los panelistas

3.8.11 Promedio de los cuadrados de los errores CM(E)

$$CM(E) = SC(E) / gl(E) \text{ (ecuación No. 26)}$$

Donde:

SC(E) = suma de cuadrados del error

gl(E) = total de grados de libertad de los errores

3.8.12 Factor F calculado para los tratamientos F(T)

$$F(T) = CM(T) / CM(E) \text{ (ecuación No. 27)}$$

Donde:

CM(T) = promedio de los cuadrados de los panelistas

CM(E) = promedio de los cuadrados de los errores

3.8.13 Factor F calculado para los panelistas F(P)

$$F(P) = CM(P) / CM(E) \text{ (ecuación No. 28)}$$

Donde:

CM(P)= promedio de los cuadrados de los panelistas

CM(E)= promedio de los cuadrados de los errores

Comparar los F calculados con los F tabulados de la tabla de Duncan. Para que se consideren significativos a un valor de 5 %, los valores F calculados deben ser superiores a los F tabulados.

3.8.14 Prueba de amplitud de Duncan

Comparar la diferencia entre un par de medias con respecto a los valores de amplitud calculados para cada par.

$$\text{Amplitud } A = Q \sqrt{\text{CM(E)} / t} \text{ (ecuación No. 28)}$$

Donde:

t= número de respuestas individuales

CM(E)= promedio de los cuadrados de los errores

Q= valores establecidos.

3.9 Plan de análisis de los resultados

Tabulación de los resultados obtenidos en el análisis químico proximal utilizando Microsoft Office Excel 2016 y su representación gráfica.

Los resultados obtenidos en la evaluación organoléptica se trabajarán en Microsoft Office Excel 2016, en donde se determinará el porcentaje de aceptación de los productos, la media aritmética y la desviación estándar de la escala

hedónica de los 5 puntos y representación gráfica de los resultados por medio de un gráfico de barras.

3.9.1 Métodos y modelos de datos según tipo de variables

Representación cuantitativa de variables:

- Porcentaje de aceptabilidad del producto
- Media aritmética
- Desviación estándar
- Grados de libertad
- Análisis de varianza (ANOVA)

3.9.2 Programas utilizados para análisis de datos

Los programas que se utilizaran son los siguientes:

- Se utilizará Microsoft Word 2016 para desarrollar el informe, edición y diagramas de flujo y diagramas de proceso.
- Microsoft Excel 2016 para todos los cálculos y elaboración de gráficos.

4. RESULTADOS

4.1 Proporción de las tres diferentes mezclas de harinas

Se realizaron tres mezclas de harinas, cada una con diferente proporción, de tal manera que se aumentara el valor del aminoácido con menor presencia en la malanga.

Tabla VIII. **Proporción para la isoleucina, mezcla 1**

Harina de malanga	Harina de haba	Harina de arroz
34 %	13 %	53 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Proporción para la lisina, mezcla 2**

Harina de malanga	Harina de haba	Harina de arroz
48 %	17 %	35 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Proporción para el triptófano, mezcla 3**

Harina de malanga	Harina de haba	Harina de arroz
32 %	12 %	56 %

Fuente: elaboración propia.

4.2 Análisis químico proximal

Se realizó un análisis nutricional, por medio del análisis químico proximal a cada mezcla.

Tabla XI. **Análisis químico proximal para la mezcla 1, HM: HH: HA (34:13:53)**

Mezcla 1 (34:13:53)	
Agua (%)	9,47
Materia seca total (%)	90,53
Extracto etéreo (%)	1,88
Fibra cruda (%)	1,50
Proteína (%)	12,79
Cenizas (%)	0,96
Extracto libre de nitrógeno (%)	81,08

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Análisis químico proximal para la mezcla 2, HM: HH: HA (48:17:35)**

Mezcla 2 (48:17:35)	
Agua (%)	9,81
Materia seca total (%)	90,19
Extracto etéreo (%)	2,26
Fibra cruda (%)	1,23
Proteína (%)	13,22
Cenizas (%)	2,74
Extracto libre de nitrógeno (%)	78,44

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Análisis químico proximal para la mezcla 3, HM: HH: HA (32:12:56)**

Mezcla 3 (32:12:56)	
Agua (%)	10,94
Materia seca total (%)	89,06
Extracto etéreo (%)	2,40
Fibra cruda (%)	0,99
Proteína (%)	11,92
Cenizas (%)	1,80
Extracto libre de nitrógeno (%)	80,79

Fuente: elaboración propia.

4.3 Análisis microbiológico

Se realizó una prueba microbiológica a las diferentes mezclas, para asegurar su inocuidad.

Tabla XIV. **Análisis microbiológico para la mezcla 1, HM: HH: HA (34:13:53)**

Mezcla 1 (34:13:53)	
E. Coli	Ausencia
Bacterias coliformes	Ausencia
Salmonella, sp	Ausencia

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Análisis microbiológico para la mezcla 2, HM: HH: HA (48:17:35)**

Mezcla 2 (48:17:35)	
E. Coli	Ausencia
Bacterias coliformes	Ausencia
Salmonella, sp	Ausencia

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Análisis microbiológico para la mezcla 3, HM: HH: HA (32:12:56)**

Mezcla 3 (32:12:56)	
E. Coli	Ausencia
Bacterias coliformes	Ausencia
Salmonella, sp	Ausencia

Fuente: elaboración propia.

4.4 **Formulación de bebida sabor chocolate, fresa y natural**

A partir de la harina de la mezcla dos, que fue la de mayor valor nutricional, se formuló la proporción para sabor chocolate, fresa y natural.

Tabla XVII. **Formulación de la bebida de chocolate en masa y porcentual para un volumen de 1 500 ml**

Sabor chocolate		
Ingrediente	Masa (g)	Porcentaje (%)
Mezcla de harina 2 (g)	100	32,57
Cocoa (g)	100	32,57
Azúcar (g)	100	32,57
Canela (g)	5	1,61
Sal (g)	2	0,65

Fuente: elaboración propia.

Nota: la formulación porcentual hace referencia a la cantidad de masa del ingrediente presente en la bebida; es decir, el 32,57 % de mezcla de harina 2 equivale a 100 g de dicha harina.

Tabla XVIII. **Formulación de la bebida de fresa en masa y porcentual para un volumen de 1 500 ml**

Sabor fresa		
Ingrediente	Masa (g)	Porcentaje (%)
Mezcla de harina 2 (g)	100	32,57
Saborizante natural de fresa (g)	100	32,57
Azúcar (g)	100	32,57
Canela (g)	5	1,61
Sal (g)	2	0,65

Fuente: elaboración propia.

Nota: la formulación porcentual hace referencia a la cantidad de masa del ingrediente presente en la bebida; es decir, el 32,57 % de la mezcla de harina 2 equivale a 100 g de dicha harina.

Tabla XIX. **Formulación de la bebida natural en masa y porcentual para un volumen de 1 500 ml**

Sabor natural		
Ingrediente	Masa (g)	Porcentaje (%)
Mezcla de harina 2 (g)	100	48,31
Azúcar (g)	100	48,31
Canela (g)	5	2,42
Sal (g)	2	0,96

Fuente: elaboración propia.

Nota: la formulación porcentual hace referencia a la cantidad de masa del ingrediente presente en la bebida; es decir, el 32,57 % de la mezcla de harina 2 equivale a 100 g de dicha harina.

4.5 Aceptabilidad de la bebida por sus características organolépticas

Se evaluó el nivel de aceptabilidad de la bebida en tres diferentes sabores, por medio de sus características organolépticas (color, olor y sabor) por medio de una prueba hedónica facial mixta de cinco puntos.

Tabla XX. **Evaluación organoléptica de color según la escala hedónica facial mixta de 5 puntos**

	Color		
	Chocolate	Fresa	Natural
Media	4,70	4,65	4,40
Desviación estándar	0,46	0,53	0,63

Fuente: elaboración propia, a partir de análisis sensorial n=40 panelistas. Apéndice 3.

Tabla XXI. **Evaluación organoléptica de olor según la escala hedónica facial mixta de 5 puntos**

	Olor		
	Chocolate	Fresa	Natural
Media	4,73	4,68	4,43
Desviación estándar	0,45	0,47	0,68

Fuente: elaboración propia, a partir de análisis sensorial n=40 panelistas. Tabla I. Apéndice 11.

Tabla XXII. **Evaluación organoléptica de sabor según la escala hedónica facial mixta de 5 puntos**

	Sabor		
	Chocolate	Fresa	Natural
Media	4,83	4,83	4,63
Desviación estándar	0,38	0,38	0,74

Fuente: elaboración propia, a partir de análisis sensorial n=40 panelistas. Tabla L. Apéndice 14.

Tabla XXIII. **Análisis de varianza entre las características organolépticas evaluadas por la prueba hedónica facial mixta de 5 puntos**

Característica organoléptica	F calculada	F crítico ($p \leq 0,05$)
Color	1,04	1,55
Olor	0,84	
Sabor	0,70	

Fuente: elaboración propia, a partir de análisis sensorial n=40 panelistas. Tablas K, N, Q.
Apéndices 13, 16, 19.

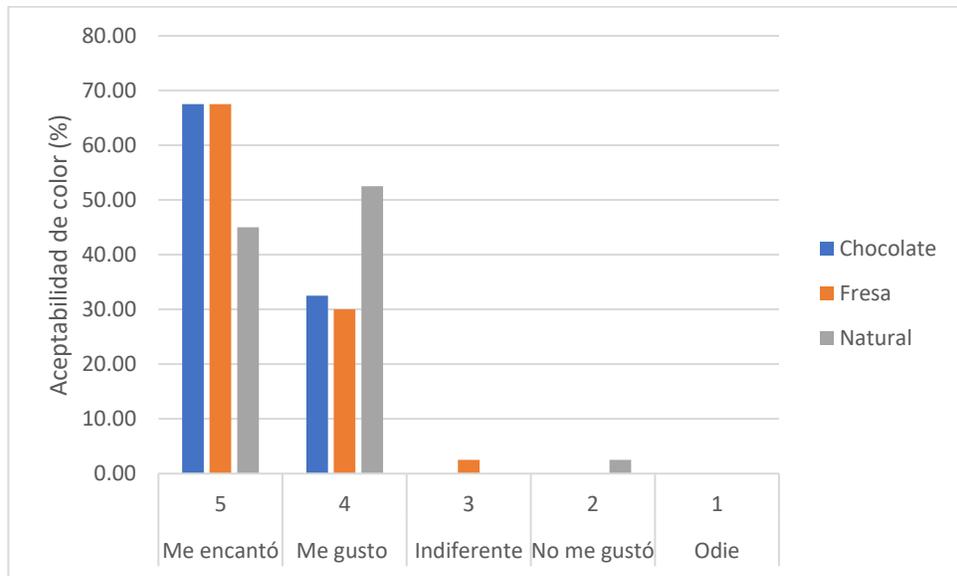
Debido a que el valor de F calculada para las tres características organolépticas es menor al valor de F crítico, esto indica que no existe diferencia significativa; por lo tanto, es necesario determinar por medio de la prueba múltiple de Duncan de qué manera difieren las características organolépticas.

Tabla XXIV. **Prueba múltiple de Duncan para las características organolépticas de color, olor y sabor**

Diferencias significativas entre medias a un nivel de significancia del 5%			
Característica organoléptica	Chocolate	Fresa	Natural
Color	4,70	4,65	4,40
Olor	4,73	4,68	4,63
Sabor	4,83	4,83	4,63

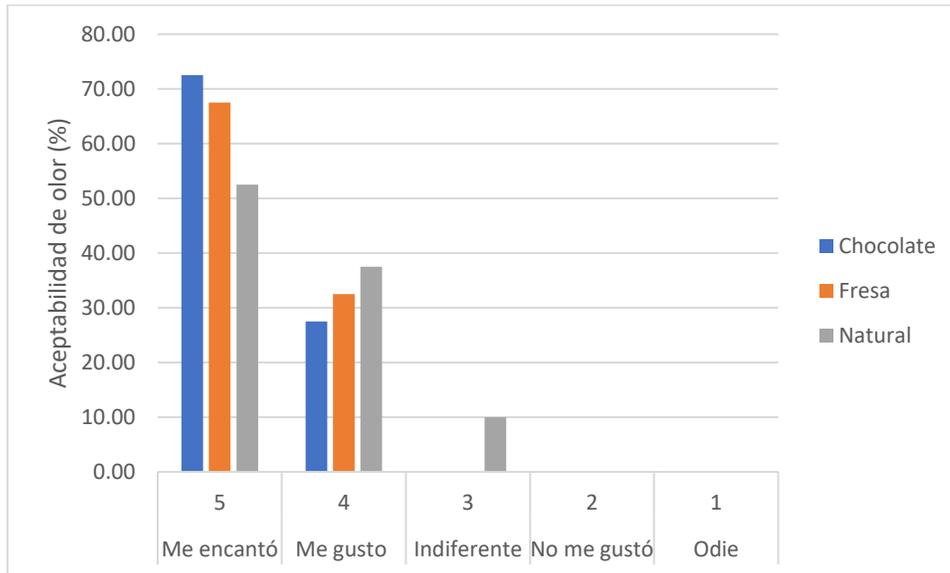
Fuente: elaboración propia, a partir de análisis sensorial n=40 panelistas. Tablas I, L, O.
Apéndices 11, 14, 17.

Figura 15. **Comparación porcentual de aceptabilidad para la característica organoléptica de color**



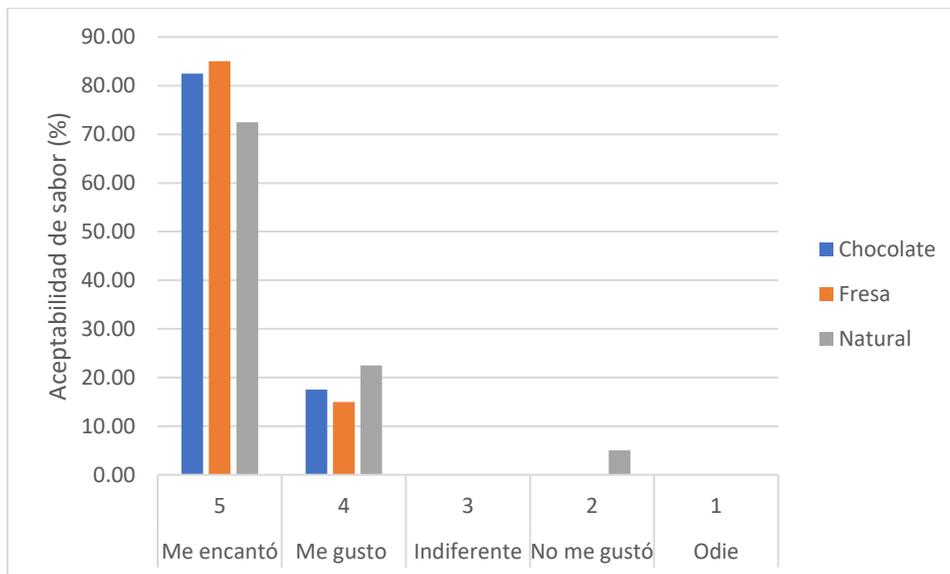
Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Comparación porcentual de aceptabilidad para la característica organoléptica de olor



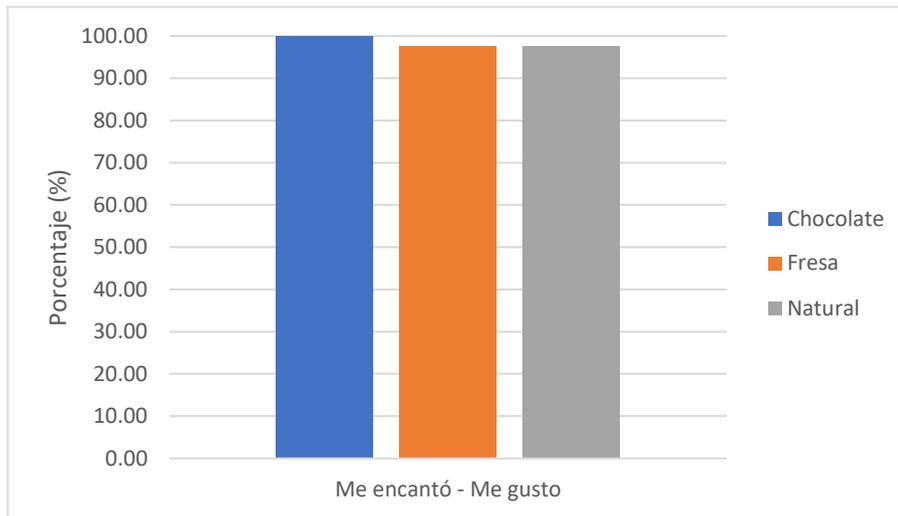
Fuente: elaboración propia.

Figura 17. Comparación porcentual de aceptabilidad para la característica organoléptica de sabor



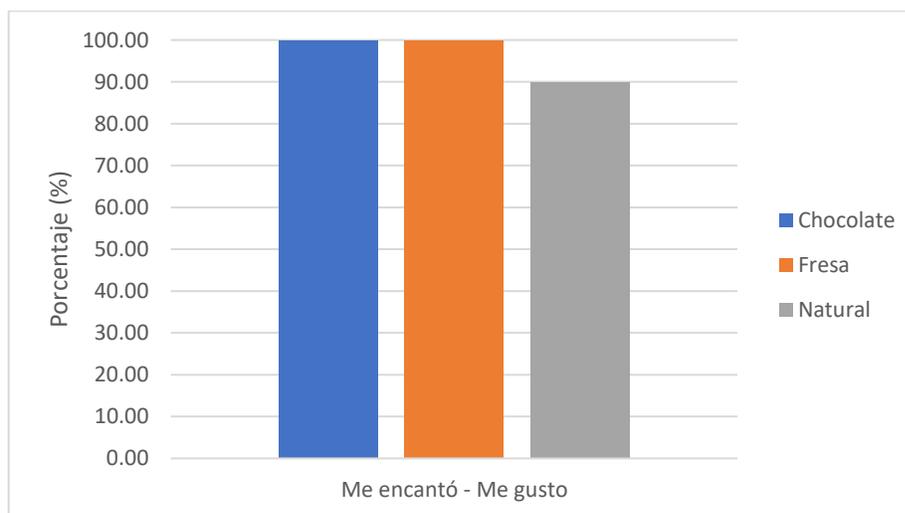
Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Comparación porcentual de aceptabilidad para la característica organoléptica de color entre el rango de “Me encantó” y “Me gustó” de manera conjunta**



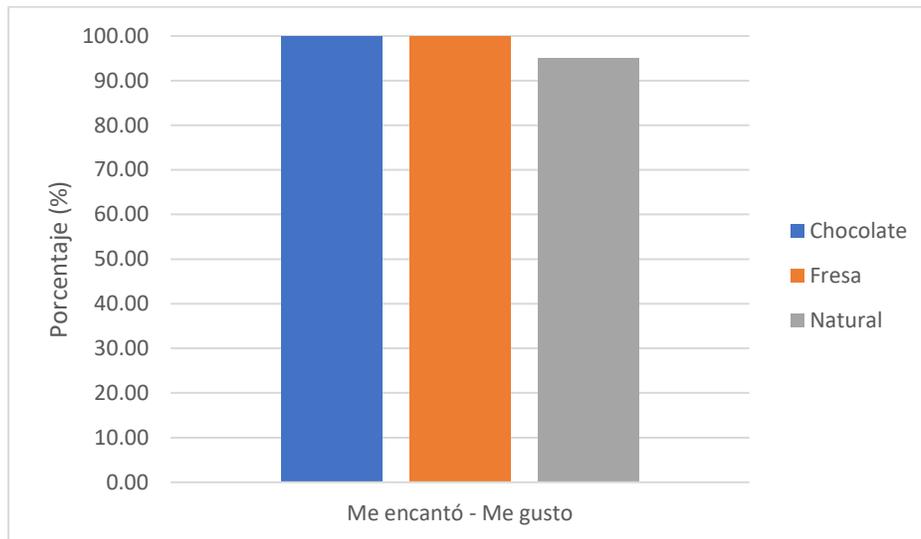
Fuente: elaboración propia.

Figura 19. **Comparación porcentual de aceptabilidad para la característica organoléptica de olor entre el rango de “Me encantó” y “Me gustó” de manera conjunta**



Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Comparación porcentual de aceptabilidad para la característica organoléptica de olor entre el rango de “Me encantó” y “Me gustó” de manera conjunta**



Fuente: elaboración propia.

4.6 Determinación de costo de la bebida con mayor aceptación

Se determinó el costo directo de la bebida con mayor aceptación, para un volumen de 1 500 ml.

Tabla XXV. **Costo directo de la bebida sabor chocolate para 1 500 ml**

Bebida de sabor chocolate	
Ingrediente	Costo (Q)
Mezcla 2 de harina (48:17:35)	5,00
Cocoa	3,75
Azúcar	1,25
Sal	0,02
Canela	0,40
Leche	8,00
Total	18,42

Fuente: elaboración propia.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

La elaboración de harinas en la actualidad representa una forma práctica de preparar ciertos alimentos y bebidas. Debido al enfoque de la presente investigación se elaboraron tres diferentes mezclas de harina precocida de alto valor nutricional a base de malanga, haba y arroz. Como son alimentos con un contenido alto de carbohidratos, las proporciones se establecieron a partir de un score proteico, analizado desde los aminoácidos, definiendo los tres más deficientes en la malanga y fortaleciéndolos con el haba y arroz.

Como se puede observar en la tabla VIII, la primera proporción fue definida por la isoleucina que fue de 34:13:53. La isoleucina es uno de los aminoácidos esenciales que ayudan a la formación de proteínas y nitrógeno positivo, y favorece la formación del tejido muscular. Se caracteriza por la producción de hemoglobina, que es una hemoproteína de la sangre, ayuda a mantener los niveles de glóbulos rojos de manera adecuada, evita la anemia. La segunda proporción, como lo presenta la tabla IX, fue definida por la lisina, de 48:17:35. La lisina también es un aminoácido esencial y necesario para la síntesis de proteína. Así como el metabolismo de los carbohidratos, se caracteriza por mejorar la producción de energía y utilización del calcio. De esta manera colabora en el crecimiento de los niños, en el desarrollo muscular, la absorción de calcio y en la producción de hormonas, enzimas y anticuerpos. La tercera proporción se presenta en la tabla X la cual realizó en función del triptófano y fue de 32:12:56. De igual forma, el triptófano es un aminoácido esencial, que ayuda al crecimiento y desarrollo del niño, pero se caracteriza por la formación de la vitamina B3 o niacina, que asegura el buen funcionamiento del sistema nervioso, circulatorio y mantiene la piel sana.

Una vez definidas las proporciones de las tres mezclas, se procedió a determinar el valor nutricional de cada una por medio del análisis químico proximal, el cual determinó el porcentaje de agua, materia seca total, extracto etéreo, proteínas, fibra cruda, cenizas y extracto libre de nitrógeno (carbohidratos).

Al observar la tabla XI se tiene que la mezcla 1 consiste en una proporción de 34:13:53, presentó 9,47 % de agua en base seca, 90,53 % materia seca total, 1,88 % de extracto etéreo, 1,50 % de fibra cruda, 12,79 % de proteína, 0,96 % de cenizas y 81,08 % de extracto libre de nitrógeno (carbohidratos). Su porcentaje de agua es adecuado, ya que un valor inferior de 5 % puede provocar que el alimento pierda sus propiedades nutritivas, sabor y color. Un valor mayor de 15 % da la posibilidad que la harina forme microorganismos que favorezcan su descomposición. La fibra cruda, al tener un valor no mayor del 2 %, indica que su digestión es adecuada y rápida. El porcentaje de carbohidratos, debido a que es un valor alto, representa una fuente excelente de energía. Para harinas de carácter nutricional se busca un valor mínimo de 12 % de aporte en el alimento, por lo cual la mezcla 1 cumple.

Al observar la tabla XII se tiene que la mezcla 2 consiste en una proporción de 48:17:35, presentó 9,81 % de agua en base seca, 90,19 % materia seca total, 2,26 % de extracto etéreo, 1,23 % de fibra cruda, 13,22 % de proteína, 2,74 % de cenizas y 78,44 % de extracto libre de nitrógeno (carbohidratos). Su porcentaje de agua es adecuado, ya que se encuentra en el intervalo de 5 % al 15 % y evita que haya formación de microorganismos, así como la disminución de su calidad en el aspecto nutritivo y sus propiedades de color y sabor. La fibra cruda, al tener un valor no mayor del 2 %, indica que su digestión es adecuada y rápida. El porcentaje de carbohidratos debido a que es un valor alto, representa una fuente

excelente de energía. Para harinas de carácter nutricional se busca un valor mínimo de 12 % de aporte en el alimento, por lo cual la mezcla 2 cumple.

Al observar la tabla XIII se tiene que la mezcla 3 consiste en una proporción de 32:12:56, presentó 10,94 % de agua en base seca, 89,06 % materia seca total, 2,40 % de extracto etéreo, 0,99 % de fibra cruda, 11,92 % de proteína, 1,80 % de cenizas y 80,79 % de extracto libre de nitrógeno (carbohidratos). Su porcentaje de agua es adecuado, ya que se encuentra en el intervalo de 5 % al 15 % que evita que haya formación de microorganismos, así como la disminución de su calidad en el aspecto nutritivo y sus propiedades de color y sabor. La fibra cruda presenta un valor mayor del 2 %, por lo cual no cumple con el valor especificado. El porcentaje de carbohidratos que presenta es un valor alto, por lo que representa un aporte significativo de energía. Para harinas de carácter nutricional se busca un valor mínimo de 12 % de aporte en el alimento, por lo cual la mezcla 3 no cumple.

Por tanto, al comparar los valores de humedad, fibra cruda, carbohidratos y proteínas de las tres mezclas explicadas y contenidas en la tabla XI para la mezcla 1, tabla XII para la mezcla 2 y tabla XIII para la mezcla 3, podemos determinar que:

Al hablar de humedad se puede observar que las tres harinas cumplen, ya que se encuentran en el intervalo de 5 % al 15 % lo cual indica que se encuentra en un valor aceptable, que evita su degradación, tanto en calidad como en su almacenaje.

Como se puede observar, las tres mezclas presentan un alto contenido de carbohidratos; por lo tanto, las harinas se pueden considerar como un alimento de alto contenido energético. Además, los alimentos altos en carbohidratos

presentan un bajo contenido de fibra cruda; por lo tanto, estas harinas son un alimento de muy fácil digestión.

En cuanto a la proteína se puede observar que la mezcla 2 es la que posee un mayor contenido, comparada con la mezcla 1 y 3; por lo tanto, se establece que la harina de mayor aporte nutricional es la mezcla 2 que, relacionada con el score proteico, nos indica que el aminoácido lisina es el que más aporte presenta al valor nutricional de la bebida.

En las tablas XIV, XV y XVI se presenta el análisis microbiológico a cada mezcla de harinas en las que se evalúa la presencia de E. Coli, Salmonella sp y presencias de coliformes. El resultado fue de ausencia de dichos microorganismos, indicando que las mezclas de harinas son inocuas, es decir, aptas para el consumo. Se sabe que los alimentos son sensibles al ataque y posterior desarrollo de los microorganismos como bacterias, hongos y levaduras. Dichas fuentes de contaminación se pueden presentar desde el cultivo, al trabajar con aguas residuales, presencia de heces en los campos en donde se cultiva, lo que provoca que los alimentos, en este caso la malanga que es un tubérculo, haba y arroz, se puedan contaminar.

A partir del análisis químico proximal se determinó que la mezcla más nutritiva es la número 2, por lo cual a partir de esta se presentó una nueva formulación de tres sabores, chocolate, fresa y natural.

La formulación de la bebida en sus tres diferentes sabores (chocolate, fresa y natural) constaron de harina de la mezcla 2, cocoa y saborizante natural de fresa, respectivamente; azúcar, sal, canela y leche. Como se puede observar en las tablas XVII, XVIII y XIX, la base de la bebida es la harina, el saborizante y azúcar, con una relación de 1:1:1; es decir, para la muestra que se preparó de

1 500 ml por cada 100 gramos de harina, se ocuparon 100 gramos de saborizante y 100 gramos de azúcar. En el caso de la canela y la sal, son acentuadores de sabor, lo cual permite que los sabores anteriores contrasten.

La aceptabilidad del producto se estableció por medio de una prueba hedónica facial mixta de 5 puntos donde se evaluaron las características organolépticas de la bebida (color, olor y sabor). Dicha prueba se realizó a un panel de 40 niños, los cuales evaluaron las características mencionadas.

La tabla XX representa la evaluación de la característica de color por medio de medias aritméticas para los tres diferentes sabores. Se puede observar que para la bebida de chocolate tiene un valor de 4,70; la de fresa, 4,65 y la natural de 4,40. Se determinó que dicha característica se encuentra en la ponderación de “me gustó” y “me encantó”, lo que representa una respuesta favorable.

La tabla XXI representa la evaluación de la característica de olor. Con el uso de medias aritméticas se pudo observar que para la bebida de chocolate tiene un valor de 4,73; la de fresa 4,68 y la natural de 4,43. Se determinó que dicha característica se encuentra en la ponderación de “me gustó” y “me encantó”, lo cual es una respuesta favorable.

La tabla XXII representa la evaluación de la característica de sabor, donde con el uso de medias aritméticas se obtuvo que para la bebida de chocolate se tiene un valor de 4,83; la de fresa 4,83 y la natural 4,63. Se determinó que dicha característica se encuentra en la ponderación de “me gustó” y “me encantó”, lo cual es una respuesta favorable.

Por medio del análisis de varianza de un factor se evaluó si existían diferencias significativas entre cada característica organoléptica de los tres

diferentes sabores. Debido a que la F calculada es menor que la F crítica no se pudo establecer una diferencia significativa, por lo que se hizo uso de la prueba múltiple de Duncan. Esta consiste en una comparación de medias, por lo que, para la característica de color, el valor de la media de la bebida de chocolate es mayor que la de los otros sabores, fue la más aceptada. Para la característica de olor, la media de la bebida de chocolate fue mayor que la de los otros sabores, fue la más aceptada. En el caso de la característica de sabor, la media de chocolate y fresa tienen el valor y es mayor que la de sabor natural, por lo que tanto la bebida de chocolate como la de fresa fueron aceptadas. De manera general, la bebida de chocolate fue la más aceptada.

La figura 9 representa una comparación porcentual de la aceptabilidad por las personas evaluadas respecto a la característica organoléptica de color de las tres bebidas, para las diferentes ponderaciones evaluadas en la prueba hedónica facial mixta. Para el valor 5, “me encantó”, le corresponde un 67,50 % de la bebida de chocolate, 67,50 % de la bebida de fresa y 45,00 % para la bebida natural; para el valor 4, “me gustó”, le corresponde un 32,50 % de la bebida de chocolate, 30,00 % para la bebida de fresa y 52,50 % para la bebida natural; para el valor 3, “indiferente”, le corresponde un 2,50 % para la bebida de fresa; para el valor 2, “No me gustó”, le corresponde un 2,50 % para la bebida natural.

La figura 10 representa una comparación porcentual de la aceptabilidad por las personas evaluadas respecto a la característica organoléptica de olor de las tres bebidas, para las diferentes ponderaciones evaluadas en la prueba hedónica facial mixta. Para el valor 5, “me encantó”, le corresponde un 72,50 % de la bebida de chocolate, 67,50 % de la bebida de fresa y 52,50 % para la bebida natural; para el valor 4, “me gustó”, le corresponde un 27,50 % de la bebida de chocolate, 32,50 % para la bebida de fresa y 37,50 % para la bebida natural; para el valor 3, “indiferente”, le corresponde un 10,00 % para la bebida natural.

La figura 11 representa una comparación porcentual de la aceptabilidad por las personas evaluadas respecto a la característica organoléptica de sabor de las tres bebidas, para las diferentes ponderaciones evaluadas en la prueba hedónica facial mixta. Para el valor 5, “me encantó”, le corresponde un 82,50 % de la bebida de chocolate, 85,00 % de la bebida de fresa y 72,50 % para la bebida natural; para el valor 4, “me gustó”, le corresponde un 17,50 % de la bebida de chocolate, 15,00 % para la bebida de fresa y 22,50 % para la bebida natural; para el valor 2, “No me gustó”, le corresponde un 5,00% para la bebida natural.

La figura 12, 13 y 14 presentan una comparación porcentual de las características organolépticas de color, olor y sabor de los tres diferentes sabores de bebida. En el rango de “me encantó” y “me gustó” de manera conjunta, representan un 90,00 % a 100,00 % de aceptabilidad favorable de los tres diferentes sabores, indicando que su consumo es agradable para los niños.

De la bebida más aceptada en este caso, la de chocolate, se determinó el costo directo; es decir, el costo de producción, tomando en cuenta solo el precio de los ingredientes, por lo que para la mezcla de la harina dos tiene un valor de Q 5,00, la cocoa Q 3,75, azúcar Q 1,25, sal Q0,02, canela Q 0,40 y leche Q 8,00, para un costo total de Q 18,42. Es importante resaltar que este costo está determinado para la formulación de 1 500 ml de la bebida.

CONCLUSIONES

1. Se determinaron las proporciones de las harinas precocidas a base de malanga, haba y arroz (HM: HH: HA), por medio de un score proteico. Se definieron los aminoácidos más deficientes en la malanga y complementado por la presencia de los mismos en el haba y arroz. La isoleucina fue el primer aminoácido con una proporción de 34:13:53; el segundo aminoácido fue la lisina, con una proporción de 48:17:35, y el tercer aminoácido fue el triptófano, con una proporción de 32:12:56.
2. El valor nutricional de las tres diferentes mezclas se analizó por medio del análisis químico proximal, por lo que la mezcla 2 (48:17:35) es la de mayor valor nutricional, con un contenido de 13,22 % de proteínas.
3. El análisis microbiológico de las tres proporciones de las harinas indica que presenta ausencia de microorganismos dañinos a la salud humana; por lo tanto, son inocuas y aptas para el consumo humano.
4. La harina de mayor valor nutricional fue la mezcla 2 (48:17:35), por lo que se formularon tres sabores, chocolate, fresa y natural. La proporción base de la formulación fue de harina de la mezcla dos, cocoa, saborizante natural de fresa, respectivamente, y azúcar, con una relación de 1:1:1.
5. La aceptabilidad del producto indicó que la bebida de chocolate tuvo una mayor aceptabilidad, con un valor de 4,70 para el color, 4,73 para el olor y 4,83 para el sabor, por lo que se encuentra en las categorías de “Me gustó” y “Me encantó”.

6. Para la bebida de mayor aceptabilidad, que fue la de chocolate, se realizó el análisis de costo directo, que fue de Q18,42 para un volumen de 1 500 ml.

RECOMENDACIONES

1. La formulación de las harinas para la elaboración de alternativas alimenticias como galletas, panadería, barras energéticas, panqueques, entre otros alimentos.
2. Realizar estudios de la harina con la proporción definida por la isoleucina para la elaboración de bebidas deportivas, pues representa una fuente importante para la formación y recuperación del tejido muscular después de actividades deportivas.
3. Realizar un análisis nutricional, avalado por una institución nacional, a la harina de malanga, pues existe muy poca información sobre los parámetros nutricionales de la misma.
4. Realizar talleres de capacitación a las poblaciones con mayor índice de problemas nutricionales. Indicar la importancia de la elaboración de harinas y consumo de las mismas, así las consecuencias de una mala nutrición durante los primeros 5 años de edad en los infantes.
5. Los costos directos solo indican una parte del proceso, si se desea realizar una producción de la harina a escala piloto, se debe analizar a más profundidad todo el proceso.

6. Fortalecer los cultivos regionales y nacionales de la malanga, haba y arroz, para asegurar un aumento en el factor de calidad y económico de los cultivos.

7. Tomar en cuenta el análisis de mohos y levaduras para ampliar el análisis microbiológico de las harinas.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALDANA, Luis. *Producción comercial y de semilla de Haba (Vicia Faba)*. [en línea]. <<http://www.icta.gob.gt/publicaciones/Haba/Produccion%20comercial%20y%20de%20semilla%20de%20haba,%202010.pdf>>. [Consulta: 1 de febrero 2010].
2. AZURDIA, Carlos. *Cultivos Nativos de Guatemala y Bioseguridad del Uso de Organismos Vivos Modificados, Arroz (Oryza sativa)*. [en línea]. <<http://www.bchguatemala.gob.gt/Members/Esolorzano/misdocs2014/modulosdecultivosnativosdeguatemala y/Modulo%20Arroz.pdf>>. [Consulta: 1 de abril 2014].
3. CALLÓN, José. *Aminoácidos del haba seca*. [en línea]. <<https://alimentos.org.es/aminoacidos-habas-secas>>. [Consulta: 18 de septiembre 2014].
4. CUNHA, Diego; ASSUNÇÃO, Roberto; RIBEIRO, Ricardo; LACERDA, Luis; STEDEFELDT, Esteban. *Métodos para aplicar las pruebas de aceptación para la alimentación escolar: validación de la tarjeta lúdica*. [en línea]. <https://scielo.concyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182013000400005>. [Consulta: 24 de junio 2013].

5. DÍAZ, Carlos; PÉREZ, Vanesa. *Transformación de la malanga en un alimento dirigido a la población Zoque*. Trabajo de graduación de ingeniería en alimentos. Facultad de ciencias, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. 2018. 130 p.
6. DÍAZ, Luis. *Conceptos y tecnologías para la creación de harinas compuestas*. [en línea]. <<http://bvssan.incap.org.gt/local/file/PPNT006.pdf>>. [Consulta: 25 de agosto 2006].
7. DOWNES, Ferdinand. *Microbiota de alimentos*. [en línea]. <<http://www.unsa.edu.ar/biblio/repositorio/malim2007/8%20granos%20y%20harinas.pdf>>. [Consulta: 17 de julio de 2003].
8. ESPAÑA, Eduardo; LOARCA, Edna. *Biodisponibilidad y efecto del sabor en el enriquecimiento con hierro de la harina de malanga-ajonjolí*. [en línea]. <<https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/prunia/INF-2007-017.pdf>>. [Consulta: 15 de enero de 2008] .
9. GIMFERRER, Nancy. *Procesos del grano a la harina*. [en línea]. <<http://www.consumer.es/seguridadalimentaria/cienciaytecnologia/2009/03/30/184290.php>>. [Consulta: 30 de marzo de 2009].
10. GIRÓN, Luis. *Evaluación del proceso de elaboración de harina de moringa (Moringa oleífera lam) para su aplicación en la formulación de harina de maíz fortificada para incrementar su valor nutricional*. Trabajo de graduación de ingeniería en alimentos. Facultad de ingeniería de la Universidad de San Carlos De Guatemala. 2014. 165 p.

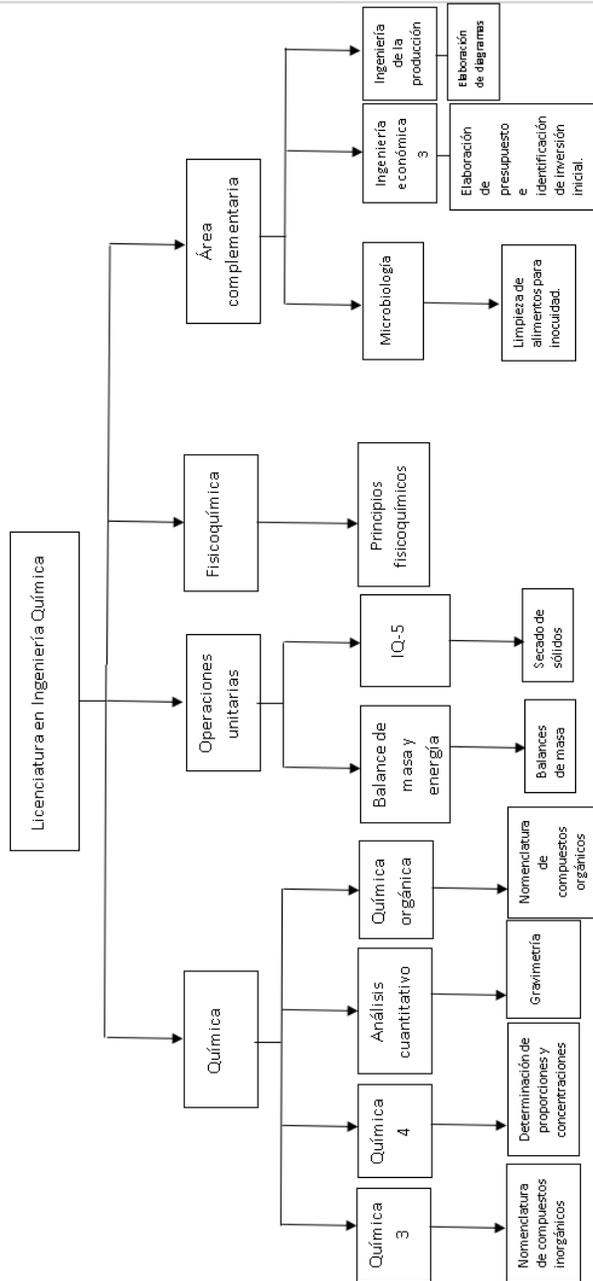
11. HERNÁNDEZ, Elsa. *Evaluación sensorial*. Trabajo de graduación de ingeniería en alimentos. Facultad de ingeniería de la Universidad nacional abierta y a distancia de Bogotá. 2005. 90 p.
12. LOARCA, Edna. *Elaboración de mezclas de malanga-ajonjolí para la producción de alimentos listos para servir*. [en línea]. <<https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/prunian/INF-2005-014.pdf>>. [Consulta: 1 de septiembre de 2005].
13. MADRIGAL, Andrea; HERNÁNDEZ, Juan; CARRANCO, Carla; CALVO, María; CASAS, Rosa. *Caracterización física y nutricional de harina del tubérculo de "Malanga" Colocasia esculenta L. Schott) de Actopan, Veracruz, México*. [en línea]. <<https://www.alanrevista.org/ediciones/2018/2/art-8/>>. [Consulta: 11 de mayo de 2018].
14. PEINADO, Susan. *Análisis Nutricional: arroz blanco de grano medio (II)*. [en línea]. <<https://www.vitonica.com/alimentos/analisis-nutricional-arroz-blanco-de-grano-medio-ii>>. [Consulta: 28 de noviembre de 2012].
15. POLANCO, Silvia. *Evaluación nutricional y formulación de una bebida tipo atol, a partir de una harina compuesta de plátano verde, soya y chíá en nivel de laboratorio*. Trabajo de graduación de ingeniería química. Facultad de ingeniería de la Universidad de San Carlos De Guatemala, Ciudad de Guatemala. 2018. 175 p.

16. REYNALDO, Luis. *Beneficios de la malanga*. [en línea]. <<http://hablemosdealimentos.com/ctuberculos/lamalanga/>>. [Consulta: 25 de agosto de 2018].
17. RÍOS, KATHERINE. *Análisis comparativo de las propiedades físico-químicas y nutrimentales de almidón obtenido a partir de dos especies de malanga (Colocasia antiquorum y colocasia esculenta) cultivadas en el estado de Oaxaca*. Trabajo de graduación de ingeniería en alimentos. Facultad de ingeniería de la Universidad tecnológica de la Mixteca. 2014. 132 p.
18. ROQUEL, Mercedes. *Diseño de una línea de producción para la elaboración de harina de camote (Ipomoea Batata)*. Trabajo de graduación de ingeniería química. Facultad de ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. 2008. 145 p.
19. SOTO, Carla. *Proceso de fabricación de harina de coco (Cocos nucifera) para la obtención de un producto de panificación para personas celíacas*. Trabajo de graduación de ingeniería química. Facultad de ingeniería de la Universidad de San Carlos De Guatemala. 2014. 166 p.
20. SUÁREZ, Mario; KIZLANSKY, Alejandra; LÓPEZ, Brandon. *Evaluación de la calidad de las proteínas en los alimentos calculando el score de aminoácidos corregido por digestibilidad*. [en línea]. <http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S021216112006000100009>. [Consulta: 20 de agosto de 2006].

21. TORREBLANCA, Luz. *Propiedades de las habas, unas legumbres ricas en vitaminas, minerales y proteínas para una buena salud.* [en línea]. <<https://www.ecoagricultor.com/propiedadesdelashabas/>>. [Consulta: 19 de marzo de 2014].
22. TORRES, Alejandra. *Propiedades y beneficios del consumo del arroz.* [en línea]. <<https://www.ticbeat.com/salud/11-beneficios-arroz-salud/>>. [Consulta: 1 de febrero de 2018].
23. TEM, Alejandro. *Caracterización agromorfológica y evaluación del rendimiento de tres cultivares de malanga (Colocasia esculenta, Schott), en Aldea Barrios, Nuevo San Carlos, Retalhuleu.* Trabajo de graduación de ingeniería agrónoma. Facultad de ingeniería de la Universidad de San Carlos De Guatemala. 2018. 138 p.
24. ULLOA, Guillermo. *Propuesta de la recuperación de la malanga origen, historia y valor nutricional; con la creación de diez menús que enriquecerán la gastronomía del cantón Sucúa.* Trabajo de graduación de ingeniería en alimentos. Facultad de ingeniería de la Universidad Cuenca. 2013. 112 p.

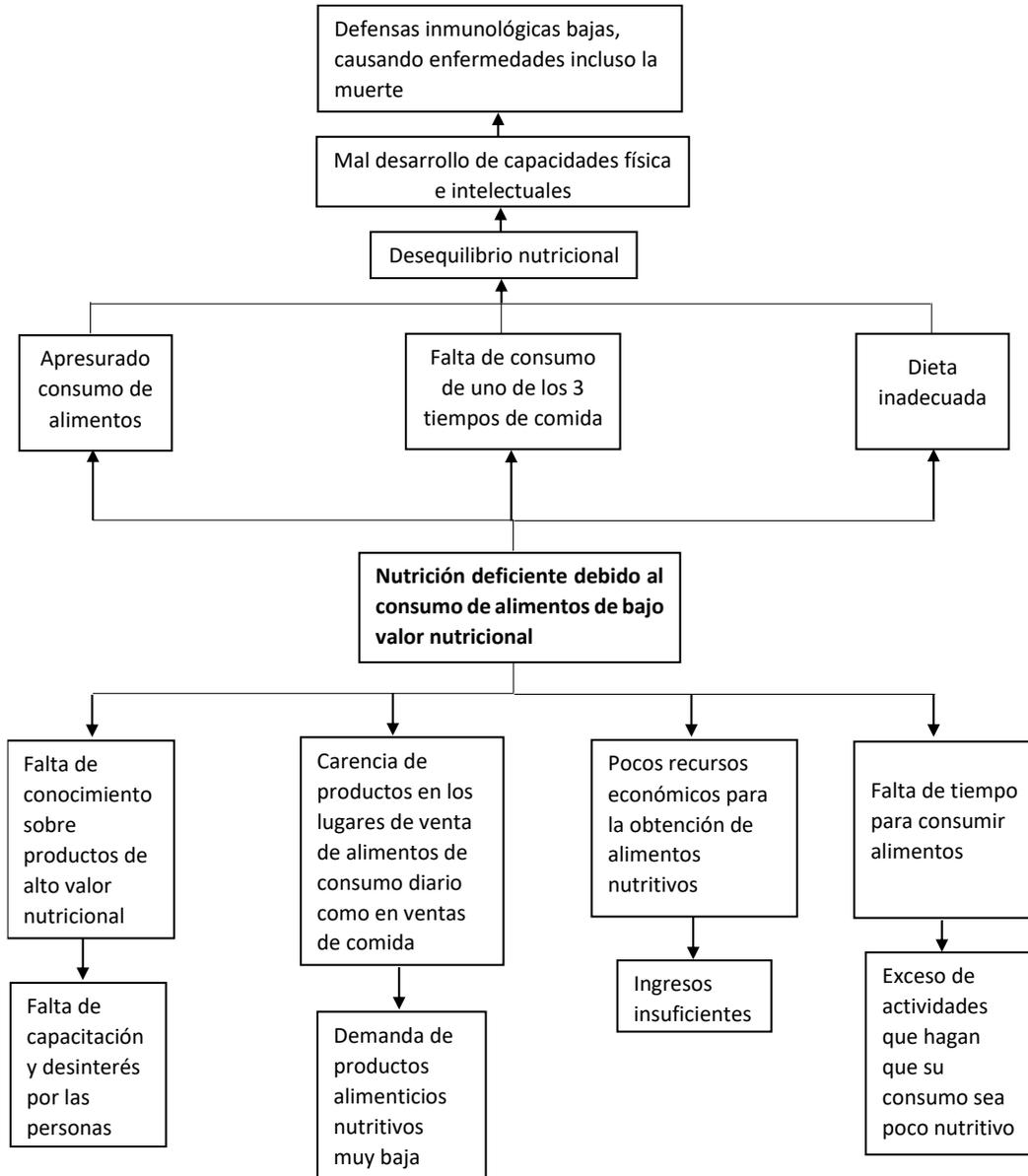
APÉNDICES

Apéndice 1. **Tabla de requisitos académicos**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Diagrama de árbol de problemas



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Determinación de los aminoácidos**

Aminoácido	Score Malanga	Score haba	Score arroz
Histidina	1,17	0,37	1,30
Isoleucina	1,10	0,42	1,73
Leucina	1,29	0,36	1,50
Lisina	0,95	0,33	0,71
Metionina + Cisteína	1,88	0,09	1,76
Fenilalanina + Tirosina	1,89	0,23	1,85
Treonina	1,30	0,34	1,32
Triptófano	0,93	0,35	1,67
Valina	1,28	0,36	1,90

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Determinación de las proporciones de mezcla**

Aminoácido	Harina de malanga	Harina de haba	Harina de arroz
Isoleucina	34	13	53
Lisina	48	17	35
Triptófano	32	12	56

Fuente: elaboración propia, con datos de a partir de la tabla A, apéndice 3.

Apéndice 5. **Formulación de la bebida sabor chocolate**

Sabor chocolate		
Ingrediente	Masa (g)	Porcentaje (%)
Mezcla de harina 2 (g)	100	32,57
Cocoa (g)	100	32,57
Azúcar (g)	100	32,57
Canela (g)	5	1,61
Sal (g)	2	0,65

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. **Formulación de la bebida sabor fresa**

Sabor fresa		
Ingrediente	Masa (g)	Porcentaje (%)
Mezcla de harina 2 (g)	100	32,57
Saborizante natural de fresa (g)	100	32,57
Azúcar (g)	100	32,57
Canela (g)	5	1,61
Sal (g)	2	0,65

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. **Formulación de la bebida sabor natural**

Sabor natural		
Ingrediente	Masa (g)	Porcentaje (%)
Mezcla de harina 2 (g)	100	48,31
Azúcar (g)	100	48,31
Canela (g)	5	2,42
Sal (g)	2	0,96

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. **Evaluación organoléptica de la bebida sabor chocolate**

Bebida de chocolate			
Panelistas	Color	Olor	Sabor
1	4	4	5
2	5	5	5
3	5	5	5
4	5	4	4
5	4	5	5
6	5	4	4
7	5	5	5
8	5	5	5
9	5	4	5
10	5	5	5
11	4	5	5
12	4	5	4
13	4	5	4
14	5	4	4
15	5	4	5
16	4	5	5
17	5	5	5
18	4	4	4
19	4	5	5
20	4	4	5

Continuación apéndice 8.

21	5	4	5
22	5	5	5
23	5	5	5
24	5	5	5
25	5	5	5
26	4	5	5
27	5	5	5
28	5	5	5
29	5	4	5
30	5	5	5
31	5	5	5
32	5	5	5
33	5	5	5
34	5	5	5
35	5	5	5
36	5	5	5
37	5	5	5
38	4	5	5
39	4	5	5
40	5	4	4
Total	188	189	193
Promedio	4,70	4,73	4,83
Desviación	0,46	0,45	0,38

Fuente: elaboración propia, datos experimentales.

Apéndice 9. Evaluación organoléptica de la bebida sabor fresa.

Bebida de fresa			
Panelistas	Color	Olor	Sabor
1	5	5	5
2	5	5	5
3	5	4	5
4	5	5	5
5	5	5	5
6	4	4	5
7	5	5	5
8	5	5	5
9	5	5	5
10	4	5	5
11	4	5	4
12	5	4	4
13	5	5	5
14	5	4	5
15	5	5	5
16	4	4	5
17	4	4	4
18	5	5	5
19	4	4	4
20	5	5	5
21	5	5	5
22	3	4	5
23	5	5	4
24	4	5	5
25	5	5	5
26	4	5	4
27	4	5	5
28	5	5	5
29	5	4	5
30	4	4	5
31	5	5	5
32	5	4	5
33	4	4	4
34	5	5	5

Continuación apéndice 9.

35	5	5	5
36	5	5	5
37	5	5	5
38	4	5	5
39	5	5	5
40	5	4	5
Total	186	187	193
Promedio	4,65	4,68	4,83
Desviación	0,53	0,47	0,38

Fuente: elaboración propia, datos experimentales.

Apéndice 10. **Evaluación organoléptica de la bebida sabor natural.**

Bebida natural			
Panelistas	Color	Olor	Sabor
1	4	5	5
2	4	5	5
3	4	4	4
4	4	4	5
5	4	4	5
6	5	5	5
7	5	5	4
8	5	5	5
9	5	4	5
10	5	5	5
11	4	4	5
12	5	5	5
13	5	4	5
14	5	5	5
15	4	3	4
16	5	5	5
17	5	5	5
18	4	4	4
19	4	4	4
20	5	4	5

Continuación apéndice 10.

21	2	3	2
22	4	4	5
23	5	5	5
24	4	4	5
25	5	3	2
26	4	4	5
27	4	4	5
28	4	5	4
29	4	5	5
30	5	4	5
31	5	5	4
32	4	5	5
33	5	5	5
34	5	5	5
35	4	5	5
36	4	5	5
37	5	5	4
38	4	4	5
39	4	3	4
40	4	5	5
Total	176	177	185
Promedio	4,40	4,43	4,63
Desviación	0,63	0,68	0,74

Fuente: elaboración propia, datos experimentales.

Apéndice 11. **Análisis de varianza para la característica organoléptica de color**

Color				
Evaluación	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
1	3	13	4,33	0,33
2	3	14	4,67	0,33
3	3	14	4,67	0,33
4	3	14	4,67	0,33
5	3	13	4,33	0,33
6	3	14	4,67	0,33
7	3	15	5,00	0,00
8	3	15	5,00	0,00
9	3	15	5,00	0,00
10	3	14	4,67	0,33
11	3	12	4,00	0,00
12	3	14	4,67	0,33
13	3	14	4,67	0,33
14	3	15	5,00	0,00
15	3	14	4,67	0,33
16	3	13	4,33	0,33
17	3	14	4,67	0,33
18	3	13	4,33	0,33
19	3	12	4,00	0,00
20	3	14	4,67	0,33
21	3	12	4,00	3,00
22	3	12	4,00	1,00
23	3	15	5,00	0,00
24	3	13	4,33	0,33
25	3	15	5,00	0,00
26	3	12	4,00	0,00
27	3	13	4,33	0,33
28	3	14	4,67	0,33
29	3	14	4,67	0,33
30	3	14	4,67	0,33

Continuación apéndice 11.

31	3	15	5,00	0,00
32	3	14	4,67	0,33
33	3	14	4,67	0,33
34	3	15	5,00	0,00
35	3	14	4,67	0,33
36	3	14	4,67	0,33
37	3	15	5,00	0,00
38	3	12	4,00	0,00
39	3	13	4,33	0,33
40	3	14	4,67	0,33
Resumen	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Chocolate	40	188	4,70	0,46
Fresa	40	186	4,65	0,53
Natural	40	176	4,40	0,63

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 12. **Resumen del análisis de varianza para la característica organoléptica de color**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados
Panelistas	12,50	39,00	0,32
Muestras	24,67	80,00	0,31
Total	37,17	119,00	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 13. **Prueba de Fisher para la característica organoléptica de color**

Origen de las variaciones	F calculada	Probabilidad	F critico (p≤0,05)
Panelistas	1,04	0,43	1,55
Muestras			
Total			

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 14. **Análisis de varianza para la característica organoléptica de olor**

Olor				
Evaluación	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
1	3	14	4,67	0,33
2	3	15	5,00	0,00
3	3	13	4,33	0,33
4	3	13	4,33	0,33
5	3	14	4,67	0,33
6	3	13	4,33	0,33
7	3	15	5,00	0,00
8	3	15	5,00	0,00
9	3	13	4,33	0,33
10	3	15	5,00	0,00
11	3	14	4,67	0,33
12	3	14	4,67	0,33
13	3	14	4,67	0,33
14	3	13	4,33	0,33
15	3	12	4,00	1,00
16	3	14	4,67	0,33
17	3	14	4,67	0,33
18	3	13	4,33	0,33
19	3	13	4,33	0,33
20	3	13	4,33	0,33

Continuación apéndice 14.

21	3	12	4,00	1,00
22	3	13	4,33	0,33
23	3	15	5,00	0,00
24	3	14	4,67	0,33
25	3	13	4,33	1,33
26	3	14	4,67	0,33
27	3	14	4,67	0,33
28	3	15	5,00	0,00
29	3	13	4,33	0,33
30	3	13	4,33	0,33
31	3	15	5,00	0,00
32	3	14	4,67	0,33
33	3	14	4,67	0,33
34	3	15	5,00	0,00
35	3	15	5,00	0,00
36	3	15	5,00	0,00
37	3	15	5,00	0,00
38	3	14	4,67	0,33
39	3	13	4,33	1,33
40	3	13	4,33	0,33
Resumen	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Chocolate	40	189	4,73	0,45
Fresa	40	187	4,68	0,47
Natural	40	177	4,43	0,68

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 15. **Resumen del análisis de varianza para la característica organoléptica de olor**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados
Panelistas	10,59	39,00	0,27
Muestras	26,00	80,00	0,33
Total	36,59	119,00	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 16. **Prueba de Fisher para la característica organoléptica de olor**

Origen de las variaciones	F calculada	Probabilidad	F crítico ($p \leq 0,05$)
Panelistas	0,84	0,73	1,55
Muestras			
Total			

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 17. **Análisis de varianza para la característica organoléptica de sabor**

Sabor				
Evaluación	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
1	3	15	5.00	0.00
2	3	15	5.00	0.00
3	3	14	4.67	0.33
4	3	14	4.67	0.33
5	3	15	5.00	0.00
6	3	14	4.67	0.33
7	3	14	4.67	0.33
8	3	15	5.00	0.00
9	3	15	5.00	0.00
10	3	15	5.00	0.00
11	3	14	4.67	0.33
12	3	13	4.33	0.33
13	3	14	4.67	0.33
14	3	14	4.67	0.33
15	3	14	4.67	0.33
16	3	15	5.00	0.00
17	3	14	4.67	0.33
18	3	13	4.33	0.33
19	3	13	4.33	0.33
20	3	15	5.00	0.00
21	3	12	4.00	3.00
22	3	15	5.00	0.00
23	3	14	4.67	0.33
24	3	15	5.00	0.00
25	3	12	4.00	3.00
26	3	14	4.67	0.33
27	3	15	5.00	0.00
28	3	14	4.67	0.33
29	3	15	5.00	0.00
30	3	15	5.00	0.00

Continuación apéndice 17.

31	3	14	4,67	0,33
32	3	15	5,00	0,00
33	3	14	4,67	0,33
34	3	15	5,00	0,00
35	3	15	5,00	0,00
36	3	15	5,00	0,00
37	3	14	4,67	0,33
38	3	15	5,00	0,00
39	3	14	4,67	0,33
40	3	14	4,67	0,33
Resumen	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Chocolate	40	193	4,83	0,38
Fresa	40	193	4,83	0,38
Natural	40	185	4,63	0,74

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 18. **Resumen del análisis de varianza para la característica organoléptica de sabor**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados
Panelistas	8,66	39,00	0,22
Muestras	25,33	80,00	0,32
Total	33,99	119,00	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 19. **Prueba de Fisher para la característica organoléptica de sabor**

Origen de las variaciones	F calculada	Probabilidad	F critico (p≤0,05)
Panelistas	0,70	0,89	1,55
Muestras			
Total			

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 20. **Aceptabilidad de la característica organoléptica de color**

Escala hedónica facial mixta	Valor	Chocolate (%)	Fresa (%)	Natural (%)
Me encantó	5	67,50	67,50	45,0
Me gusto	4	32,50	30,00	52,5
Indiferente	3	0,00	2,50	0,0
No me gustó	2	0,00	0,00	2,5
Odie	1	0,00	0,00	0,0

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 21. **Aceptabilidad de la característica organoléptica de olor**

Escala hedónica facial mixta	Valor	Chocolate (%)	Fresa (%)	Natural (%)
Me encantó	5	72,50	67,50	52,50
Me gusto	4	27,50	32,50	37,50
Indiferente	3	0,00	0,00	10,00
No me gustó	2	0,00	0,00	0,00
Odie	1	0,00	0,00	0,00

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 22. **Aceptabilidad de la característica organoléptica de sabor**

Escala hedónica facial mixta	Valor	Chocolate (%)	Fresa (%)	Natural (%)
Me encantó	5	82,50	85,00	72,5
Me gusto	4	17,50	15,00	22,5
Indiferente	3	0,00	0,00	0,00
No me gustó	2	0,00	0,00	5,00
Odie	1	0,00	0,00	0,00

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 23. **Aceptabilidad de la característica organoléptica de color entre el rango “Me encantó” y “Me gustó”**

Escala hedónica facial mixta	Chocolate (%)	Fresa (%)	Natural (%)
Me encantó	67,50	67,50	45,00
Me gusto	32,50	30,00	52,50
Total	100,00	97,50	97,50

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 24. **Aceptabilidad de la característica organoléptica de olor entre el rango “Me encantó” y “Me gustó”**

Escala hedónica facial mixta	Chocolate (%)	Fresa (%)	Natural (%)
Me encantó	72,50	67,50	52,50
Me gusto	27,50	32,50	37,50
Total	100,00	100,00	90,00

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 25. **Aceptabilidad de la característica organoléptica de sabor entre el rango “Me encantó” y “Me gustó”**

Escala hedónica facial mixta	Chocolate (%)	Fresa (%)	Natural (%)
Me encantó	82,50	85,00	72,5
Me gusto	17,50	15,00	22,5
Total	100,00	100,00	95,00

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 26. **Evaluación de prueba hedónica facial mixta de 5 puntos**

Debido a que la prueba fue desarrollada por niños, la prueba hedónica que se realizó fue facial mixta, con una puntuación de 5 puntos, donde se evaluaron las características organolépticas de color, olor y sabor, para tres diferentes sabores siendo chocolate, fresa y natural.

Continuación apéndice 26.

Puntaje	Opción por evaluar
5	Me encantó
4	Me gustó
3	Indiferente
2	No me gustó
1	Odié

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 27. Prueba hedónica para la bebida sabor chocolate

Nombre: _____ Edad: _____ Fecha: _____

Chocolate

1. Señala la carita que más representa lo que te pareció el color



Odié



No me gustó



Indiferente



Me gustó



Me encantó

2. Señala la carita que más representa lo que te pareció el olor



Odié



No me gustó



Indiferente



Me gustó



Me encantó

3. Señala la carita que más representa lo que te pareció el sabor



Odié



No me gustó



Indiferente



Me gustó



Me encantó

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 28. **Prueba hedónica para la bebida sabor fresa**

Nombre: _____ Edad: _____ Fecha: _____

Fresa

1. Señala la carita que más representa lo que te pareció el color



Odié



No me gustó



Indiferente



Me gustó



Me encantó

2. Señala la carita que más representa lo que te pareció el olor



Odié



No me gustó



Indiferente



Me gustó



Me encantó

3. Señala la carita que más representa lo que te pareció el sabor



Odié



No me gustó



Indiferente



Me gustó



Me encantó

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 29. **Prueba hedónica para la bebida sabor natural**

Nombre: _____ Edad: _____ Fecha: _____

Natural

1. Señala la carita que más representa lo que te pareció el color



Odié



No me gustó



Indiferente



Me gustó



Me encantó

2. Señala la carita que más representa lo que te pareció el olor



Odié



No me gustó



Indiferente



Me gustó



Me encantó

3. Señala la carita que más representa lo que te pareció el sabor



Odié



No me gustó



Indiferente



Me gustó



Me encantó

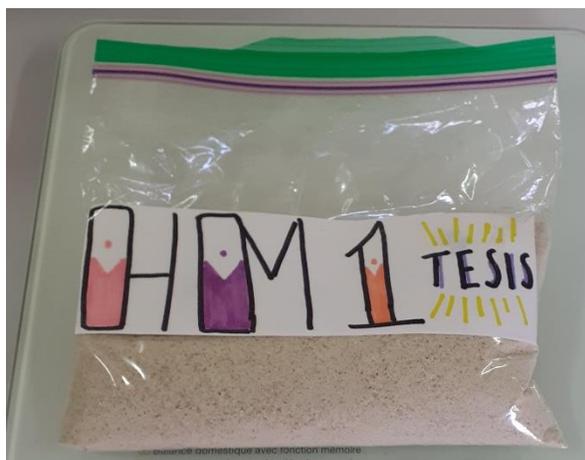
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 30. **Costo directo de la bebida de chocolate**

Ingrediente	Cantidad inicial (g)	Costo (Q)	Cantidad de formulación (g)	Costo (Q)
Harina mezcla 2	400,00	20,00	100,00	5,00
Cocoa	400,00	15,00	100,00	3,75
Azúcar	400,00	5,00	100,00	1,25
Canela	5,00	1,00	2,00	0,40
Sal	400,00	4,00	2,00	0,02
Leche	300,00	8,00	300,00	8,00
Total				18,42

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 31. **Harina de malanga**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 32. **Harina de haba**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 33. **Harina de arroz**



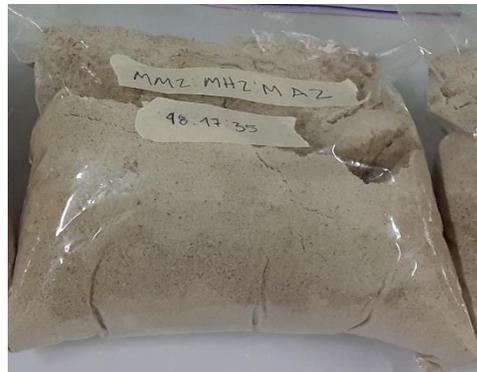
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 34. **Mezcla de harina 1 (34:13:53)**



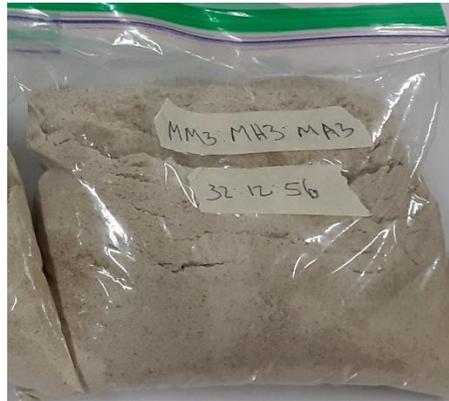
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 35. **Mezcla de harina 2 (48:17:35)**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 36. **Mezcla de harina 3 (32:12:56)**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 37. **Determinación del extracto etéreo**

La primera imagen muestra el equipo que fue utilizado para llevar a cabo el ensayo, la segunda imagen muestra ya el extracto etéreo obtenido para cada mezcla.



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 38. Fibra cruda

La primera imagen indica como se pesa la harina en su bolsa respectiva, la segunda imagen muestra cómo se agrupan para someterse a la prueba y la tercera imagen hace ver al equipo en donde se lleva a cabo la prueba.



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 39. Material seca parcial



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 40. Determinación de cenizas



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 41. **Determinación de proteínas**

En la primera imagen se muestra como las harinas se prepara antes de ser sometido al equipo Kjeldahl, la segunda imagen muestra ya el equipo funcionando para la determinación de las proteínas.



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 42. Prueba de aceptabilidad

En la primer fila de imágenes se visualiza las distintas muestras de bebidas con su respectiva prueba hedónica para poder ser evaluada, en la segunda fila de imágenes se visualiza como los niños participan en la prueba y en la tercer imagen se muestra el grupo junto a mi.



Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Informe análisis química proximal



FORMULARIO BROMATO 7
INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

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



BROMATOLOGÍA
FACULTAD DE ALIMENTOS, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Edificio M6, 2º Nivel, Ciudad Universitaria zona 12
Ciudad de Guatemala
Teléfono: 24188307 Teléfono: 24188300 ext. 84119
E-mail: bromatologia@usac.edu.gt

CIUDAD, GUATEMALA, No. 348
DEL 02 AL 12-09-2012.

Solicitado por: **LUIS FRANCISCO RODRIGUEZ.** Dirección: **CIUDAD, GUATEMALA.** No. **348**

Fecha de recibido de muestra: **09-09-2012.** Fecha de realización: **DEL 02 AL 12-09-2012.**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BROMATOLOGÍA
FACULTAD DE ALIMENTOS
ANÁLISIS PARA ALIMENTOS

Dr. L. Hans A. Moya R.
Laboratorista

Dr. E. Miguel Ángel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología

Reg.	Descripción de la muestra	T.M.C. BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEÍNA %	Conizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	Dig. En KOH %	A.G.L. %	TND %	E.D. kcal/Kg
466	HARINA HARINA 13%, MALANGA 34%, COMO ALIMENTO MHI: MHI: MHI		9.47	80.53	2.08	1.65	14.13	1.09	81.08									
	SECA																	
	COMO ALIMENTO																	
	SECA																	
	COMO ALIMENTO																	
	SECA																	
	COMO ALIMENTO																	
	SECA																	
	COMO ALIMENTO																	

OBSERVACIONES:
Datos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohibe la publicación parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.

TOTAL DE MUESTRAS REPORTADAS EN ESTA HOJA: 3

Fuente: Laboratorio de Análisis de Alimentos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Anexo 2.

Informe análisis química proximal



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

FORMULARIO BROMATO 7
INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS



Edificio M6, 2º Nivel, Ciudad Universitaria zona 12
Ciudad de Guatemala
Teléfono: 24188307 Teléfono: 24188300 ext. 84119
E-mail: bromatol02000@yahoo.es

Solicitado por: **LUIS FRANCISCO RODRIGUEZ,** Dirección: **CIUDAD, GUATEMALA,** No. **349**
Fecha de recibida la muestra: **09-09-2019,** Fecha de realización: **DEL 02 AL 12-09-2019.**

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	Dig. En OH %	A.G.L. %	TND %	E.D. kcal/Kg
467	HARINA HABA 17% MALANGA 48% ASNOZ 35% MPE: ANTIPAZ	SECA	9.81	90.19	2.51	1.36	14.65	3.04	76.44									
		COMO ALIMENTO			2.26	1.23	13.22	2.74										
		SECA																
		COMO ALIMENTO																
		SECA																
		COMO ALIMENTO																
		SECA																
		COMO ALIMENTO																

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

T. L. José A. Morales S.
Laboratorista



Dic. Miguel Ángel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología



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

FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS



Edificio M6, 2° Nivel, Ciudad Universitaria zona 12
Ciudad de Guatemala
Teléfono: 24188307 Teléfono: 24188300 ext. 64119
E-mail: bromatolo2000@usacoa.es

Solicitado por: **LUIS FRANCISCO RODRIGUEZ** Dirección: **CIUDAD GUATEMALA** No. **350**
Fecha de recibida la muestra: **09-09-2019** Fecha de realización: **DEL 02 AL 12-09-2019**

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PKO2EINA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	Dig. En KOH %	A.G.L. %	TND %	E.D. kcal/Kg
468	HARINA PARA SECA		10.84	89.06	2.70	1.11	13.38	2.02	80.79									
	MALANGA 32% COMO ALIMENTO				2.40	0.99	11.92	1.80										
	SECA																	
	COMO ALIMENTO																	
	SECA																	
	COMO ALIMENTO																	
	SECA																	
	COMO ALIMENTO																	
	SECA																	
	COMO ALIMENTO																	

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

TOTAL DE MUESTRAS REPORTADAS EN ESTA HOJA: 1

T. L. José A. Morales S.
Laboratorista

Lic. Miguel Ángel Rodénas
Jefe Laboratorio de Bromatología



Anexo 4. Informe análisis química proximal

MATERIALES EN LOS QUE SE REALIZARON LOS ANÁLISIS ACREDITADOS:

1. Henos, rastrojos y cascarillas
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

PRUEBA	MÉTODO DE REFERENCIA	APLICABLE	UNIDADES	RANGO	INCERTIDUMBRE
Materia Seca	AOAC: 910.15	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 Tecator: Manual del 1010/1021 Fiberlec System I Heraeus 130	1,2,3,4,5,6,9	%	1 a 300	
Fibra Cruda	Tecator: Manual del 1010/1021 Fiberlec System I AOAC: 962.09 Bateman	1,2,3,4,5,6,7,8	%	1 a 60	
Fibra Acida Detergente	Tecator: Manual del 1010/1021 Fiberlec System I	1,2,3,4	%	0 a 60	
Fibra Neutra Detergente	Tecator: Manual del 1010/1021 Fiberlec System I	1,2,3,4	%	0 a 90	
Extracto Etéreo	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: 10.200	1,2,3,4,5,6	%	0 a 100	

Fuente: Laboratorio de Análisis de Alimentos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Anexo 5. Análisis microbiológico



DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGÍA
TEL. PBX 2-4188000, ext. 84185

INFORME RESULTADOS DE LABORATORIO

Remitente: Luis Francisco Rodríguez Kvische	Protocolo No.: B.184/19 Fecha de Recepción: Septiembre 12, 2019	
Muestra: Harina Propietario: Sr. (a) Luis Francisco Rodríguez Kvische	Análisis Solicitado: NMP de <i>E. coli</i> y coliformes Aislamiento de <i>Salmonella</i> , sp	
Resultado: 1. MM1: MH1 MA1 34:13:53 Ausencia de <i>E.coli</i> Ausencia de <i>Salmonella</i> , sp 2. MM2: MH2 MA2 48:17:35 Ausencia de <i>E.coli</i> Ausencia de <i>Salmonella</i> , sp 3. MM3: MH3 MA3 32:12:52 Ausencia de <i>E.coli</i> Ausencia de <i>Salmonella</i> , sp		
ÚLTIMA LÍNEA		
Fecha de Entrega Septiembre 23, 2019	Sección: Bacteriología	Firma y Sello Responsable:

Dra. Jacqueline Escobar Munda
Coordinadora
Departamento de Microbiología



Edificio M-6 Ciudad Universitaria, zona 12. Guatemala, Centroamérica. 01012 PBX: 2418-8300 Tel. Directo 2418-8304 Fax. 2418-8320

Scanned with
CamScanner

Fuente: Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.