



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

**EVALUACIÓN NUTRICIONAL Y FORMULACIÓN DE UNA BEBIDA
TIPO ATOL, A PARTIR DE UNA HARINA COMPUESTA DE PLÁTANO
VERDE, SOYA Y CHÍA EN NIVEL DE LABORATORIO**

Silvia Jovita Polanco Nájera

Asesorada por la Inga. Mercedes Esther Roquel Chávez

Guatemala, agosto de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN NUTRICIONAL Y FORMULACIÓN DE UNA BEBIDA TIPO ATOL, A
PARTIR DE UNA HARINA COMPUESTA DE PLÁTANO VERDE, SOYA Y CHÍA
EN NIVEL DE LABORATORIO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

SILVIA JOVITA POLANCO NÁJERA
ASESORADA POR LA INGA. MERCEDES ESTHER ROQUEL CHÁVEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, AGOSTO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Otto Raúl de León de Paz
EXAMINADOR	Ing. Mario José Mérida Meré
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 NUTRICIONAL Y FORMULACIÓN DE UNA BEBIDA TIPO ATOL, A PARTIR DE UNA HARINA COMPUESTA DE PLÁTANO VERDE, SOYA Y CHÍA EN NIVEL DE LABORATORIO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Química, con fecha 22 de septiembre 2016.



Silvia Jovita Polanco Nájera



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

Guatemala, 15 de enero de 2018

Ingeniero
Carlos Salvador Wong Davi
Director
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
USAC

Estimado Ingeniero

Por este medio le envié mi dictamen de aprobación del informe final del trabajo de graduación titulado EVALUACIÓN NUTRICIONAL Y FORMULACIÓN DE UNA BEBIDA TIPO ATOL, A PARTIR DE UNA HARINA COMPUESTA DE PLÁTANO VERDE, SOYA Y CHÍA EN NIVEL DE LABORATORIO, de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Química, elaborado por Silvia Jovita Polanco Nájera quien se identifica con DPI 1811076432101 y número de carné 200011113

Atentamente;

Ingeniera Mercedes Esther Roquel Chávez
Número de Colegiado 1451
Asesora del Tema
Escuela de Ingeniería Química





Guatemala, 05 de marzo de 2018.
Ref. EIQ.TG-IF.012.2018.

Ingeniero
Carlos Salvador Wong Davi
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Wong:

Como consta en el registro de evaluación del informe final EIQ-PRO-REG-007 correlativo **052-2016** le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

**INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADUACIÓN
-Modalidad Cierre de Pensum-**

Solicitado por la estudiante universitaria: **Silvia Jovita Polanco Nájera**.
Identificada con número de carné: **1811 07643 2101** .
Identificada con registro académico: **2000-11113**.
Previo a optar al título de **INGENIERA QUÍMICA**.

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

EVALUACIÓN NUTRICIONAL Y FORMULACIÓN DE UNA BEBIDA TIPO ATOL, A PARTIR DE UNA HARINA COMPUESTA DE PLÁTANO VERDE, SOYA Y CHÍA EN NIVEL DE LABORATORIO

El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por la Ingeniera Química: **Mercedes Esther Roquel Chávez**.

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

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Inga. Hilda Piedad Palma Ramos de Martínez
COORDINADORA DE TERNA
Tribunal de Revisión
Trabajo de Graduación



C.c.: archivo



Ref.EIQ.TG.022.2018

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Trabajo de Graduación de la estudiante, **SILVIA JOVITA POLANCO NÁJERA** titulado: **"EVALUACIÓN NUTRICIONAL Y FORMULACIÓN DE UNA BEBIDA TIPO ATOL, A PARTIR DE UNA HARINA COMPUESTA DE PLÁTANO VERDE, SOYA Y CHÍA EN NIVEL DE LABORATORIO"**.
Procede a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Carlos Salvador Wong Davi
Director
Escuela de Ingeniería Química

Guatemala, agosto de 2018
FACULTAD DE INGENIERIA USAC
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA
DIRECTOR

Cc: Archivo
CSWD/ale



Universidad de San Carlos
De Guatemala

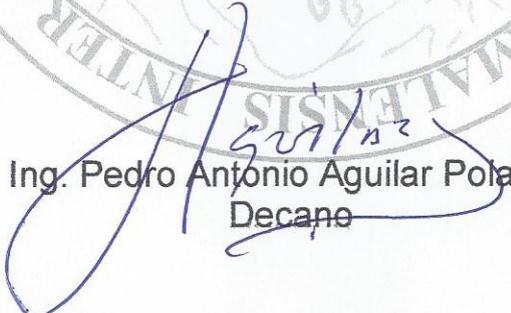


Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.290.2018

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de graduación titulado: **EVALUACIÓN NUTRICIONAL Y FORMULACIÓN DE UNA BEBIDA TIPO ATOL, A PARTIR DE UNA HARINA COMPUESTA DE PLÁTANO VERDE, SOYA Y CHÍA EN NIVEL DE LABORATORIO**, presentado por la estudiante universitaria: **Silvia Jovita Polanco Nájera**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, agosto de 2018

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por su infinita misericordia, su protección y su constante apoyo.
Mis padres	Gustavo Adolfo Polanco Lima. Gloria Edelmira Nájera Lemus. Por su amor incondicional, por estar a mi lado en las buenas y en las malas.
Mi novio	Su amor será siempre mi inspiración.
Mis hermanos	Edwin Gustavo, Edgar Adolfo y Williams. Por ser una importante influencia en mi vida. Por brindarme apoyo incondicional.
Mis hermanas	Elda y Sindy, por ser las mejores hermanas que pude haber tenido.
Mis sobrinos	Nadia, Emilio y Marco. Por el cariño y por el aprecio que siempre me brindan.
Mis amigas	Rosa Lemus y Manuela Mérida, por su apoyo constante y su amistad sincera.
Asesora	Esther Roquel, por su guía, por el tiempo y esfuerzo dedicado en la revisión de esta tesis.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por el acceso a la educación superior y por las herramientas brindadas.
Facultad de Ingeniería	Por la buena formación profesional impartida durante todos los semestres.
Mis padres	Gustavo Adolfo Polanco Lima y Gloria Nájera. Por enseñarme a ser fuerte y a que no tengo que rendirme.
Mis hermanos	Edwin Gustavo, Edgar Adolfo y William. Por el apoyo que me proporcionaron durante toda la carrera.
Mis hermanas	Elda y Sindy, por estar a mi lado y apoyarme en los momentos difíciles.
Asesora	Esther Roquel, por su guía, por el tiempo y esfuerzo dedicado en la revisión de esta tesis, por incentivar me y por todas las sugerencias para mejorar este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XIII
GLOSARIO.....	XV
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. MARCO CONCEPTUAL.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Justificación.....	4
1.3. Determinación del problema.....	7
1.3.1. Definición.....	7
1.3.2. Delimitación.....	7
1.3.3. Alcances.....	8
1.4. Hipótesis.....	8
1.4.1. Hipótesis científica.....	8
2. MARCO TEÓRICO.....	11
2.1. Morfología y taxonomía del plátano.....	11
2.1.1. Familia.....	11
2.1.2. Especie.....	11
2.1.3. Origen.....	11
2.1.4. Planta.....	11
2.1.5. Sistema radicular.....	12
2.1.6. Hojas.....	12

2.1.7.	Tallo	12
2.1.8.	Flores	12
2.1.9.	Fruto.....	12
2.1.10.	Propagación	14
2.1.11.	Requerimientos climáticos.....	14
2.1.12.	Suelos	14
2.1.13.	Recolección.....	14
2.1.14.	Proceso de madurez	14
2.1.15.	Particularidades del cultivo, importancia económica y distribución geográfica	15
2.1.15.1.	Comercialización	16
2.1.15.2.	Parámetros de calidad para su exportación.....	16
2.1.16.	Valor nutricional.....	17
2.1.17.	Beneficios para la salud.....	19
2.1.18.	Productos que pueden obtenerse a partir del plátano	20
2.1.19.	Producción interna del plátano	21
2.2.	Morfología y taxonomía de la soya.....	22
2.2.1.	Familia.....	22
2.2.2.	Especie	22
2.2.3.	Origen	22
2.2.4.	Planta	22
2.2.5.	Tallo	23
2.2.6.	Sistema radicular.....	23
2.2.7.	Hojas	23
2.2.8.	Flores	23
2.2.9.	Fruto.....	23
2.2.10.	Semillas.....	24
2.2.11.	Exigencias de clima	24

2.2.12.	Exigencias de suelo	25
2.2.13.	Siembra	25
2.2.14.	Control de malas hierbas	26
2.2.15.	Manejo de la cosecha y recolección.....	26
2.2.16.	Valor nutricional	26
2.2.17.	Pretratamiento de la soya	29
2.2.18.	Proceso térmico para aminoácidos disponibles	29
2.2.19.	Métodos para evaluar la calidad de la soya	31
2.3.	Morfología y taxonomía de la chía	33
2.3.1.	Familia	33
2.3.2.	Género.....	33
2.3.3.	Especie.....	34
2.3.4.	Hojas	34
2.3.5.	Planta	34
2.3.6.	Flores.....	34
2.3.7.	Fruto	34
2.3.8.	Cultivo.....	34
2.3.9.	Valor nutricional	35
2.3.10.	Beneficios de consumir chía	35
2.4.	Análisis de los alimentos.....	37
2.4.1.	Análisis físico-químicos.....	37
2.4.2.	Análisis microbiológico.....	38
2.4.3.	Análisis sensorial	38
2.4.4.	Evaluación sensorial de los alimentos.....	39
2.4.5.	Calidad sensorial de los alimentos	41
2.3.11.	Métodos de evaluación sensorial	42
2.5.	Análisis químico proximal de alimentos	43
2.5.1.	Preparación de la muestra	43
2.5.2.	Materia seca parcial (AOAC 934.01).....	44

2.5.3.	Materia seca total (AOAC 930.15)	44
2.5.4.	Humedad.....	44
2.5.5.	Cenizas o minerales totales (AOAC 942.05).....	45
2.5.6.	Extracto etéreo (AOAC 920.39)	46
2.5.7.	Fibra cruda (AOAC 962.09)	47
2.5.8.	Proteína cruda (AOAC 976.05).....	48
2.5.9.	Extracto libre de nitrógeno (Bateman: 10.200).....	49
2.5.10.	Índice de actividad ureásica AACC 22-90.....	49
2.5.11.	Inhibidores de tripsina AACC 22-40.....	49
2.6.	Descripción de los procesos que intervienen en la transformación de la materia prima en producto terminado	50
2.6.1.	Transporte	50
2.6.2.	Lavado	50
2.6.3.	Pelado	50
2.6.4.	Secado de alimentos	51
2.6.5.	Reducción de tamaño.....	51
2.6.6.	Corte	52
2.6.7.	Molienda.....	52
2.6.8.	Tamizado.....	52
2.6.9.	Almacenamiento y conservación	53
3.	METODOLOGÍA	55
3.1.	Definición operacional de las variables	55
3.2.	Delimitación de campo de estudio.....	56
3.3.	Recursos humanos disponibles.....	57
3.4.	Recursos materiales disponibles (equipo, cristalería, reactivos)	57
3.4.1.	Análisis químico proximal de la harina compuesta.....	57

3.4.2.	Cristalería y equipo utilizado para el análisis químico proximal.....	58
3.4.3.	Diseño del procedimiento de producción de la harina compuesta plátano verde, soya y chía	62
3.5.	Técnica cuantitativa	63
3.5.1.	Diseño general.....	63
3.5.2.	Preparación de la materia prima para elaborar la bebida tipo atol.....	65
3.5.3.	Análisis de las propiedades nutricionales, fisicoquímicas y microbiológicas de las harina	65
3.5.4.	Elaboración de la bebida tipo atol	66
3.5.5.	Evaluación hedónica	67
3.6.	Recolección y ordenamiento de la información	72
3.6.1.	Análisis microbiológico	72
3.6.2.	Análisis químico proximal de alimentos.....	72
3.6.3.	Análisis sensorial de alimentos	74
3.7.	Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información	76
3.7.1.	Determinación de humedad	76
3.7.2.	Determinación de materia seca parcial MSP	77
3.7.3.	Determinación de materia seca total MST	78
3.7.4.	Cálculo de humedad en función de MSP y MST	78
3.7.5.	Determinación de cenizas o minerales totales	79
3.7.6.	Determinación de proteína cruda PC	80
3.7.7.	Determinación del extracto etéreo	81
3.7.8.	Determinación de fibra cruda FC	82
3.7.9.	Determinación del Índice de actividad ureásica.....	84
3.7.10.	Inhibidores de tripsina	85
3.7.11.	Solubilidad en KOH	87

3.8.	Análisis estadístico.....	89
3.8.1.	Determinación de respuestas individuales N_{pm}	89
3.8.2.	Factor de corrección FC	90
3.8.3.	Suma de los cuadrados SC(T).....	90
3.8.4.	Suma de los cuadrados de los tratamientos SC(Tr)	90
3.8.5.	Suma de los cuadrados de los penalistas SC(P)	91
3.8.6.	Suma de cuadrados del error SC(E).....	91
3.8.7.	Total de grados de libertad gl(T).....	91
3.8.8.	Total de grados de libertad de los tratamientos gl(Tr).....	92
3.8.9.	Total de grados de libertad de los penalistas gl(P).....	92
3.8.10.	Total de grados de libertad de los errores gl(E)	92
3.8.11.	Promedio de los cuadrados de los tratamientos	93
3.8.12.	Promedio de los cuadrados de los penalistas CM(P).....	93
3.8.13.	Promedio de los cuadrados de los errores CM(E) ..	93
3.8.14.	Factor F calculado para los tratamientos F(T)	94
3.8.15.	Factor F calculado para los penalistas F(P).....	94
3.8.16.	Prueba de amplitud de Duncan	94
3.9.	Plan de análisis de los resultados	95
3.9.1.	Métodos y modelos de datos según tipo de variables	95
3.9.2.	Programas utilizados para análisis de datos.....	96
4.	RESULTADOS	97
5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	109

CONCLUSIONES	115
RECOMENDACIONES.....	117
BIBLIOGRAFÍA.....	119
APÉNDICES.....	125
ANEXOS	151

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Planta de plátano	13
2. Cambios químicos en la pulpa del plátano durante la maduración	15
3. Usos industriales del plátano según su etapa de maduración.	20
4. Canales de comercialización internos del plátano	21
5. Descripción de las principales partes de una planta de soya	24
6. Utilización del frijol de soya en la industria.	28
7. Planta de chía y sus semillas	36
8. Mecanismo de percepción sensorial	40
9. Diseño general del proceso.....	64
10. Diagrama de flujo de elaboración de harina de plátano.....	68
11. Diagrama de flujo de la elaboración de la harina de soya	69
12. Diagrama de flujo de elaboración de harina de chía.....	70
13. Diagrama de flujo de la bebida tipo atol formulada con harina compuesta de plátano verde, soya y chía	71
14. Comparación porcentual (n=30) de la aceptabilidad del atributo olor de las formulaciones de bebidas tipo atol de la harina compuesta de plátano verde, soya y chía	104
15. Comparación porcentual (n=30) de la aceptabilidad del atributo color de las formulaciones de bebidas tipo atol de la harina compuesta plátano verde, soya y chía	105
16. Comparación porcentual (n=30) de la aceptabilidad del atributo sabor de las formulaciones de bebidas tipo atol de la harina compuesta plátano verde, soya y chía	106

17. Comparación porcentual (n=30) de la aceptabilidad del atributo sabor de las formulaciones de bebidas tipo atol de la harina compuesta plátano verde, soya y chía107

TABLAS

I.	Composición química de la pulpa del plátano	18
II.	Valor nutricional de la soya por 10g de porción comestible	27
III.	Grado de procesamiento de la soya en función de la solubilidad en KOH	31
IV.	Grado de cocimiento de soya en función del IAU	32
V.	Grado de cocimiento en función del TIU	33
VI.	Valor nutricional de semillas de chía.....	36
VII.	Clasificación de variables del proceso	55
VIII.	Equipos utilizados en el análisis químico proximal.....	61
IX.	Reactivos por utilizarse en el químico proximal, según el análisis correspondiente.....	62
X.	Recolección de datos de análisis microbiológicos	72
XI.	Recolección de datos del análisis químico proximal	73
XII.	Recolección de datos de parámetros de procesamiento de la soya.....	73
XIII.	Recolección de datos de evaluación sensorial, con escala hedónica de nueve puntos	75
XIV.	Análisis químico proximal de harina de plátano verde	97
XV.	Análisis químico proximal de harina de soya	98
XVI.	Análisis químico proximal de harina de chía	98
XVII.	Análisis químico proximal mezclas vegetales	99
XVIII.	Análisis de calidad de harina de soya.....	99
XIX.	Análisis microbiológicos, mezcla de harinas	100

XX.	Evaluación sensorial del atributo olor según escala hedónica de 9 puntos	100
XXI.	Evaluación sensorial del atributo color según escala hedónica de 9 puntos	101
XXII.	Evaluación sensorial del atributo sabor según escala hedónica de 9 puntos	101
XXIII.	Evaluación sensorial del atributo textura según escala hedónica de 9 puntos	101
XXIV.	Análisis de varianza de la evaluación de atributos olor, color, sabor y textura de bebida tipo atol según escala hedónica de 9 puntos.....	102
XXV.	Prueba de amplitud múltiple de Duncan para los atributos color, sabor y textura	103

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
°C	Grado Celsius
g	Gramo
Kcal	Kilocaloría
KJ	Kilojulios
lb	Libra
m	Metro
mg	Milígramo
ml	Mililitro
mm	Milímetro
M	Muestra
n	Número de datos por variable
N	Número de corridas
ppm	Partes por millón
P	Penalista
pH	Potencial de hidrógeno
Σ	Sumatoria
TM	Tonelada métrica
TUI	Unidades de inhibidores de tripsina
X, Y, Z	Valor de datos variables
%	Valor porcentual

GLOSARIO

Aceptabilidad	Conjunto de características o condiciones que hacen que una cosa sea aceptable
Análisis sensorial	Análisis de los alimentos realizado con los sentidos.
Atol	Bebida hecha con diversas harinas disuelta en agua o leche, de moderada viscosidad, se sirve caliente.
Consumidor	Persona que consume o compra productos.
Escala hedónica	Se usa para estudiar en laboratorio el nivel de aceptación o rechazo de un alimento.
Harina	Polvo procedente de la molienda de cereales, semillas, tubérculos, frutas, legumbres y otras materias sólidas.
IAU	Índice de actividad ureásica
IT	Inhibidores de tripsina
Mezcla	Producto resultante de la combinación de dos o más componentes que no tienen interacciones químicas.

RESUMEN

En este estudio se realizó una evaluación nutricional y formulación de una bebida tipo atol a partir de una harina compuesta formada con harina de plátano verde enriquecida con harina de soya y harina de chía, en distintas proporciones de mezcla (60:25:15, 70:20:10 y 80:15:5) a nivel de laboratorio. Se inició con el proceso de secado del plátano verde, soya y chía en un secador de bandejas a una temperatura de 70 °C hasta alcanzar una humedad mínima del 10 %. Posteriormente, los tres productos deshidratados se molieron, tamizaron, homogenizaron y empacaron en bolsas herméticas.

Se procedió a realizar la evaluación del contenido nutricional de las harinas individualmente (plátano verde, soya y chía) y de las mezclas vegetales en las distintas proporciones (60:25:15, 70:20:10 y 80:15:5) por medio de un análisis químico proximal de alimentos. Los parámetros evaluados fueron la materia seca total, extracto etéreo, fibra cruda, proteína, cenizas y extracto libre de nitrógeno. Con los resultados obtenidos en el químico proximal se puede determinar que la hipótesis alternativa es aceptada, debido a que existen diferencias significativas entre las cantidades de nutrientes de la harina de plátano verde y las mezclas vegetales de harina de plátano verde, soya y chía.

Para garantizar que durante todas las etapas del proceso de producción se cumplieron con normas sanitarias de manipulación de alimentos y que las harinas obtenidas son inocuas se realizaron análisis microbiológicos de tipo bacteriológicos y micológicos. En los análisis bacteriológicos se determinó que la mezcla vegetal de harina de plátano verde, soya y chía tiene ausencia de *Escherichia coli*, bacterias coliformes, *Salmonella sp.* y 0 UFC/g en recuento

bacteriano total. Mientras que el análisis micológico establece que la mezcla vegetal tiene 0 UFC/g de mohos y levaduras.

Con las harinas obtenidas en las distintas proporciones de mezcla de harina de plátano verde, soya y chíá (60:25:15, 70:20:10 y 80:15:5) se procedió a formular una bebida tipo atol, la cual se evaluó por medio de una prueba de aceptabilidad de escala hedónica de nueve puntos por un panel de 30 consumidores. La prueba consistió en degustar las tres muestras de bebida tipo atol y calificar cada una con la escala hedónica de nueve puntos que va desde “me gusta muchísimo” hasta “me disgusta muchísimo”.

Con los resultados obtenidos en la evaluación de las características organolépticas de la bebida tipo atol se determina que la mezcla vegetal más aceptada por los consumidores fue la de proporción 80:15:5, dado que fue la muestra mejor calificada en los atributos evaluados olor, color, sabor y textura.

OBJETIVOS

General

Conseguir la evaluación nutricional y formulación de una bebida tipo atol a partir de una harina de plátano verde enriquecida con harinas de soya y chía en distintas proporciones (60:25:15, 70:20:10 y 80:15:5), a nivel de laboratorio.

Específicos

1. Evaluar el valor nutricional de la harina compuesta de plátano verde, soya y chía en distintas proporciones de mezcla (60:25:15, 70:20:10 y 80:15:5); por medio de un análisis químico proximal.
2. Desarrollar una formulación para una bebida tipo atol con la harina compuesta de plátano verde, soya y chía en distintas proporciones de mezcla (60:25:15, 70:20:10 y 80:15:5).
3. Realizar una evaluación organoléptica de la bebida tipo atol elaborada con la harina compuesta plátano verde, soya y chía, con base en una escala hedónica de nueve puntos.
4. Determinar el grado de aceptación del sabor, olor, color y textura de la bebida tipo atol elaborada con la harina compuesta de plátano verde, soya y chía por un grupo de 30 consumidores.

INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento de los alimentos de origen vegetal resulta ser más económico y accesible que los alimentos de origen animal. Los alimentos vegetales, además de tener un alto valor nutritivo, poseen bajo costo. En este trabajo se utiliza el plátano verde, soya y chía, por sus ventajas nutritivas y por la aceptación que estos productos tienen por los consumidores, no solo por su composición química y su contenido en vitaminas y minerales, sino también, por su sabor agradable.

El plátano representa una fruta muy aceptada dentro de la sociedad guatemalteca y es de frecuente consumo en la dieta alimenticia. El plátano, la soya y la chía fueron seleccionados no solo por su alto valor nutritivo, sino porque además son productos cultivados en el país, cuya base económica descansa en la agricultura y la industrialización de materia prima proveniente del sector agrícola contribuye con el desarrollo económico del país.

La elaboración de una harina compuesta de plátano verde, soya y chía, surge de la necesidad de desarrollar nuevas opciones de alimentos de alto valor nutricional para el consumo humano, que contribuyan a disminuir los niveles de desnutrición del país. También se busca generar nuevas posibilidades de industrialización de estos productos agrícolas para que así contribuyan con la reducción de la cantidad considerada por los agricultores como pérdida post-cosecha en la industria del plátano al no cumplir con las características requeridas para su exportación.

Al diversificar el uso de este fruto ampliando sus aplicaciones en el área de alimentos se generan nuevas posibilidades para su industrialización y una de estas posibilidades es precisamente la harina de plátano verde.

La harina de plátano verde debe ser considerada por sus propiedades nutricionales como: carbohidratos, proteínas, carece de gluten, es rica en vitaminas, minerales, fibra. Además, contiene almidón resistente, llamado así porque es resistente a las enzimas digestivas del hombre, no es absorbido por el intestino delgado, por lo que se le considera como la de la fibra dietética.

La soya es la fuente más abundante y valiosa de proteínas vegetales, cuenta con un adecuado contenido de aminoácidos esenciales como: lisina, cisteína, metionina, treonina, ácido linoléico y lecitina. La soya se utilizará como una proteína suplementaria para mejorar la harina de plátano verde.

La chía posee alto contenido de ácidos grasos esenciales como omega 3 y omega 6, es capaz de absorber 10 veces su peso en agua lo que permite mantener la hidratación.

La combinación del plátano verde, soya y chía proporciona una mezcla vegetal del alto valor nutricional el cual se establecerá por medio de un análisis químico proximal. Las mezclas obtenidas se emplearán para formular una bebida tipo atol que se someterá a una evaluación organoléptica por un panel de 30 consumidores y así determinar su nivel de aceptación.

1. MARCO CONCEPTUAL

1.1. Antecedentes

El término harinas compuestas fue introducido en 1964 por la FAO (Organización para la Agricultura y Alimentación), cuando se reconoció la necesidad de buscar alternativas alimentarias para los países que no producen trigo.

La FAO define como harinas compuestas a las mezclas elaboradas para producir alimentos a base de trigo, como pan, pastas, y galletas. Para preparar harinas compuestas pueden utilizarse otros tipos de cereales diferentes al trigo o diversos productos de origen vegetal y pueden o no contener una parte de harina de trigo. En un estudio realizado para el INCAP por Luiz G. Elías se describen dos clases de harinas compuestas.

La primera es una harina de trigo diluida, debido a que se sustituye un 40 % de la harina de trigo por otras harinas, opcionalmente puede adicionarse una proteína suplementaria. El procesamiento y el producto final obtenido es semejante a los productos preparados a base de una harina solo de trigo.

La segunda es una harina libre de trigo, y está hecha de harinas de tubérculos y una proteína suplementaria que, generalmente, es harina de soya, en la proporción de 4 a 1.

En 1975, el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) propuso extender el concepto de harinas compuestas para cubrir también otro tipo de harinas que no fueran necesariamente solo a base de cereales y tubérculos o usadas únicamente para la preparación de productos de panadería, como es el caso de las harinas compuestas desarrolladas para la preparación de alimentos de alto valor nutritivo a base de harinas de cereales, leguminosas, oleaginosas y otras.¹

Dentro del concepto de harinas compuestas propuesto por el INCAP se incluyó dos grupos adicionales:

- Adición de una proteína suplementaria a los cereales en general
- Harinas compuestas a base de cereales, oleaginosas u otras

En 1999 en la Universidad del Valle de Guatemala se realizó un estudio que se titula: *Desarrollo de una bebida hidratante y nutritiva para deportistas, a base de arroz, plátano y aislado de soya*. En dicha investigación se tenía como objetivo elaborar una bebida hidratante y energética con alto contenido en proteína. Se realizó la evaluación sensorial de dos bebidas formuladas con las mezclas con una escala hedónica de 5 puntos en donde predominó el “Me gusta” con un 66 % de aceptación para la primera y 62 % para la segunda.

En 2005 en la Universidad de San Carlos de Guatemala en la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia se realizó un estudio titulado: *Valor nutritivo de la harina de banano verde* por Luz del Carmen Santiago Roldán, en donde se evalúan las diferencias nutricionales entre la harina de banano verde y la harina de plátano verde.

¹ LUIZ G. Elías. *Concepto y tecnología para la elaboración y uso de harinas compuestas*. [en línea]. Disponible en Web <http://www.bvssan.incap.org.gt/bvs_incap/E/publica/notas/notatec6.pdf>. Consulta 11 de septiembre de 2015.

Se concluyó que la harina de banano verde tiene mayores valores de grasa, fibra cruda y cenizas, pero presenta menores valores en energía, carbohidratos y potasio.

En 2005 se publicó un informe por el sistema de información científica Redalyc de un trabajo realizado en Venezuela con una harina compuesta de plátano verde y trigo titulado: *Evaluación nutricional, física y sensorial de panes de trigo y plátano verde* estudio realizado por Emperatriz Pacheco-Delahaye y Giusepina Testa. La investigación concluye que la harina de trigo puede ser sustituida hasta por un 7 % por harina de plátano verde sin que afecte el olor, sabor, color y textura del pan al ser comparado con panes elaborados con 100 % de harina de trigo, la harina de plátano verde aporta más fibra dietética, almidón resistente y nutrientes importantes.

En 2008 en la Universidad Rafael Landívar se elaboró una tesis titulada: *Formulación y aceptabilidad de una bebida no carbonatada a base de avena y soya en niños de nivel primario de dos escuelas rurales de Guatemala* por Lourdes María Carranza Meneses, cuyo objetivo principal era elaborar una bebida no carbonatada a base de soya y avena, de sabor aceptable, con un balance adecuado de aminoácidos y de precio accesible, para niños de nivel primario de dos escuelas rurales de Guatemala. La bebida fue sometida a una evaluación sensorial en donde obtuvo una aceptabilidad del 65,5 %.

En 2014 en la Universidad Rafael Landívar se realizó un estudio de tesis titulado: *Desarrollo de una harina a base de semilla de amaranto (*Amaranthus cruentus*), chía (*Salvia hispánica*) y ayote (*Curcubita moschata*)* por Alejandra Carolina Flores Pérez, en donde se evaluó la aceptabilidad de dos formulaciones para una bebida tipo atol elaboradas con harina de amaranto, chía y ayote en diferentes proporciones de mezcla. La primera formulación

contenía 80 % amaranto, 10 % chía y 10 % de semilla de ayote. La segunda formulación 70 % de amaranto, 15 % de chía y 15 % de semilla de ayote. Al someterlas a una evaluación sensorial se determinó un 76,66 % de aceptabilidad para la primera formulación y un 23,33 % para la segunda.

En 2014 se desarrolló un estudio de tesis en la Universidad de San Carlos de Guatemala sobre la *Extracción y caracterización fisicoquímica del mucílago de la semilla de chan (salvia hispanica L.) para su aplicación como aditivo nutritivo y espesante en la elaboración de una bebida en polvo* por Génesis Andrea Nineth Guzmán Elizondo. En esta investigación se extrajo el mucílago de la semilla de chía por el método de maceración dinámica para la elaboración de una bebida y posterior análisis proximal donde se demuestra que el mucílago contiene propiedades nutritivas.

En 2016 en la Universidad de San Carlos de Guatemala se realizó el trabajo de graduación titulado *Evaluación del proceso de producción de harina de plátano (musa paradisiaca L.) para la preparación de un atol y su caracterización proximal y sensorial*. La investigación evaluó el proceso de producción de harina de plátano con y sin cáscara. Las harinas obtenidas fueron sometidas a un análisis proximal y, posteriormente, se formuló una bebida tipo atol que fue sometida a una evaluación sensorial con una prueba hedónica de 9 puntos en donde se obtuvo una preferencia del 95 % para la harina de plátano sin cáscara.

1.2. Justificación

Se considera que las enfermedades por deficiencia proteica se observan constantemente en los países con bajos ingresos económicos, entre los cuales están la mayor parte de los países latinoamericanos.

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.

Ante ello en este trabajo de graduación se pretende realizar el estudio de un nuevo producto elaborado con plátanos verdes, soya y chía, con un alto contenido de valor nutricional, en el caso del plátano un alto contenido de potasio y magnesio, mientras que la soya es fuente de proteínas, aminoácidos esenciales, ácido linoléico y lecitina. Además, la semilla de chía que es capaz de absorber 10 veces su peso en agua, lo que permite mantener la hidratación, al igual que la soya es una fuente de proteína, tiene dos veces la cantidad de potasio del plátano, un alto contenido en calcio y, lo más importante, es proveedora de ácidos grasos esenciales como el omega 3 y omega 6.

Para combatir los índices de desnutrición en Guatemala deben generarse alternativas alimenticias de alto valor nutricional como la harina compuesta de plátano verde, soya y chía. Esta harina puede ser utilizada como base para la elaboración de otro tipo de alimentos como: sopas, atoles, panqueques, proveedores de almidón y productos de la industria de panificación y repostería, los que por ser de origen vegetal resultan ser más económicos y accesibles para la población guatemalteca.

Las exigencias por el mercado internacional para la exportación del plátano son cada vez mayores, considerándose al producto que no llenó los requerimientos como de menor calidad, lo que contribuye a incrementar el

volumen de los rechazos y, a su vez, aumenta la cantidad de plátano que se destina para el mercado interno. Además de la limitante de que el plátano es un producto altamente perecedero, es importante desarrollar alternativas para aprovechar todos los rechazos y alargar su vida útil.

El plátano, después del arroz, el trigo y el maíz, es el cuarto cultivo de mayor importancia a nivel mundial. En Guatemala y otros países latinoamericanos, el plátano se consume en su mayoría maduro.

El racimo del plátano presenta una rápida maduración después de su corte, el almidón que contiene es hidrolizado a carbohidratos sencillos como glucosa y fructosa, esto ocasiona que grandes cantidades de esta fruta se pierdan durante su comercialización como consecuencia de su deficiente manejo poscosecha. Una solución a esta problemática sería considerar el uso de este fruto para la elaboración de harina.

La harina de plátano verde es proveedora de potasio y carbohidratos indigestibles, ya que se ha reportado que el fruto verde es una fuente importante de almidón resistente, el cual contribuye a reducir los niveles de glucosa en sangre, y consecuentemente la cantidad de colesterol. El almidón de plátano verde retrasa la digestión de los alimentos, ayudando a satisfacer el hambre.

Cuando el almidón alcanza el intestino es digerido por las bacterias de la flora bacteriana intestinal lo que permite que el intestino absorba más fácilmente el calcio, magnesio y zinc, minerales que aceleran el metabolismo del cuerpo.

Para mejorar la calidad de la harina de plátano se utilizará la soya como una proteína suplementaria tal y como se recomienda en el informe titulado

Concepto y tecnologías para la elaboración y usos de harinas compuestas elaborado por Luiz G. Elías del INCAP. Ahí se lee que, la soya es una valiosa fuente de proteínas vegetales de gran calidad y cuenta con un adecuado contenido de aminoácidos esenciales. Además, contiene ácido linoléico y lecitina.

Mientras que el aporte más importante de la chía es ser fuente de ácidos grasos esenciales principalmente el omega 3 y el omega 6. Asimismo, por su capacidad de retención de agua ayuda a mantener la hidratación.

1.3. Determinación del problema

Se busca realizar una bebida tipo atol con harinas de plátano verde, soya y chía y, determinar su aceptación por medio de un análisis sensorial. Además contribuir con la elaboración de nuevos productos a base de plátano para disminuir la cantidad de la pérdida post cosecha del plátano, por proceso de maduración.

1.3.1. Definición

La harina de plátano verde enriquecida con harinas de soya y chía es una alternativa alimenticia altamente nutritiva que contiene potasio, almidón resistente, proteínas, calcio, omega 3, omega 6 y otros nutrientes.

1.3.2. Delimitación

Se utilizará plátano verde (*Musa paradisiaca*) de segunda procedente de Tiquisate Escuintla, plátano que no cumplió con las exigencias de parámetros para su exportación y fue rechazado.

1.3.3. Alcances

Realizar un estudio y evaluación de la harina compuesta plátano verde, soya y chía tomando en consideración las variables que modifican la formulación del proceso para la obtención de la bebida tipo atol.

1.4. Hipótesis

La cantidad de nutrientes de una harina compuesta de plátano verde, soya y chía son mayores que los de una harina de plátano verde.

1.4.1. Hipótesis científica

La cantidad de nutrientes de la harina de plátano verde enriquecida con harinas de soya y chía está afectada por la proporción de mezcla (60:25:15, 70:20:10 y 80:15:5).

1.4.2. Hipótesis nula

(H₀): No existe diferencia significativa entre la cantidad de nutrientes de la harina de plátano verde y la harina compuesta plátano verde, soya y chía.

$$H_0: \mu_0 = \mu_i$$

1.4.3. Hipótesis alternativa

(H_a): Existen diferencias significativas entre la cantidad de nutrientes presentes en la harina de plátano verde y la harina compuesta plátano verde, soya y chía.

$$H_a: \mu_o \neq \mu_i$$

Donde:

- μ_o =cantidad de nutrientes determinados en el análisis químico proximal para la harina de plátano verde.
- μ_i =cantidad de nutrientes determinados en el análisis químico proximal para la harina de plátano verde, soya y chía.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Morfología y taxonomía del plátano

El plátano es un fruto que se consume en los países en vías de desarrollo por ser delicioso y nutritivo. A continuación se detallan los aspectos más importantes de su morfología y taxonomía.

2.1.1. Familia

Musáceas.

2.1.2. Especie

Musa paradisíaca.

2.1.3. Origen

Regiones tropicales húmedas del sudeste de Asia.

2.1.4. Planta

Herbácea perenne gigante, con un rizoma corto (tallo subterráneo) y un tallo aparente formado por la unión de las vainas foliares, es cónico de 3,5-7,5m de altura, terminando en una corona de hojas.

2.1.5. Sistema radicular

Las raíces son superficiales y se distribuyen en una capa de 30-40cm concentrándose la mayor parte de ellas a los 15-20cm.

2.1.6. Hojas

Grandes y dispuestas en forma de espiral de 2-4m de largo y 0,5m de ancho.

2.1.7. Tallo

Rizoma grande, almidonoso y subterráneo, coronado con yemas que se desarrollan una vez que la planta ha florecido y fructificado.

2.1.8. Flores

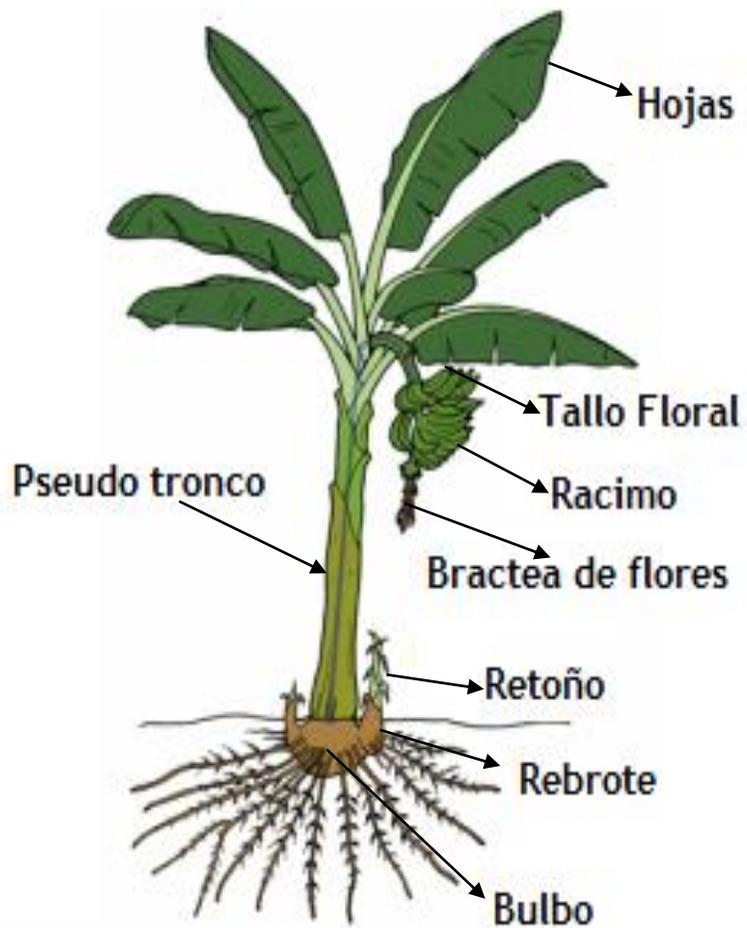
El conjunto de la inflorescencia constituye el “régimen” de la platanera. Cada grupo de flores reunidas en cada bráctea forma una reunión de frutos llamada “mano”, que dan origen a un racimo colgante de 1-2m de largo.

2.1.9. Fruto

Oblongo, durante el desarrollo se arquea. El péndulo se dobla según el peso del fruto y da la forma del racimo. El racimo puede contener de 5-20 manos por régimen cada una con 3-20 frutos, siendo de color amarillo verdoso, amarillo, amarillo rojizo o rojo.

En la siguiente figura se observa una planta de plátano, en donde puede verse cada una de las partes que se detallaron.

Figura 1. **Planta de plátano**



Fuente: *Morfología de planta del plátano*. [en línea]
<<http://www.promusa.org/Morfolog%C3%ADa+de+la+planta+del+platan+>>.
Consulta: 20 de septiembre de 2015

2.1.10. Propagación

La reproducción se realiza a través de la propagación vegetativa o asexual. Se hace por medio de vástagos (retoños, hijos o rebrotes) producidos por las yemas laterales del cormo de la planta adulta.

2.1.11. Requerimientos climáticos

Exige un clima cálido y una constante humedad en el aire. El rango de temperaturas aceptables para su buen desarrollo es de 21-30 °C, la temperatura óptima es de 27 °C.

2.1.12. Suelos

En cuanto a suelo no es muy exigente, prospera en terrenos arcillosos, calizos o silíceos siempre que sean fértiles, porosos, profundos, bien drenados, ricos en nutrientes y materias nitrogenadas. La planta tiene una gran tolerancia a la acidez del suelo, oscilando el pH entre 5.5-8.

2.1.13. Recolección

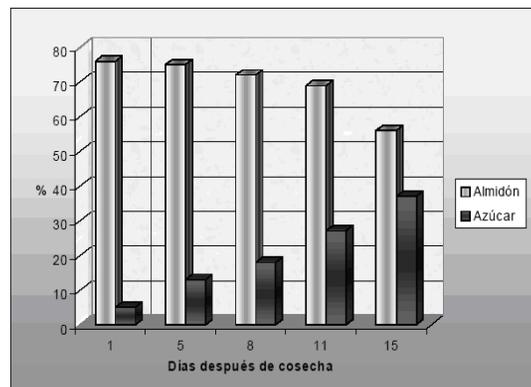
La duración de la plantación es de 6-15 años, dependiendo de las condiciones ambientales y de los cuidados del cultivo. Los frutos se pueden recolectar todo el año y son abundantes según la estación.

2.1.14. Proceso de madurez

La cáscara sufre cambios de color pasando de verde oscuro a verde claro, después a verde amarillento, amarillo y finalmente amarillo manchado.

Simultáneamente la pulpa se suaviza desde el centro hacia fuera y desde la punta hasta el pedúnculo porque los almidones se transforman en azúcares. Cuando maduran, la cáscara se adelgaza y sobre su superficie aparecen manchas oscuras cuyo tamaño se incrementa a medida que avanza la maduración hasta que toda la cáscara se oscurece, tornándose la pulpa a una consistencia semisólida. Al final la cáscara se pone negra y el fruto se pudre.

Figura 2. **Cambios químicos en la pulpa del plátano durante la maduración**



Fuente: ARCHILA, María Isabel. *Manejo pos cosecha, industrialización y usos de subproductos de plátano y banano.*

<<http://datateca.unad.edu.co/contenidos/303022/AVA-2014.2/303022. Entorno conocimiento 2014-2/Paq Tec Platano 1 .pdf>>

Consulta: 14 julio 2015.

2.1.15. Particularidades del cultivo, importancia económica y distribución geográfica

El plátano es el cuarto cultivo más importante del mundo. Además de ser considerado un producto básico y de exportación, puede producirse durante todo el año y obtenerse cosechas continuas. Constituye una importante fuente de empleo e ingresos en numerosos países en desarrollo, porque es un cultivo

al que puede dedicarse un agricultor en forma individual o una corporación dedicada a la exportación; pues no requiere de tecnología cara.

2.1.15.1. Comercialización

Para enviarlo al extranjero se envasa en cajas de cartón, con un peso aproximado de 12 kg o en platos de 15 kg (categoría extra). “Se clasifican en tres categorías: extra, primera y segunda, según la normativa europea para el plátano”. El transporte de la fruta se realiza en contenedores con sistema de refrigeración, a una temperatura aproximada de 14 °C.

En los mercados locales se clasifica como pequeño, mediano y grande; se distribuye en camiones de carrocería de madera de 20 000 - 30 000 lb de capacidad. El plátano es transportado a granel en racimos enteros y sin ningún cuidado para la fruta.

2.1.15.2. Parámetros de calidad para su exportación

Los plátanos de todas las categorías deben presentar las siguientes características, según la normativa CODEX STAN 205-1997.

- Verdes sin madurar.
- Enteros.
- Consistentes.
- Sanos, se excluirán los productos atacados por podredumbres alteraciones que los hagan impropios para el consumo.
- Limpios, exentos de materias extrañas visibles
- Exentos de daños producidos por parásitos.

- Con el pedúnculo intacto, sin pliegues ni ataques fúngicos y sin desecar.
- Desprovistos de restos florales.
- Exentos de deformaciones y sin curvaturas anormales de los dedos.
- Exentos de magulladuras.
- Exentos de daños causados por temperaturas bajas.
- Exentos de humedad exterior anormal.
- Exentos de olores o sabores extraños.

Además las manos y manojos deben:

- Soportar el transporte y manipulación.
- Llegar en estado satisfactorio al lugar de destino a fin de alcanzar un grado de madurez apropiado tras la maduración.

2.1.16. Valor nutricional

El plátano es una fruta muy sabrosa, energética, rica en fibra, es una importante fuente de vitaminas B y C, ácido fólico y minerales como el magnesio, calcio, hierro, fósforo y el potasio. Contiene tan solo 100 calorías, muy poco sodio y nada de colesterol.

Tiene la propiedad de ser muy saciante, por lo que quita rápidamente el apetito. El plátano maduro es un alimento muy digestivo pues favorece la secreción de jugos gástricos. En la siguiente tabla se muestra el valor nutricional del plátano fresco por 100 gramos de sustancia comestible.

Tabla I. **Composición química de la pulpa del plátano**

Agua		75,7
Proteínas		1,1
Lípidos		0,2
Carbohidratos	Total (g)	22,2
	Fibra (g)	0,6
Vitaminas	A (UI)	190
	B1 (mg)	0,05
	B2 (mg)	0,06
	B6 (mg)	0,32
	C (mg)	10
	Acido	0,6
	Ácido	0,2
Otros componentes orgánicos	Ácido málico	500
	Ácido cítrico	150
Sales minerales	Ácido	6,4
	Sodio (mg)	1
	Potasio (mg)	420
	Calcio (mg)	8
	Magnesio	31
	Manganeso	0,64
	Hierro (mg)	0,7
	Cobre (mg)	0,2
	Fósforo (mg)	28
	Azufre (mg)	12
	Cloro (mg)	125
Calorías	(kcal)	85

Fuente: INFOAGRO. *El cultivo del plátano*. [en línea]. Disponible en Web <http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/platano.htm>.

Consulta: 9 de septiembre de 2015.

2.1.17. Beneficios para la salud

Consumir plátanos con frecuencia aporta los siguientes beneficios al organismo.²

- Reduce los niveles de colesterol.
- Regula los problemas intestinales.
- Aporta energía al organismo rápidamente, por lo que es una fruta excelente para niños y deportistas, o para casos de agotamiento, fatiga crónica y fibromialgia.
- Regula el sistema nervioso y ayuda a aliviar problemas de ansiedad, irritabilidad, etcétera.
- Ayuda a tratar naturalmente la anemia.
- Disminuye la hipertensión arterial.
- Reduce el riesgo de sufrir infartos.
- Gracias a sus propiedades alcalinizantes funciona como un antiácido natural.
- Reduce las náuseas y vómitos matutinos.
- Un alimento ideal cuando se sufren úlceras.
- Ayuda a aliviar los dolores de la menstruación.
- Es una fruta imprescindible para las mujeres embarazadas, ya que reduce las náuseas, regula el intestino, aporta energía sin engordar y contiene ácido fólico.

² MEJOR CON SALUD. Increíbles propiedades del plátano para nuestra salud. [en línea]. Disponible en Web. <<http://mejorconsalud.com/increibles-beneficios-que-aportan-los-platanos/>>. Consulta 5 de septiembre 2015, p. 1.

El plátano aporta energía al organismo pero es de lenta digestión cuando no está maduro, por lo que no es recomendable consumirlo por la noche, sino por las mañanas.

2.1.18. Productos que pueden obtenerse a partir del plátano

- Plátanos semiprocesados
- Plátanos precocidos
- Harinas
- Yogurt
- Mermelada
- Bocadillos
- Galletas
- Vinos
- Boquitas

Figura 3. Usos industriales del plátano según su etapa de maduración.



Fuente: ARCHILA, María Isabel. *Manejo poscosecha, industrialización y usos de subproductos de plátano y banano.* [en línea].

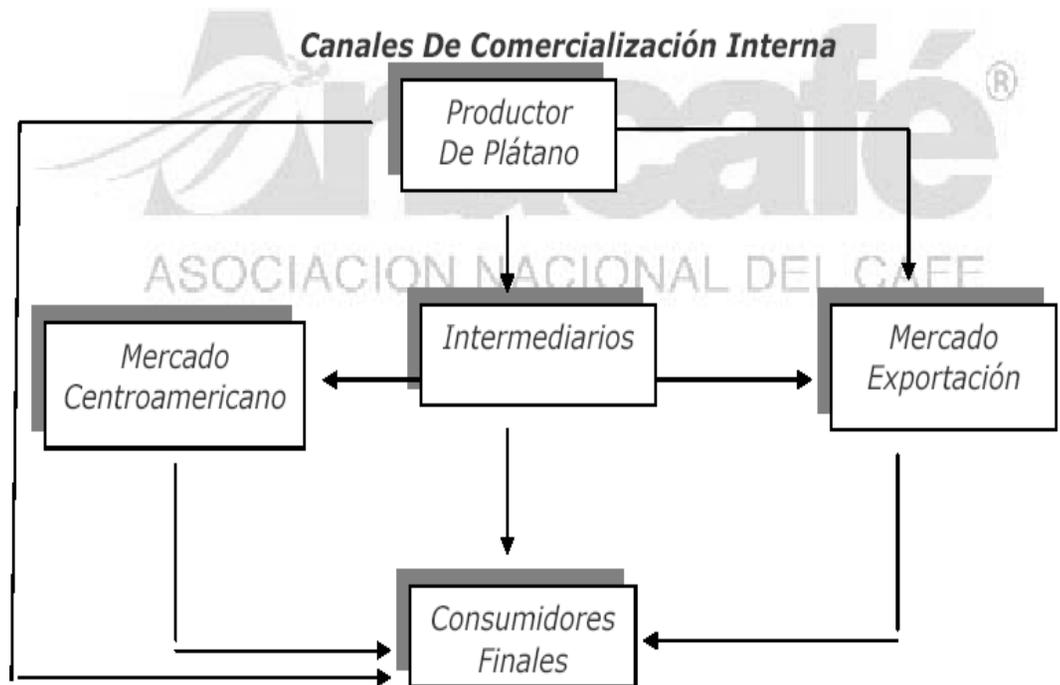
<[http://datateca.unad.edu.co/contenidos/303022/AVA-2014.2/303022. Entorno conocimiento 2014-2/Pag Tec Platano 1 .pdf.](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/303022/AVA-2014.2/303022_Entorno_conocimiento_2014-2/Pag_Tec_Platano_1.pdf)>

Consulta: 14 julio 2015.

2.1.19. Producción interna del plátano

El plátano es uno de los principales productos de la canasta familiar su cultivo y producción constituyen un rubro de importancia económica para Guatemala, genera empleo, divisas y materia de exportación. Según Anacafé la producción mayoritaria se concentra en los departamentos de Escuintla, Izabal y San Marcos. Escuintla es el mayor productor con 25 mil toneladas métricas, (TM) le sigue Izabal con 15,6 mil TM y San Marcos 322 TM. Las variedades más cultivadas son: Curare Enano y Macho Gigante.

Figura 4. **Canales de comercialización internos del plátano**



Fuente: Anacafé. *Cultivo del plátano*. Pág. 15

2.2. Morfología y taxonomía de la soya

Es cultivada principalmente por sus semillas que tienen un alto contenido de aceites y proteínas, los aspectos más importantes de su morfología y taxonomía son los siguientes.

2.2.1. Familia

Fabáceas, leguminosas.

2.2.2. Especie

Glycine max (L) Merrill.

2.2.3. Origen

Sureste asiático (China, Japón, Indonesia y Corea).

2.2.4. Planta

“Herbácea anual, de primavera-verano, cuyo ciclo vegetativo oscila de 3-7 meses”³. Tallo largo con grandes hojas trifoliadas, flores pequeñas de color blanco o púrpura y vainas cortas que encierran entre una y cuatro semillas.

³ INFOAGRO. *El cultivo de la soya*. [en línea]. Disponible en Web. <<http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/soja.htm>>. Consulta 9 de septiembre 2015.

Alcanza la madurez entre 100 y 150 días después de la plantación, las hojas viran al amarillo y se caen y las vainas adquieren en poco tiempo color tostado y se secan.

2.2.5. Tallo

Rígido y erecto, alturas entre 0,5-1,5m según la variedad y las condiciones de cultivo.

2.2.6. Sistema radicular

Potente, la raíz principal alcanza hasta 1m de profundidad, aunque lo normal es de 40-50cm. En las raíces se encuentran los nódulos en número variable.

2.2.7. Hojas

Son de color verde y se tornan amarillentas en la madurez, quedando la planta sin hojas.

2.2.8. Flores

Son pequeñas, amariposadas y de color blanquecino o púrpura.

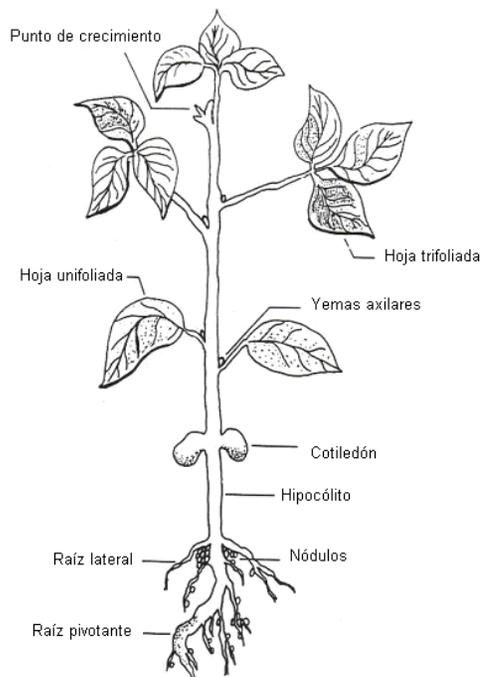
2.2.9. Fruto

Es una vaina de 2-7cm de longitud, cada una contiene de 3-4 semillas.

2.2.10. Semillas

Casi esféricas, suelen ser de color crema, negro, café o verde en ciertas variedades. El hilo o cicatriz es negro, castaño o amarillo. Las semillas contienen alrededor de un 20 % de aceite y un 40 % de proteínas en base seca.

Figura 5. Descripción de las principales partes de una planta de soya



Fuente: MONTERO A. Rafael, Mata J. Eduardo. *La soya, guía para su cultivo y consumo en Costa Rica*. Agosto 1988. p. 20.

2.2.11. Exigencias de clima

Las temperaturas óptimas para su desarrollo se encuentran en el rango de 22-35°C, siendo a 30°C la ideal para su desarrollo y un límite de 6,5 atmósferas.

“Durante su cultivo la soja necesita 300 mm de agua, en forma de riego si se trata de un regadío, o en forma de lluvia en zonas templadas húmedas donde las precipitaciones son suficientes⁴.

2.2.12. Exigencias de suelo

Puede cultivarse en terrenos poco fertilizados, se desarrolla en suelos neutros o ligeramente ácidos, con pH próximos a la neutralidad se consiguen buenos rendimientos. El suelo debe estar nivelado para evitar estancamientos de agua que afecten a la planta, no se recomiendan los suelos arcillosos porque favorecen los estancamientos, mientras que al utilizar terrenos arenosos deberán regarse con frecuencia porque estos son muy secos.

2.2.13. Siembra

Se hace en hileras separadas 60-80cm, la distancia entre plantas puede ser de 10-20cm y a una profundidad óptima de 2-4cm, en terrenos muy sueltos para evitar desecación puede llegarse a 7cm. La densidad de siembra debe ser de 45-50 plantas por metro cuadrado, la densidad varía en función del tipo de suelo y de la variedad. Debe abonarse a un lado y por debajo de la semilla.

La época de siembra dependerá de la variedad por cultivar, generalmente se realiza entre abril y mayo para la primera cosecha y en agosto para la segunda.

⁴ INFOAGRO. *El cultivo de la soja*. [en línea]. Disponible en Web. <<http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/soja.htm>>. Consulta 9 de septiembre 2015.

2.2.14. Control de malas hierbas

La soya es muy sensible a la competencia con las malas hierbas, las especies invasoras compiten por agua, luz y elementos nutritivos, ocasionando dificultades en su desarrollo y la calidad final del producto.

2.2.15. Manejo de la cosecha y recolección

La recolección se realiza cuando el contenido de humedad oscila entre 13-15 %. Debe trasladarse al área de almacenamiento antes de las 24h posteriores a su recolección para iniciar inmediatamente el proceso de secado para evitar el desarrollo de hongos, se recomiendan temperaturas bajas.

2.2.16. Valor nutricional

Se puede afirmar que no hay en la naturaleza otro grano que posea las cualidades de la soya; es un magnífico alimento, su utilización en la industria es cada día mayor.

“El grano de soya contiene entre 35-40 % de proteína, 17-22 % de aceite y además considerables cantidades de Ca, P, Mg, Fe y vitaminas A, B1, B2, C y E. Esta cualidad convierte a la soya en una fuente de alimentación integral muy importante para la población”⁵.

⁵ Fuente: MONTERO A. Rafael y MATA J. Eduardo. *La soya, guía para su cultivo y consumo en Costa Rica*. p. 98.

Tabla II. Valor nutricional por 100g de porción comestible de soya

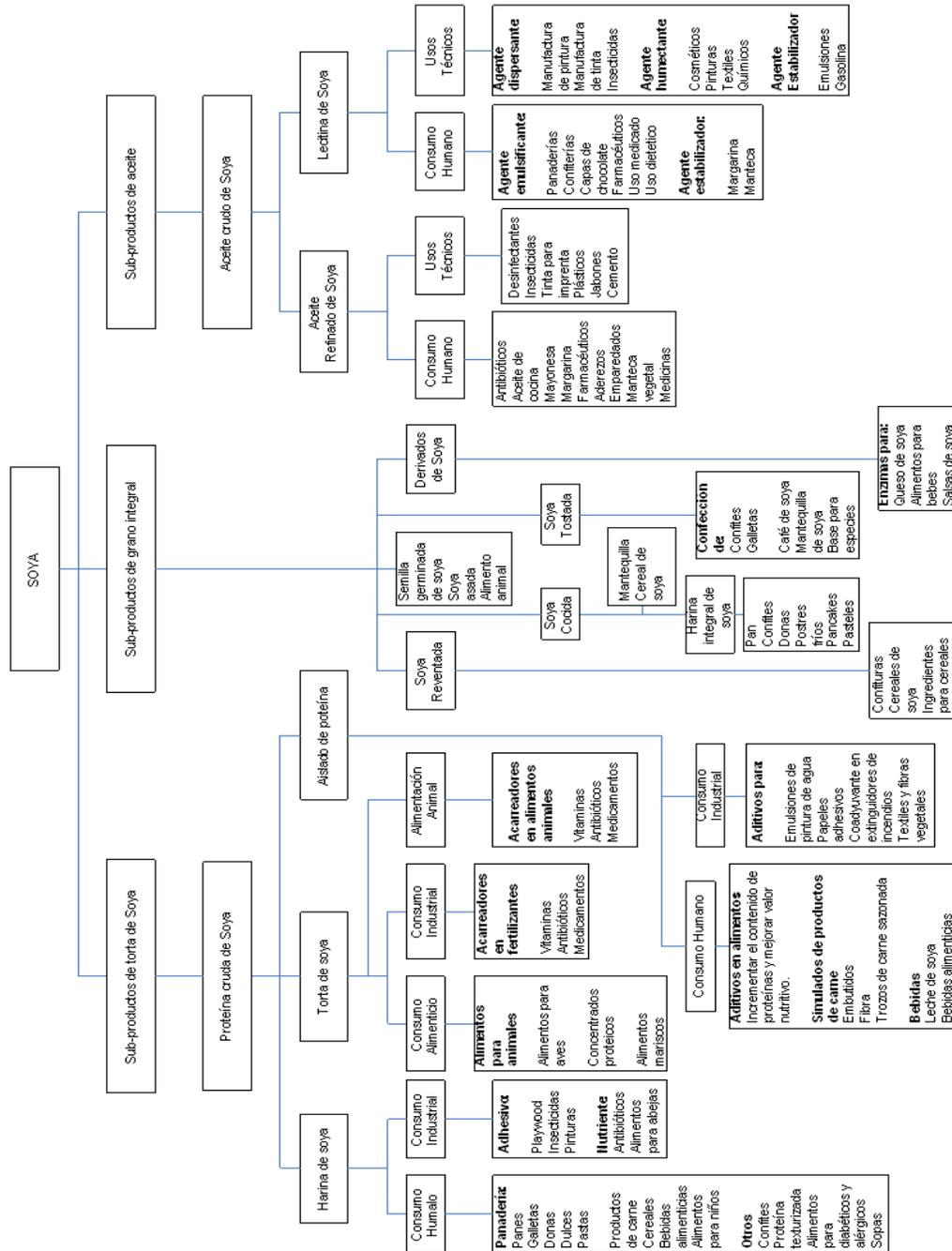
Alimento	Calorías g	Proteína g	Grasa g	Carbohidratos g	Fibra mg	Hierro mg
Soya	398	33,4	16,4	35,5	5,7	11,5
Harina de soya integral	420	37,6	20	30	2,1	8,6
Harina de soya desgrasada	335	42,8	3,3	39	1,7	8,8

Fuente: INCAP. *Guía para la producción artesanal y uso de la soya en la alimentación humana.*

p. 5

Cada vez son más numerosos los productos destinados al consumo humano que incorporan harina de soya por su alto contenido proteico. La soya es una alternativa, debido al alza constante de los productos de origen animal, los cuales son cada vez menos accesibles para las familias de escasos recursos. En el siguiente cuadro se muestra la diversidad de productos que pueden obtenerse a partir del frijol de soya.

Figura 6. Utilización del frijol de soya en la industria



Fuente: MONTERO A. Rafael, MATA J. Eduardo. *La Soya, Guía para su cultivo y consumo en Costa Rica*. p. 20

2.2.17. Pretratamiento de la soya

Para utilizar la soya en la alimentación, se requiere de un pre tratamiento que consiste en un remojo para hidratar los granos y facilitar la cocción posterior. Este remojo puede ser precedido por uno o dos lavados en agua potable bien caliente o sumergiendo la soya en agua caliente recién hervida (tiempo 5-10 minutos) para eliminar la suciedad. Luego se deben introducir los porotos en agua a temperatura ambiente para remojarlos durante 10-12 horas (utilizando 3 volúmenes de agua por uno de soya). Esta hidratación alcanza aproximadamente un 60 % de agua.

Después del remojo, se elimina el agua y se lavan bien los granos dos o más veces con agua potable. Este lavado es necesario para eliminar la flora microbiana superficial que se puede desarrollar durante el remojo, además se eliminan sabores y aromas no deseables. Es necesario retirar la cáscara por medio de frotación. Finalmente, los granos se deben cocinar durante 20 minutos en olla a presión.

2.2.18. Proceso térmico para aminoácidos disponibles

El proceso térmico sirve para garantizar el contenido de aminoácidos disponibles, mejorar el sabor, aumentar el valor nutritivo e inactivar los antinutrientes que limitan la absorción de una serie de nutrientes, reduciendo en más de un 50 % su valor nutritivo y pueden causar efectos digestivos desagradables.

Estos factores son: inhibidores de tripsina y quimotripsina, fitatos, oligosacáridos y saponinas. A continuación se describe cada uno de ellos.

- Inhibidores de proteasas (tripsina y quimotripsina): interfieren en la digestión de las proteínas en el intestino, disminuyen la asimilación de las proteínas de la soya y además las proteínas de otros alimentos ingeridos junto con la soya activa. Esta actividad puede ser disminuida en un 90 % a través de la inactivación por tratamiento térmico adecuado.
- Fitatos: son sustancias con fósforo que están contenidas en el revestimiento externo de los granos de cereales. Estas moléculas se unen a las proteínas dificultando su absorción a nivel intestinal y también interfieren con la absorción de minerales, formando complejos con hierro, zinc, calcio, magnesio y cobre, limitando su utilización biológica.
- Oligosacáridos (estaquiosa y la rafinosa): no pueden ser digeridos por el organismo, estas moléculas son metabolizadas por las bacterias en el intestino humano, produciendo grandes cantidades de gas, provocando flatulencias intestinales. Durante el remojo y la cocción se eliminan parcialmente estos oligosacáridos, con lo cual se disminuyen sus efectos.
- Saponinas: son glucósidos que determinan en gran parte el sabor amargo de algunas semillas como la soya cruda, presentan poca actividad antinutricional, pues no perjudican al hombre en las cantidades que normalmente se encuentran después de procesados los granos. Las saponinas no se absorben en el intestino y por lo tanto afectan la absorción del zinc y el hierro.

Los factores antinutritivos de la soya son termolábiles por lo que se someten a un proceso térmico para su inactivación. Un calentamiento inadecuado influye negativamente sobre la digestibilidad de los aminoácidos porque los factores antinutricionales no se destruyen, en cambio, uno adecuado mejora la digestibilidad de todos los aminoácidos. Sin embargo, un sobrecalentamiento destruye los aminoácidos y disminuye la digestibilidad de los mismos, sobre todo, para la lisina y cisteína. El objetivo del procesamiento térmico es obtener un producto con mejor valor nutricional.

2.2.19. Métodos para evaluar la calidad de la soya

Los métodos para evaluar de la calidad de procesamiento térmico de la soya son los siguientes:

Digestibilidad de la proteína en KOH: la solubilidad de las proteínas de la soya disminuye como resultado del proceso de calentamiento, la digestibilidad de la proteína en KOH se basa en determinar la solubilidad de dichas proteínas en una solución de KOH. Esta prueba detecta mejor el sobreprocesado pero no así el procesado deficiente.

Tabla III. **Grado de procesamiento de la soya en función de la solubilidad en KOH**

Grado de procesamiento	Solubilidad de Proteína en KOH
Sobre cocinada (sobre cocida)	< 73 %
Correctamente procesada (bien cocida)	73-85 %
Insuficientemente procesada (cruda)	> 85 %

Fuente: INCAP. NOPA (Asociación nacional de procesadores de aceite en los EE.UU). *Medidas de calidad recomendadas para la harina de soya.* p. 7.

Índice de actividad ureásica: se determinó con el método oficial AACC 22-90. Indica la actividad residual de la ureasa de la soja en presencia de urea en solución, como un indicador para determinar si la temperatura aplicada ha sido suficiente para destruir a los inhibidores de tripsina y quimotripsina. Lo que se determina es el incremento de pH de la soja tratada con calor y el pH inicial de la solución de urea. Menos de 0,02 implica sobreprocesamiento. Los valores aceptables oscilan entre 0,02 - 0,3.

Tabla IV. Grado de cocimiento de soja en función del IAU. Interpretación del valor de diferencia en unidades de pH y del cambio de color

Grado de cocimiento	Diferencia de pH	Color del tubo prueba
Cruda	2,00 o más	Rosado fuerte
Subcocida	0,30 a 2,00	Rosado a rosado fuerte
Cocido Adecuado	De 0,02 a 0,30	Rosado pálido a rodado
Sobrecocida	Menos de 0,02	Ámbar (amarillo)

Fuente: INCAP. *Medidas de calidad recomendadas para la harina de soja*. NOPA (Asociación nacional de procesadores de aceite en los EE.UU). p. 7.

Método oficial AOCS (American Oil Chemis Society) Ba 9-58. El cual está basado en la prueba original desarrollada por CasKey y Knapp.

http://www.tinago.com.ar/linea_de_productos/soja_desactivada.html. Consulta: 20 septiembre 2016.

Actividad de inhibidores de tripsina: Se determinó con el método oficial AACC 22-40, el cual permite determinar los inhibidores de tripsina totales y residuales en productos de soja.

La actividad inhibitoria de la tripsina se determina mediante la incubación de la muestra con un sustrato conocido (BAPA) y la tripsina. La actividad de la tripsina se indica por un aumento en la absorbancia a 410nm. La inhibición de la tripsina, por el inhibidor presente en la muestra, disminuye el aumento de la absorbancia.

Tabla V. **Grado de cocimiento en función del TIU**

Procesamiento adecuado	< 4mg/g de harina
------------------------	-------------------

Fuente: INCAP. NOPA (Asociación nacional de procesadores de aceite en los EE.UU). *Medidas de calidad recomendadas para la harina de soya*. p. 7.

2.3. Morfología y taxonomía de la chía

Las semillas de chía son de color negro o grisáceo, son fuente de grasas omega 3 y fibra, en lo respecta a su morfología y taxonomía destaca lo siguiente.

2.3.1. Familia

Lamiáceas.

2.3.2. Género

Salvia.

2.3.3. Especie

Salvia hispánica L.

2.3.4. Hojas

Opuestas de 4-8 cm de largo y 3-5 cm de ancho.

2.3.5. Planta

Herbácea anual de 1m de altura.

2.3.6. Flores

Hermafroditas que van desde color blanquecino a purpura y brotan en ramilletes terminales.

2.3.7. Fruto

En forma ovalada, es rico en mucílago, fécula y aceite. Tiene aproximadamente 2mm de largo por 1,5 mm de ancho, es ovalada y de color pardo grisáceo a rojizo.

2.3.8. Cultivo

Prefiere suelos ligeros, bien drenados, no demasiado húmedos; es tolerante a la acidez y a la sequía, no soporta las heladas. Requiere abundante sol para fructificar.

2.3.9. Valor nutricional

La chía es rica en proteínas, calcio, boro, potasio, hierro, ácidos grasos como el omega 3, antioxidantes; es fuente de magnesio, manganeso, cobre, zinc y vitaminas tales como la niacina. La mayor parte de los carbohidratos de la semilla son fibra.

Las semillas remojadas en agua liberan mucílago produciendo un líquido gelatinoso. Y tienen la capacidad de absorber hasta 10 veces su peso en agua.

2.3.10. Beneficios de consumir chía

- Crea sensación de saciedad ayudando a disminuir antojos.
- Absorben de 10-12 veces su peso en agua por lo que ayuda a mantener la hidratación del organismo.
- Contiene omega 3 que es benéfico para el sistema nervioso central, piel y cabello.
- Proporciona energía.
- Controla el hambre y ayuda en el proceso digestivo.
- Por su alto contenido en proteína ayuda a aumentar la masa muscular y a regenerar los tejidos.
- Posee propiedades depurativas y antioxidantes.
- Ayuda a controlar los niveles de azúcar.

Figura 7. **Planta de chía y sus semillas**



Fuente: *Semillas chía*. <http://www.chiasemillas.es/>. Consulta: 5 septiembre 2016.

Tabla VI. **Valor nutricional de semillas de chía**

Valor nutricional por cada 100 g % de la cantidad diaria recomendada para adultos.	
Energía 483 kcal 2017 kJ	
Carbohidratos	42,12 g
Fibra alimentaria	34,4 g
Grasas	30,74 g
Proteínas	16,54 g
Agua	5,80 g
Retinol (vit. A)	54 µg (6 %)
Tiamina (vit. B ₁)	0,620 mg (48 %)
Riboflavina (vit. B ₂)	0,170 mg (11 %)
Niacina (vit. B ₃)	8,830 mg (59 %)
Vitamina C	1,6 mg (3 %)
Vitamina E	0,50 mg (3 %)

Continuación tabla VII.

Calcio	631 mg (63 %)
Hierro	7,72 mg (62 %)
Magnesio	335 mg (91 %)
Fósforo	860 mg (123 %)
Potasio	407 mg (9 %)
Sodio	16 mg (1 %)
Zinc	4,58 mg (46 %)

Fuente: Base de datos de nutrientes de USDA. *Semillas de chía crudas*.

<https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3610?fgcd=&manu=&facet=&format=&count=&max=35&offset=&sort=&qlookup=chia>. Consulta: 5 de septiembre.

2.4. Análisis de los alimentos

Es necesario conocer cómo se alimentan los seres humanos, es decir cuál es la calidad de los alimentos que ingerimos, sobre todo por la relación que tiene la alimentación con 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-químicos

Permite determinar la composición química del alimento, es decir, cuales sustancias están presentes en el (proteínas, grasas, vitaminas, minerales, hidratos de carbono, contaminantes metálicos, residuos de plaguicidas, toxinas, antioxidantes, etcétera.) y en qué cantidades estos compuestos se encuentran.

El análisis físico-químico brinda poderosas herramientas que permiten caracterizar un alimento desde el punto de vista nutricional y toxicológico.

2.4.2. 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.

2.4.3. 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, 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 físico-químicos, microbiológicos y sensoriales puede ofrecer evidencia objetiva de la calidad integral de un alimento.

2.4.4. Evaluación sensorial de los alimentos

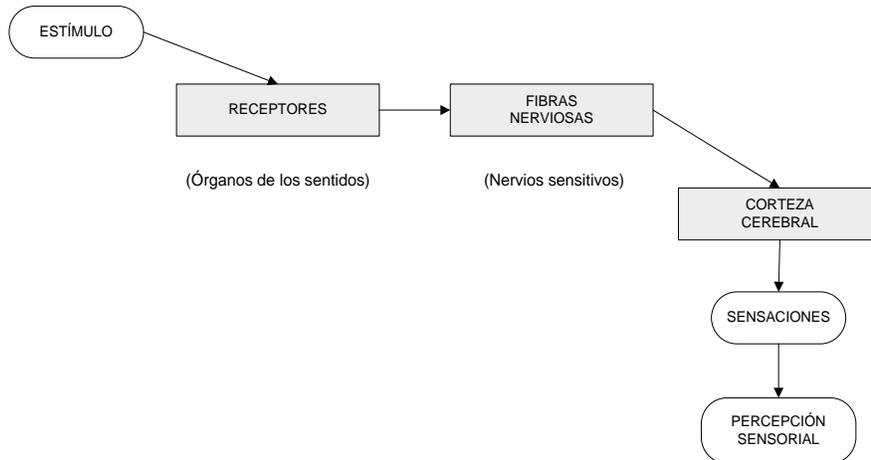
El análisis sensorial de alimentos es la evaluación de las propiedades organolépticas del alimento utilizando los sentidos.

2.4.4.1. 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.

Figura 8. **Mecanismo de percepción sensorial**



Fuente: ESPINOZA MANFUGAS, Julia. *Evaluación sensorial de los alimentos*. p. 2.

2.4.4.2. 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.

2.4.4.3. 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.

2.4.4.4. 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.

2.4.4.5. 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.

2.4.5. 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.

2.3.11. 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”⁶.
- 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.

⁶ ESPINOSA MANFUGAS, Julia. *Evaluación sensorial de los alimentos*. p. 39.

- 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 variando 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 estadístico.

2.5. 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.

2.5.1. 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.

2.5.2. 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.

2.5.3. Materia seca total (AOAC 930.15)

De la MSP se toman de 3-5gr 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.

2.5.4. 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 mono capa 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.

2.5.5. 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 CO_2 , H_2O , N_2O , NO , y SO_2 . 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).

2.5.6. Extracto etéreo (AOAC 920.39)

Incluye todas las sustancias que son insolubles en agua, pero solubles en éter, etanol. Entre las cuales se tienen: grasas, glicolípidos, 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 éstas 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.

2.5.7. 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.

2.5.7.1. 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), quedando 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.

2.5.8. 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).

2.5.9. 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.

2.5.10. Índice de actividad ureásica AACC 22-90

Este método determina la actividad enzimática de la ureasa en harina de soya de acuerdo con el método Caskey-Knapp (1944) modificado por AACC (1969). Sirve para estimar si el grado de cocción al que se ha sometido la soya, ha inactivado hasta el límite adecuado para asegurar la destrucción de enzimas termolábiles o factores perjudiciales existentes en el producto.

El resultado está dado en unidades de pH proporcionales a la actividad ureásica. Los valores aceptables oscilan entre 0,2 y 0,3, valores menores indican sobrecocimiento y mayores falta de cocimiento.

2.5.11. Inhibidores de tripsina AACC 22-40

La medición de la actividad del inhibidor de tripsina en productos de soya se realiza mediante el método espectrofotométrico que permite determinar los inhibidores de tripsina totales y residuales en productos de soya, como comidas crudas, tostadas, concentrados de proteína de soya, aislados de soya, y harinas.

La actividad inhibitoria de la tripsina se determina mediante la incubación de la muestra con un sustrato conocido (BAPA) y la tripsina.

La actividad de la tripsina se indica por un aumento en la absorbancia a 410 nm. La inhibición de la tripsina, por el inhibidor presente en la muestra, disminuye el aumento de la absorbancia.

2.6. Descripción de los procesos que intervienen en la transformación de la materia prima en producto terminado

Para la transformación de las materias primas plátano verde, soya y chía en harinas deben seguirse los siguientes procesos.

2.6.1. Transporte

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

2.6.2. Lavado

Se realiza con el propósito de eliminar la suciedad, tierra y todo tipo de material extraño o contaminante presente en la superficie del fruto. Puede realizarse por inmersión en el caso de la soya o por aspersion para el plátano.

2.6.3. Pelado

Su objetivo principal es separar la cáscara de la pulpa, dado que la pulpa representa la materia prima para la elaboración del producto. El método más utilizado para el plátano y la soya es el manual.

2.6.4. Secado de alimentos

El proceso de secado consiste en separar pequeñas cantidades de agua u otro componente de un alimento con el fin de reducir el contenido de líquido residual hasta un valor aceptablemente bajo.

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.

2.6.5. Reducción de tamaño

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).

2.6.6. 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.

2.6.7. Molienda

El objetivo de la molienda es producir pequeñas partículas a partir de otras más grandes. Las partículas más pequeñas son deseables por su superficie, forma, tamaño y número. Los molinos reducen los trozos de materia prima hasta formar un polvo.

2.6.8. Tamizado

El producto obtenido de la molienda presenta diferentes tamaños de partícula y puede presentar la presencia de partículas extrañas, por esto después de la molienda se realiza el tamizado para obtener un producto homogéneo.

2.6.9. 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.

3. METODOLOGÍA

3.1. Definición operacional de las variables

Las variables que influyen en el proceso de producción, análisis fisicoquímico y sensorial de la harina compuesta plátano verde, soya y chía son las siguientes:

Tabla VIII. **Clasificación de variables del proceso**

Variables	Controlable	No controlable	Variable	Constante
Cantidad de harina de plátano verde	X			X
Cantidad de harina de soya	X			X
Cantidad de harina de chía	X			X
Cantidad de agua	X			X
Porcentaje de humedad		X	X	
Proteína		X	X	
Fibra cruda		X	X	
Cenizas y minerales totales		X	X	
Extracto etéreo		X	X	
Índice de actividad ureásica en la harina de soya		X	X	
Digestibilidad de KOH en harina de soya		X	X	
Inhibidores de tripsina en harina de soya		X	X	
Muestra elegida por preferencia	X		X	

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Clasificación de variables del proceso**

Variables	Independiente	Dependiente
Cantidad de harina de plátano verde	X	
Cantidad de harina de soya	X	
Cantidad de harina de chíá	X	
Cantidad de agua	X	
Porcentaje de humedad		X
Proteína		X
Fibra cruda		X
Cenizas y minerales totales		X
Extracto etéreo		X
Índice de actividad ureásica en la harina de soya		X
Digestibilidad de KOH en harina de soya		X
Inhibidores de tripsina en harina de soya		X
Muestra elegida por preferencia		X

Fuente: elaboración propia.

3.2. Delimitación de campo de estudio

El análisis químico proximal de las propiedades nutricionales de la harina compuesta plátano verde, soya y chíá se realizará en el Laboratorio de Bromatología del Centro de Investigaciones de Alimentos en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala ubicado en el edificio M6.

- Área: alimenticia

- Industria: alimentos

- Proceso: deshidratación del plátano, soya y chía; molienda y tamizado para obtener una harina compuesta plátano verde, soya y chía, evaluación microbiológica de las harinas, evaluación nutricional de las diferentes proporciones de mezcla y formulación de una bebida tipo atol.

3.3. Recursos humanos disponibles

- Investigadora: Silvia Jovita Polanco Nájera
- Asesora: Inga. Mercedes Esther Roquel Chávez

3.4. Recursos materiales disponibles (equipo, cristalería, reactivos)

A continuación se detallan todos los recursos utilizados en la investigación.

3.4.1. Análisis químico proximal de la harina compuesta

Para la elaboración de la harina compuesta de plátano, soya y chía se utilizarán los equipos del Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia del Campus Central de la USAC. Son los siguientes:

- Secador
- Cortadora
- Balanza analítica
- Molino de cuchillas
- Mufla
- Digestor de fibras

- Titulador de proteínas
- Centrífuga
- Agitador magnético

Materia prima:

- Plátano verde (*musa paradisiaca*)
- Frijol de soya (soya amarilla)
- Semillas de chía (*salvia hispánica*)

Muestras para análisis:

- Harina de plátano verde HPV (*musa paradisiaca*)
- Harina de frijol de soya HS (soya amarilla)
- Harina de chía HC (*salvia hispánica*)

Proporción de las mezclas de HPV:HS:HC

- 60:25:15 (Muestra 1)
- 70:20:10 (Muestra 2)
- 80:15:5 (Muestra 3)

3.4.2. 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
 - Cazuela de aluminio
 - 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 Kjeldhal
 - Digestor
 - Destilador de proteínas

- Solubilidad de proteína en KOH
 - Balanza analítica
 - Espátula
 - Varilla de agitación
 - *Beacker* 250 ml
 - Balón aforado de 500 ml
 - Erlenmeyer de 250 ml
 - Probetas 100 ml
 - Agitador magnético 600 rev/min
 - Centrífuga
 - Tubos de centrífuga
 - Pipetas 15 ml

- Perilla
 - Tubos Kjeldhal
 - Digestor
 - Destilador de proteínas
- Índice de actividad ureásica
 - Potenciómetro
 - Plancha electromagnética (30 °C ± 5 °C)
 - Balanza analítica
 - Tubos de ensayo con tapones de 15 ml
 - Pipeta graduada de 10 ml
 - *Beacker*
 - Matraz 1000 ml

Tabla X. **Equipos utilizados en el análisis químico proximal**

Materia seca	Cenizas y minerales totales	Extracto etéreo	Fibra cruda	Proteína cruda	Solubilidad KOH	IAU	UIT
Horno 105°C.	Mufla 600°C.	Extractor de grasas	Digestor de fibra Ankom 200	Destilador Kjeldhal	Agitador magnético Centrífuga	Balanza analítica Potenciómetro Plancha electromagnética	Baño María Espectrofotómetro Agitador magnético

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Reactivos por utilizarse en el químico proximal, según el análisis correspondiente**

Extracto etéreo	Fibra cruda	Proteína cruda	Solubilidad en KOH	IAU	UTI
Bencina de petróleo	Ácido sulfúrico	Ácido sulfúrico	Hidróxido de potasio	Rojo de fenol	Cloruro de calcio
	Hidróxido de sodio	Hidróxido de sodio	Ácido sulfúrico	Hidróxido de sodio	Hidroxi metil amino
	Agua destilada	Ácido clorhídrico	Hidróxido de sodio	Fosfato monobásico de potasio KH_2PO_4	benzoin-DL
		Agua destilada	Ácido clorhídrico	Fosfato dibásico de potasio K_2HPO_4	Arginina-p-nitroanilida (BAPA)
			Agua destilada	Urea NH_2CONH_2	Tripsina
					Ácido clorhídrico
					Agua destilada

Fuente: elaboración propia.

3.4.3. **Diseño del procedimiento de producción de la harina compuesta plátano verde, soya y chíá**

Para el diseño del procedimiento de producción de la harina compuesta se utilizarán los siguientes recursos:

- Computadora
- Programas de cálculo (Microsoft Office Excel 2010)
- Programas de diseño (Microsoft Office Visio 2010)

Los laboratorios en donde se realizaron los análisis correspondientes a la harina compuesta de plátano verde, soya y chía son los siguientes:

- Laboratorio de análisis químico proximal de alimentos USAC
- Laboratorio de microbiología USAC
- Laboratorio de análisis de alimentos INCAP

3.5. Técnica cuantitativa

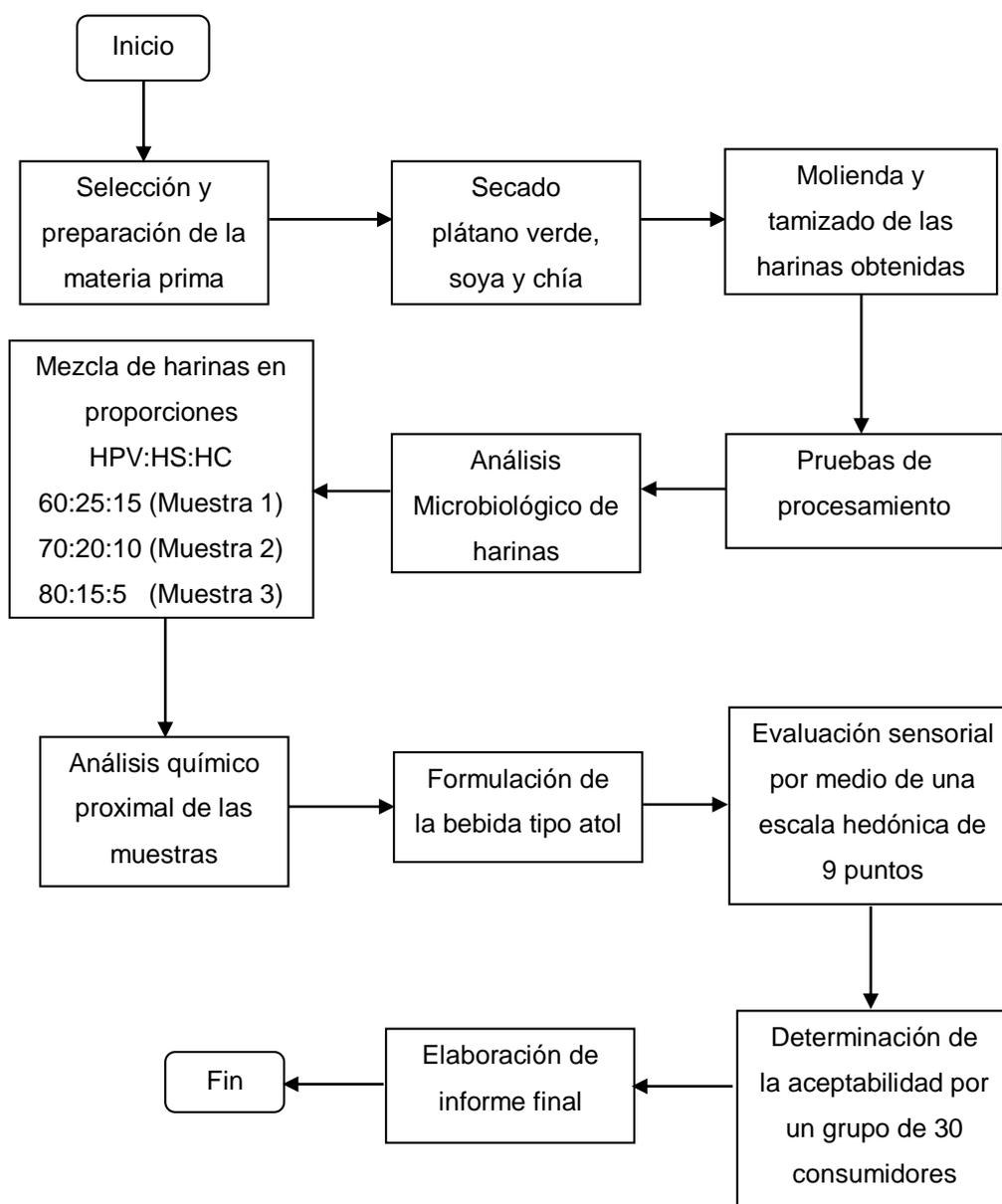
Los resultados obtenidos durante todo el proceso se presentarán en tablas, se realizaran los análisis estadísticos correspondientes, se tabularán y se representaran gráficamente los resultados.

3.5.1. Diseño general

El proceso de elaboración de la bebida tipo atol se realizó mezclando la harina de plátano verde en diferentes proporciones de mezcla, con las harinas de soya y chía, y además con azúcar, sal y ciertos condimentos para mejorar el sabor como canela y anís.

Con las tres formulaciones obtenidas se procedió a una dilución y cocción en agua durante diez minutos, para posteriormente, someter la bebida tipo atol a una prueba de degustación por medio de un análisis sensorial con una prueba hedónica de nueve puntos, por un panel de 30 consumidores. Las características evaluadas del atol fueron sabor, olor, color y textura.

Figura 9. **Diseño general del proceso**



Fuente: elaboración propia.

3.5.2. Preparación de la materia prima para elaborar la bebida tipo atol

La harina compuesta plátano verde, soya y chía se obtendrá por el método tradicional que consiste en deshidratar el plátano verde, la soya y la chía; para disminuir el porcentaje de humedad hasta un 10 % utilizando un secador de bandejas a una temperatura de 70 °C durante el tiempo necesario para que alcance la humedad requerida para posterior molienda y tamizado en malla de 1 mm.

Durante todos los pasos del proceso que se realicen se observarán y cumplirán normas de higiene y de inocuidad que son necesarias para la protección de la salud de los consumidores.

Para el análisis químico proximal se realizarán mezclas vegetales en diferentes proporciones de harina de plátano verde, harina de soya y harina de chía siendo estas:

- Muestra 1, proporción 60:25:15
- Muestra 2, proporción 70:20:10
- Muestra 3, proporción 80:15:5

3.5.3. Análisis de las propiedades nutricionales, fisicoquímicas y microbiológicas de las harina

La obtención de resultados se divide en tres etapas:

- **Análisis químico proximal**

El análisis químico proximal a la harina compuesta plátano verde, soya y chíá 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.

- **Análisis microbiológico**

A la harina obtenida se le realizará un análisis microbiológico para comprobar su inocuidad, en las siguientes instalaciones:

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

- **Análisis sensorial**

Con la harina obtenida se formulará una bebida tipo atol que será sometida a un análisis sensorial ante un panel de 30 consumidores, para determinar el grado de aceptación que tienen los productos.

3.5.4. Elaboración de la bebida tipo atol

Para la elaboración de la bebida tipo atol la harina compuesta de plátano verde, soya y chíá se mezclará con especias como anís y canela, además,

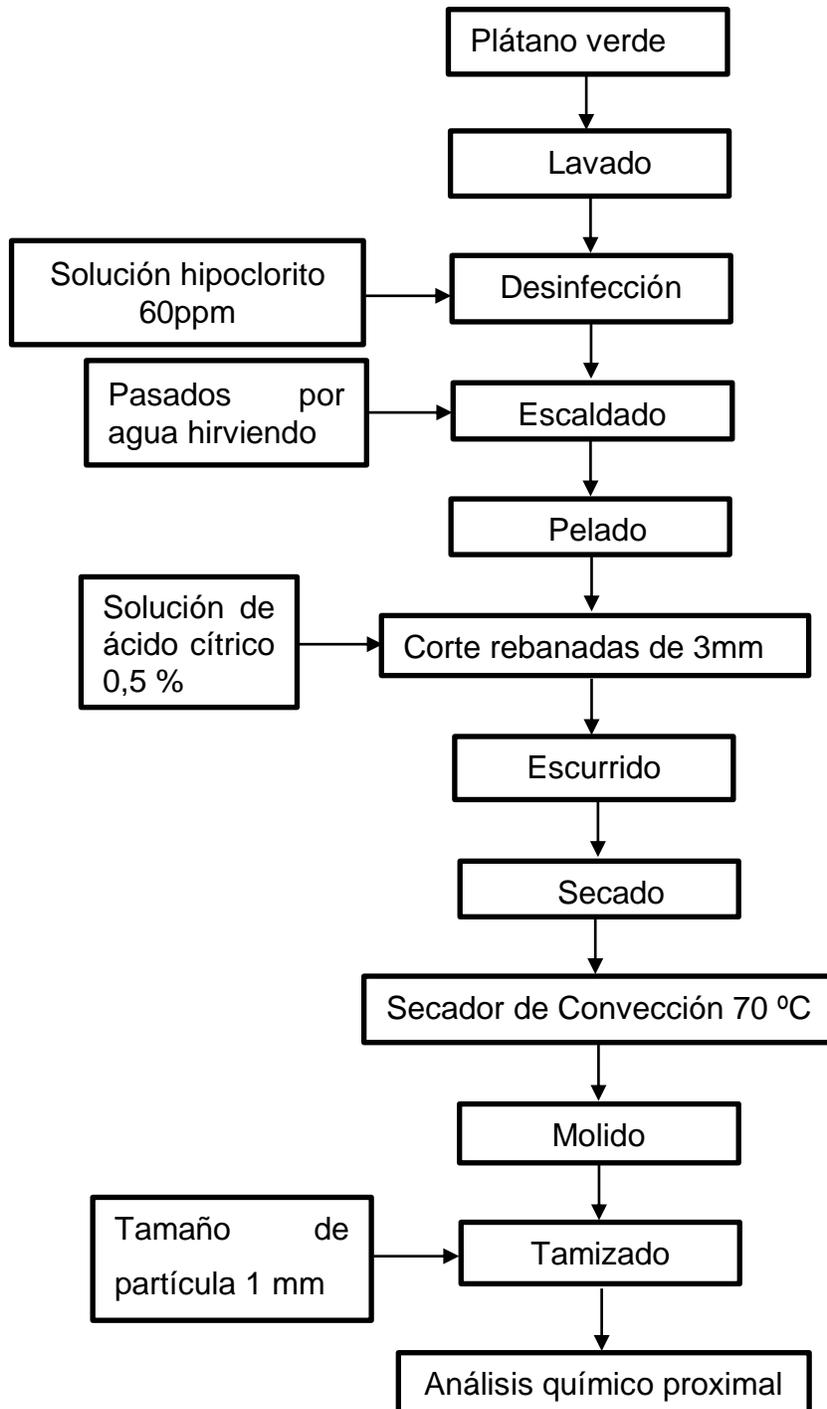
azúcar y sal con el fin de mejorar el sabor y apariencia. Posteriormente, se mezclará con agua y se someterá a cocción para obtener la consistencia necesaria para ser proporcionada a los consumidores.

3.5.5. Evaluación hedónica

La bebida tipo atol elaborada con la harina compuesta plátano verde, soya y chíá será sometida a una evaluación sensorial mediante una escala hedónica de 9 puntos por un panel de 30 consumidores para conocer su nivel de aceptación en los siguientes atributos:

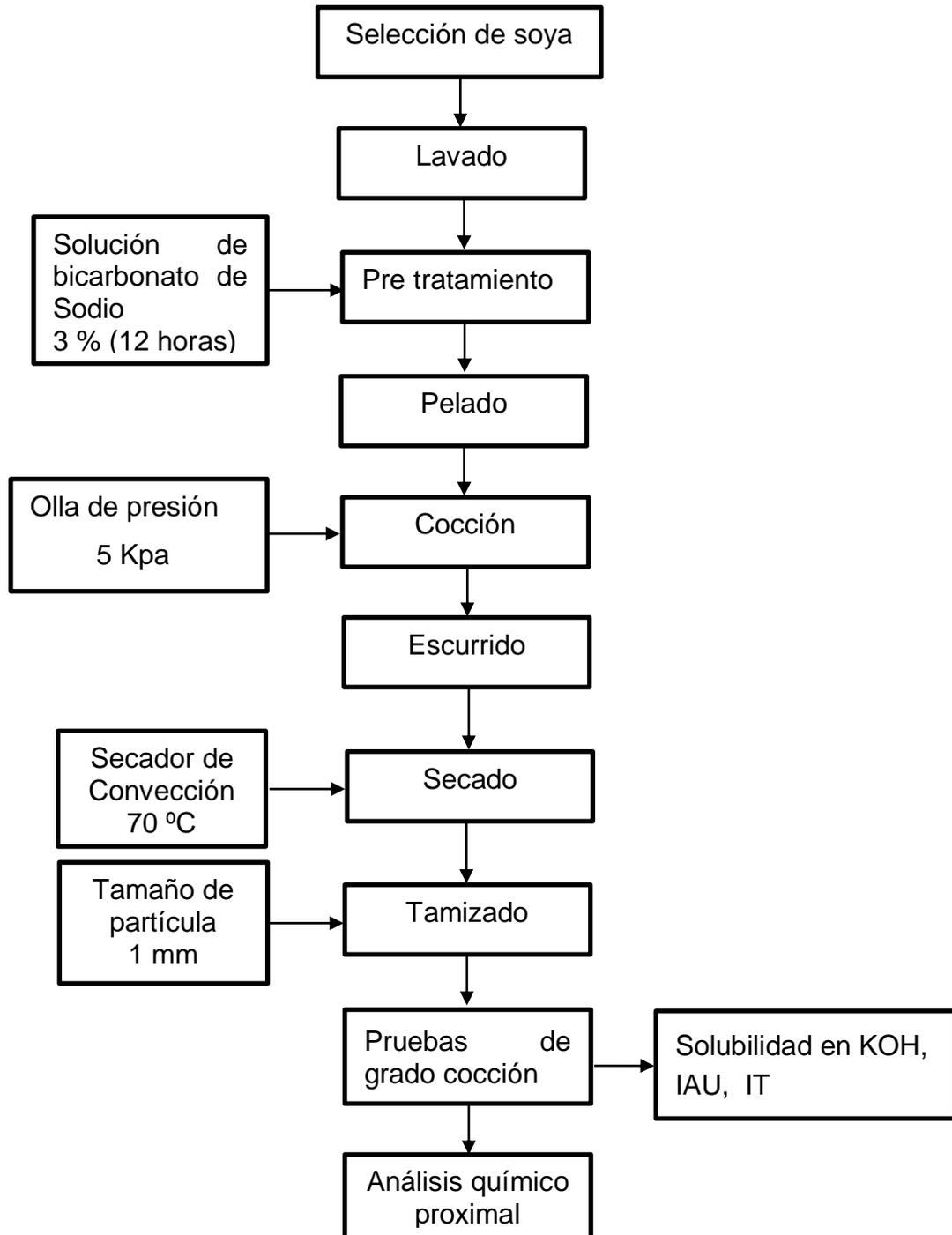
- Sabor
- Olor
- Color
- Textura

Figura 10. Diagrama de flujo de elaboración de harina de plátano



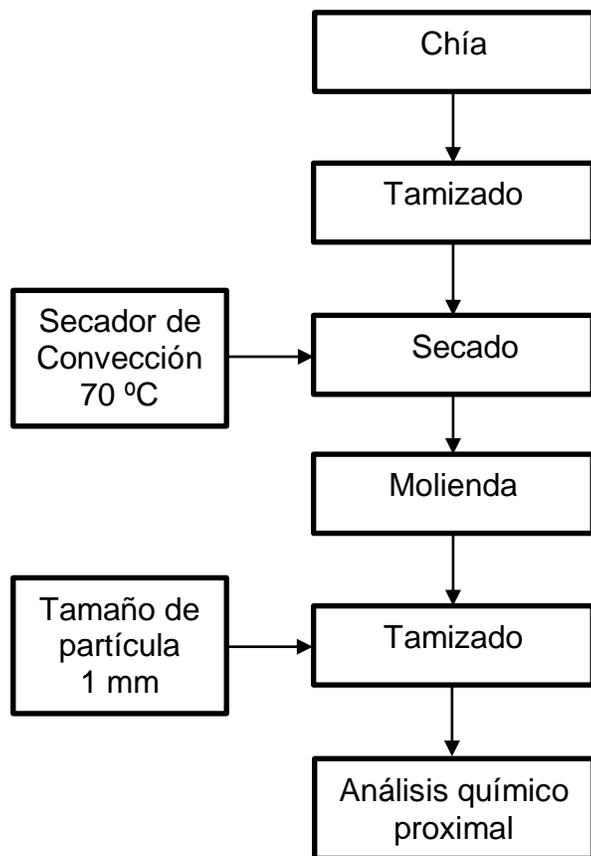
Fuente: elaboración propia.

Figura 11. Diagrama de flujo de la elaboración de la harina de soya



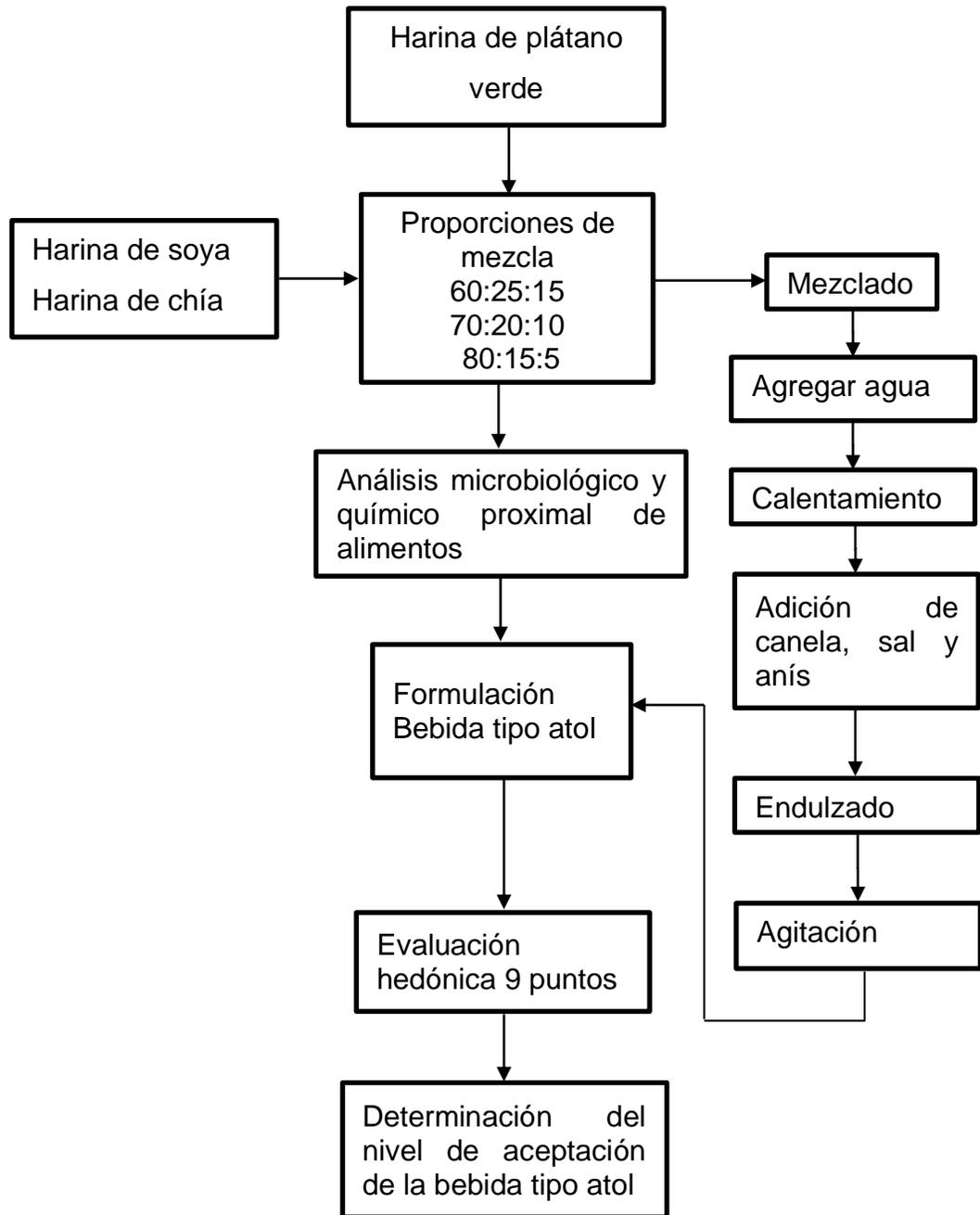
Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Diagrama de flujo de elaboración de harina de chía



Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Diagrama de flujo de la bebida tipo atol formulada con harina compuesta plátano verde, soya y chíá



Fuente: elaboración propia.

3.6. Recolección y ordenamiento de la información

La recolección y ordenamiento de los datos se realizará en tres etapas.

3.6.1. Análisis microbiológico

Se realizará un análisis microbiológico a una muestra de la harina compuesta plátano verde, soya y chíá.

Tabla XII. Recolección de datos de análisis microbiológicos

Análisis	Harina compuesta
E. Coli	P
Bacterias coliformes	Q
Recuento total bacteriano	R
Mohos y levaduras	S
Salmonella spp.	T

Fuente: Laboratorio de microbiología facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia la USAC, elaboración propia.

3.6.2. Análisis químico proximal de alimentos

Se analizará la harina compuesta plátano verde, soya y chíá en las diferentes proporciones de mezcla:

- Muestra 1 (60:25:15)
- Muestra 2 (70:20:10)
- Muestra 3 (80:15:5)

Tabla XIII. **Recolección de datos del análisis químico proximal**

Análisis	Mezcla harina compuesta plátano verde, soya y chíá		
	Muestra1 Proporción (60:25:15)	Muestra 2 Proporción (70:20:10)	Muestra 3 Proporción (80:15:5)
Humedad	V ₁	W ₁	X ₁
Cenizas	V ₂	W ₂	X ₂
Extracto libre de nitrógeno	V ₃	W ₃	X ₃
Fibra cruda	V ₄	W ₄	X ₄
Proteína	V ₅	W ₅	X ₅
Extracto etéreo	V ₆	W ₆	X ₆

Fuente: elaboración propia con datos del Laboratorio de Análisis químico proximal de Alimentos de la USAC.

Tabla XIV. **Recolección de datos de parámetros de procesamiento de la soya**

Análisis	Harina de Soya
Digestibilidad en KOH	A
Actividad ureásica	B
Inhibidores de tripsina	C

Fuente: elaboración propia con datos del Laboratorio de Análisis químico proximal de Alimentos de la USAC y el laboratorio de análisis de alimentos de INCAP.

3.6.3. Análisis sensorial de alimentos

La bebida tipo atol, formulada con la harina compuesta de plátano verde, soya y chíá en diferentes proporciones de mezcla se analizarán por un panel de 30 consumidores mediante una prueba sensorial con escala hedónica de 9 puntos.

Las formulaciones se identificaron de la siguiente manera:

- Muestra 1: muestra formada por 60 % harina de plátano verde, 25 % harina de soya y 15 % harina de chíá.
- Muestra 1: muestra formada por 70 % harina de plátano verde, 20 % harina de soya y 10 % harina de chíá.
- Muestra 1: muestra formada por 80 % harina de plátano verde, 15 % harina de soya y 5 % harina de chíá.

Tabla XV. **Recolección de datos de evaluación sensorial, con escala hedónica de nueve puntos**

Puntaje	Opción por evaluar
9	Me gusta muchísimo
8	Me gusta mucho
7	Me gusta moderadamente
6	Me gusta poco
5	No me gusta, ni me disgusta
4	Me disgusta poco
3	Me disgusta moderadamente
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta muchísimo

Código	Calificación para cada atributo			
	Olor	Color	Sabor	Textura
Muestra 1				
Muestra 2				
Muestra 3				
OBSERVACIONES				

Fuente: elaboración propia.

3.7. Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información

Ordenamiento de la información para ser procesada y cuantificada en tablas para realizar los cálculos correspondientes y elaboración de gráficos para representación de los resultados obtenidos.

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:

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

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:

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

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

Donde

PF = peso final

T= tara

PI= peso inicial

El producto seco obtenido en el anterior procedimiento, se muele por medio de un molino y se guarda en un frasco de vidrio perfectamente rotulado, para las siguientes determinaciones de análisis químico proximal.

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 fórmula

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

Donde

PF = peso final

T= tara

PI= peso inicial

3.7.4. Cálculo de humedad en función de MSP y MST

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

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

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

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 fórmula

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

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
- Preincinerar 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. de H₂SO₄ y una tableta de Kjeldahl, al balón.
- 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 Kjeldhal 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 portadedal 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 fórmula:

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

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 1,25N, 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 fórmula

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

Donde

FC= fibra cruda

PI*= peso inicial de la muestra + bolsa de polietileno (remanente del extracto etéreo).

P1** = bolsa de polietileno + muestra, al salir del horno de 105 °C

P2*** = peso residuo – crisol, al salir de la mufla.

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

Donde

FC= fibra cruda

PI= peso inicial

PBP = peso de bolsa de polietileno

3.7.9. Determinación del Índice de actividad ureásica

El procedimiento para determinar el índice de actividad ureásica es el siguiente:

- Tubo A, prueba problema: se introducen 0,2 g de harina de soya y 10 ml de la solución reguladora de urea. Agite y coloque en baño María a 30 °C ± 5 °C durante 30 minutos.
- Tubo B, prueba en blanco: se introducen 0,2g de harina de soya finamente molida, adicione 10 ml de la solución reguladora de fosfato. Agite y coloque en baño María a 30 °C ± 5 °C durante 30 minutos.
- Agitar cada uno de los tubos cada 5 minutos (6 agitaciones en 30 minutos).
- Retire el tubo A del baño María y transfiera el líquido sobrenadante a un recipiente y mida el pH en un período menor a 3 minutos.

- Repita el procedimiento con el tubo B, 5 minutos después de haber retirado el tubo A del baño María.
- Calcular el índice de actividad ureásica con la siguiente fórmula.

La diferencia entre el pH del tubo A y el B es un indicador de la actividad ureásica.

$$pH_{IAU} = Ph_A - Ph_B \quad (\text{ecuación 12})$$

Donde

pH_{IAU} = incremento de pH debido a la actividad ureásica.

Ph_A = pH del tubo A, prueba en blanco (solución reguladora de urea.

Ph_B = pH del tubo B, prueba problema (solución reguladora de fosfato).

3.7.10. Inhibidores de tripsina

La determinación de los inhibidores de tripsina se da en dos etapas.

3.7.10.1. Preparación de la muestra

- Moler la muestra a por lo menos 100 de malla, sin generar calor.
- Soya integral, comidas de soya ricas en grasa y harinas deben ser vencidos por extracción con hexano pentano a temperatura ambiente.
- Extracto de la muestra (no más de 1 g) con 50 ml de NaOH 0,01 N/g de muestra durante 3 horas con agitador magnético a temperatura baja.

3.7.10.2. Determinación de inhibidores

- Tomar porciones en pipeta de (0, 0,6, 1, 1,4, 1,8 ml) de suspensión diluirlas en conjuntos duplicados de tubos de ensayo y ajustarlas a 2 ml con agua. Véase la nota 2.
- Añadir 2 ml de solución de tripsina (reactivo 3) a cada tubo de ensayo y colocar la mezcla en baño de agua a 37 °C.
- Añadir 5 ml de solución de sustrato (reactivo 2) previamente calentada a 37 °C y exactamente 10 minutos más tarde, detener la reacción mediante la adición a la mezcla de 1 ml de solución de ácido acético (4 reactivo).
- Filtrar la solución a través de papel Whatman No. 2 o No. 3 y medir la absorbancia a 410 nm.
- Preparación en blanco: añadir 5 ml de reactivo 2 al extracto de la muestra de 2 ml, se incuba la mezcla a 37 °C durante 10 minutos y añadir 1 ml de reactivo 4 seguido de la adición de 2 ml de reactivo 3.

3.7.10.3. Expresión de la actividad

Una unidad de tripsina se define arbitrariamente como aumento de la unidad de 0,01 de absorbancia a 410 nm por cada 10 ml de mezcla de reacción.

La actividad del inhibidor de tripsina se expresa en términos de unidades de inhibidor de tripsina (TIU).

3.7.10.4. Cálculos

- Grafique TIU/ml frente a volumen de extracto (ml) para los análisis (ver determinación, paso 1) en el papel cuadriculado y extrapolar a cero.
- $\text{TIU/ml muestra} = \text{valor extrapolado} \times \text{factor de dilución}$.
- Cuando grafique TIU/ml de extracto frente al volumen de extracto tomado para el análisis y no da correlación lineal, calcular TIU/ml por promedio de los valores obtenidos para cada volumen del extracto $\text{TIU/g muestra} = \text{valor medio por factor de dilución}$.

Notas:

- El pH de la suspensión debe ser de entre 8,4 y 10.
- Las soluciones deben ser diluidas hasta el punto en 1 ml produce una inhibición de Tripsina del 40 - 60 %. Esto reduce la desviación estándar relativa.
- Prepare BAPA todos los días y mantenerlo a 37 °C mientras está en uso.
- TIU es diferente entre la lectura de 0 ml de extracto y la lectura para cada volumen de extracto en (ml) tomado menos la lectura del blanco. $\text{TIU/ml es TIU/ml de extracto tomado}$.

3.7.11. Solubilidad en KOH

El procedimiento de determinación de la solubilidad en KOH es el siguiente:

- Pesar 2 gramos ($\pm 0,1$ mg) de la muestra molida y colóquela dentro del vaso de 250 ml.
- Agregar 100 ml de la solución de KOH al 0,2 %.
- Agitar de inmediato en un agitador rotatorio, para alcanzar rápidamente 6 cm de altura sobre el nivel líquido inicial. Agítelo a esta velocidad exactamente 20 minutos.
- Retirar el vaso del agitador y permita que las partículas se asiente 1 minuto.
- Filtrar rápidamente a través de un papel whatman 90 completamente plegado y recolecte alrededor de 25 ml del filtrado.
- Tomar una alícuota de 15 ml.
- Transferir la muestra al frasco Kjeldahl y proceda normalmente para determinación de proteínas.
- Determinar la proteína total en la muestra original, usando 1 gramo de la muestra.

Porcentaje de proteína soluble en KOH=

$$\frac{F (VH \times 1,751 \times 100)}{\% \text{ proteína total}} = \frac{F (\% \text{ proteína dilución})}{\% \text{ proteína total}} \text{ (ecuación 13)}$$

Donde

- F = 2 Si se usa 25 ml de alícuota
 F = 1,5 Si se usa 20 ml de alícuota
 F = 3,333 Si se usa 15 ml de alícuota

3.8. Análisis estadístico

Todos los datos obtenidos durante el proceso serán analizados estadísticamente por medio de un análisis de varianza para determinar si existen diferencias significativas entre medias.

Los análisis estadísticos que se le realizarán a los resultados obtenidos en las pruebas hedónicas serán los siguientes:

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

Después de que los consumidores evalúan las muestras las características descriptivas 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.

3.8.1. Determinación de respuestas individuales N_{pm}

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

Donde

N_{pm} = número total de respuestas individuales.

M = número de muestras

P = penalistas

Σ = suma de

3.8.2. Factor de corrección FC

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

Donde

Gt = gran total

N_{pm} = número total de respuestas individuales.

3.8.3. Suma de los cuadrados SC(T)

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

Donde

RI = respuesta individual

FC = factor de corrección

3.8.4. Suma de los cuadrados de los tratamientos SC(Tr)

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

Donde

Tt = total de cada tratamiento

Nt = número de respuestas por tratamiento

FC = factor de corrección

Σ = suma de

3.8.5. Suma de los cuadrados de los penalistas SC(P)

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

Donde

Tp = total de cada penalista

Np número de respuestas por penalista

FC factor de corrección

3.8.6. Suma de cuadrados del error SC(E)

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

Donde

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

$SC(P)$ = suma de los cuadrados de los penalistas

$SC(T)$ = suma de los cuadrados

3.8.7. Total de grados de libertad gl(T)

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

Nota: los valores cuadráticos medios CM se calculan dividiendo los valores SC entre sus respectivos grados de libertad.

3.8.8. Total de grados de libertad de los tratamientos $gl(Tr)$

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

Donde

M = muestra

3.8.9. Total de grados de libertad de los penalistas $gl(P)$

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

Donde

P = penalista

3.8.10. 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 tratamiento

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

3.8.11. Promedio de los cuadrados de los tratamientos

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

Donde

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

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

3.8.12. Promedio de los cuadrados de los penalistas

CM(P)

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

Donde

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

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

3.8.13. Promedio de los cuadrados de los errores CM(E)

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

Donde

SC(E)= suma de cuadrados del error

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

3.8.14. Factor F calculado para los tratamientos F(T)

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

Donde

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

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

3.8.15. Factor F calculado para los penalistas F(P)

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

Donde

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

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.

3.8.16. Prueba de amplitud de Duncan

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

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

Donde

t= número de respuestas individuales

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

Q= valores establecidos en tabla 7.7.

3.9. Plan de análisis de los resultados

Tabulación de los resultados obtenidos en el análisis químico proximal utilizando Microsoft Office Excel 2010 y su representación gráfica.

Los resultados obtenidos en la evaluación sensorial se trabajarán de igual manera en Microsoft Office Excel 2010 en donde se determinará el porcentaje de aceptación de los productos, la media aritmética y la desviación estándar de la escala hedónica de los 9 puntos y representación gráfica de los resultados por medio de un gráfico circular.

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

- Se utilizará Microsoft Visio 2010 para desarrollar diagramas de flujo y diagramas de proceso.
- Microsoft Excel para todos los cálculos y elaboración de gráficos.

4. RESULTADOS

Se realizó la evaluación nutricional de las harinas por medio del análisis químico proximal.

Tabla XVI. **Análisis químico proximal de harina de plátano verde**

Variable (Dimensional %)	Harina de plátano verde
Agua %	10,09
Materia seca %	89,91
Grasa %	0,34
Fibra cruda %	0,01
Proteína cruda %	3,67
Cenizas %	2,68
Carbohidratos %	92,55

Fuente: Formulario Bromato 7. Informe de resultado de análisis. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Tabla XVII. **Análisis químico proximal de harina de soya**

Variable (Dimensional %)	Harina de soya
Agua %	6,42
Materia seca %	93,58
Grasa %	21,85
Fibra cruda %	3,14
Proteína cruda %	48,07
Cenizas %	3,06
Carbohidratos %	18,65

Fuente: Formulario Bromato 7. Informe de resultado de análisis. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Tabla XVIII. **Análisis químico proximal de harina de chíá**

Variable (Dimensional %)	Harina de chíá
Agua %	4,51
Materia seca %	95,49
Grasa %	5,09
Fibra cruda %	10,46
Proteína cruda %	17,53
Cenizas %	3,80
Carbohidratos %	61,39

Fuente: Formulario Bromato 7. Informe de resultado de análisis. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Tabla XIX. **Análisis químico proximal mezclas vegetales**

Variable (Dimensional %)	Muestra 1* HPV:HS:HCH 60:25:15	Muestra 2* HPV:HS:HCH 70:20:10	Muestra 3* HPV:HS:HCH 80:15:5
Agua %	8,03	8,40	8,96
Materia seca %	91,97	91,60	91,04
Grasa %	10,20	8,42	5,16
Fibra cruda %	8,13	6,93	3,82
Proteína cruda %	17,31	14,09	9,85
Cenizas %	2,86	3,09	2,87
Carbohidratos %	58,13	67,47	76,16

Fuente: Formulario Bromato 7. Informe de resultado de análisis. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Muestra 1*: harina de plátano verde 60 %, harina de soya 25 %, harina de chíá 15 %.

Muestra 2*: harina de plátano verde 70 %, harina de soya 20 %, harina de chíá 10 %.

Muestra 3*: harina de plátano verde 80 %, harina de soya 15 %, harina de chíá 5 %.

Tabla XX. **Análisis de calidad de harina de soya**

Variable (Dimensional %)	Harina de soya
Digestibilidad en KOH	77,66
Actividad de Ureasa (incremento en unidades de pH)	0,04
Inhibidores de tripsina (IT/g)	0,18

Fuente: Informe de análisis CA-15-329 y CA-16-216. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). Laboratorio de composición de alimentos. Y formulario Bromato 7. Informe de resultado de análisis. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Tabla XXI. **Análisis microbiológicos, mezcla de harinas plátano verde, soya y chíá**

Análisis	Resultado
Bacteriológico	Ausencia de <i>Escherichia coli</i>
Bacteriológico	Ausencia de bacterias coliformes
Bacteriológico	Ausencia de <i>Salmonella sp.</i>
Bacteriológico	Recuento bacteriano total 0 UFC/g
Micológico	Recuento de mohos y levaduras 0 UFC/g

Fuente: Informe de análisis 144/17 y 145/17. Laboratorio de Microbiología. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Se realizó la evaluación sensorial para las bebidas tipo atol con un panel de 30 consumidores con una prueba hedónica de nueve puntos, evaluando los atributos de olor, color, sabor y textura. La muestra 1 está formada por 60 % de harina de plátano verde, 25 % harina de soya y 15 % harina de chíá. La muestra 2 tiene una proporción de mezcla de 70 % harina de plátano verde, 20 % harina de soya y 10 % harina de chíá. Mientras que la muestra 3 tiene una proporción de 80 % harina de plátano verde, 15 % harina de soya y 5 % harina de chíá.

Tabla XXII. **Evaluación sensorial del atributo olor según escala hedónica de 9 puntos**

	OLOR		
	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Media	7,53	7,60	7,93
Desviación estándar	1,17	1,00	1,31

Fuente: elaboración propia, a partir de análisis sensorial n=30 penalistas. Apéndice 3.

Tabla XXIII. **Evaluación sensorial del atributo color según escala hedónica de 9 puntos**

	COLOR		
	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Media	7,14	7,71	8,43
Desviación estándar	1,21	0,93	1,06

Fuente: elaboración propia, a partir de análisis sensorial n=30 penalistas. Apéndice 3.

Tabla XXIV. **Evaluación sensorial del atributo sabor según escala hedónica de 9 puntos**

	SABOR		
	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Media	8,14	8,00	8,71
Desviación estándar	1,42	1,22	0,75

Fuente: elaboración propia, a partir de análisis sensorial n=30 penalistas. Apéndice 3.

Tabla XXV. **Evaluación sensorial del atributo textura según escala hedónica de 9 puntos**

	TEXTURA		
	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Media	7,29	8,14	8,00
Desviación estándar	1,91	1,36	1,24

Fuente: elaboración propia, a partir de análisis sensorial n=30 penalistas. Apéndice 3.

Tabla XXVI. **Análisis de varianza de la evaluación de atributos olor, color, sabor y textura de bebida tipo atol según escala hedónica de 9 puntos**

Característica Evaluada	F Calculada	F Crítico (p≤ 0,05)
Olor	1,48	3,16
Color	8,76	
Sabor	9,29	
Textura	7,57	

Al evaluar el atributo olor F calculado es menor que F crítico, por lo tanto, no se encuentra una diferencia significativa entre las muestras para el atributo olor.

Mientras que para los atributos color, sabor y textura puede concluirse que existe una diferencia significativa con un nivel de confiabilidad del 95 % entre los puntajes hedónicos de las muestras.

Dado que el análisis de varianza indica que hay diferencias significativas para las tres muestras en los atributos del color, sabor y textura; se determinará por medio de una prueba de comparación múltiple cuales muestras difieren significativamente una de la otra.

Fuente: elaboración propia, a partir de análisis sensorial n=30 penalistas. Apéndice 3.

Tabla XXVII. **Prueba de amplitud múltiple de Duncan para los atributos color, sabor y textura**

Diferencia significativa entre medias prueba de amplitud múltiple de Duncan, nivel de significancia 5 %			
	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
COLOR	7,14c	7,71b	8,43a
SABOR	8,14b	8,00b	8,71a
TEXTURA	7,29b	8,14a	8,00a

Las diferencias significativas entre medias se presentan utilizando letras.

Las medias seguidas de diferentes letras fueron significativamente diferentes al nivel de probabilidad del 5 %.

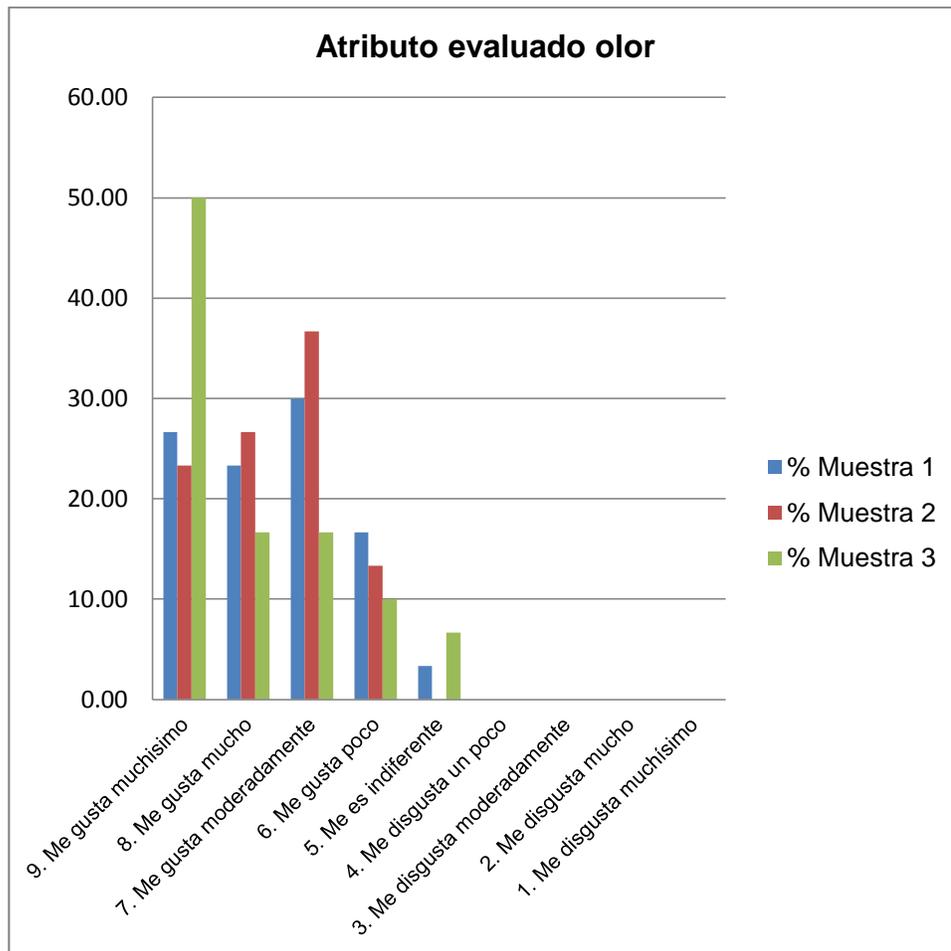
En el atributo color la muestra 3 fue significativamente más aceptada que las muestras 2 y 1 y la muestra 2 es significativamente más aceptada que la muestra 1.

Para el atributo sabor la muestra 3 es más aceptada que las muestras 2 y 1, pero al comparar las muestras 2 y 1 resultan ser igualmente aceptadas.

Mientras que en el atributo textura se tiene una mayor aceptación para la muestra 3 en comparación con la muestra 1, pero tanto la muestra 3 como la muestra 2 resultaron igualmente aceptadas y al comparar la muestra 2 con la muestra 1 resulta ser más aceptada la muestra 2.

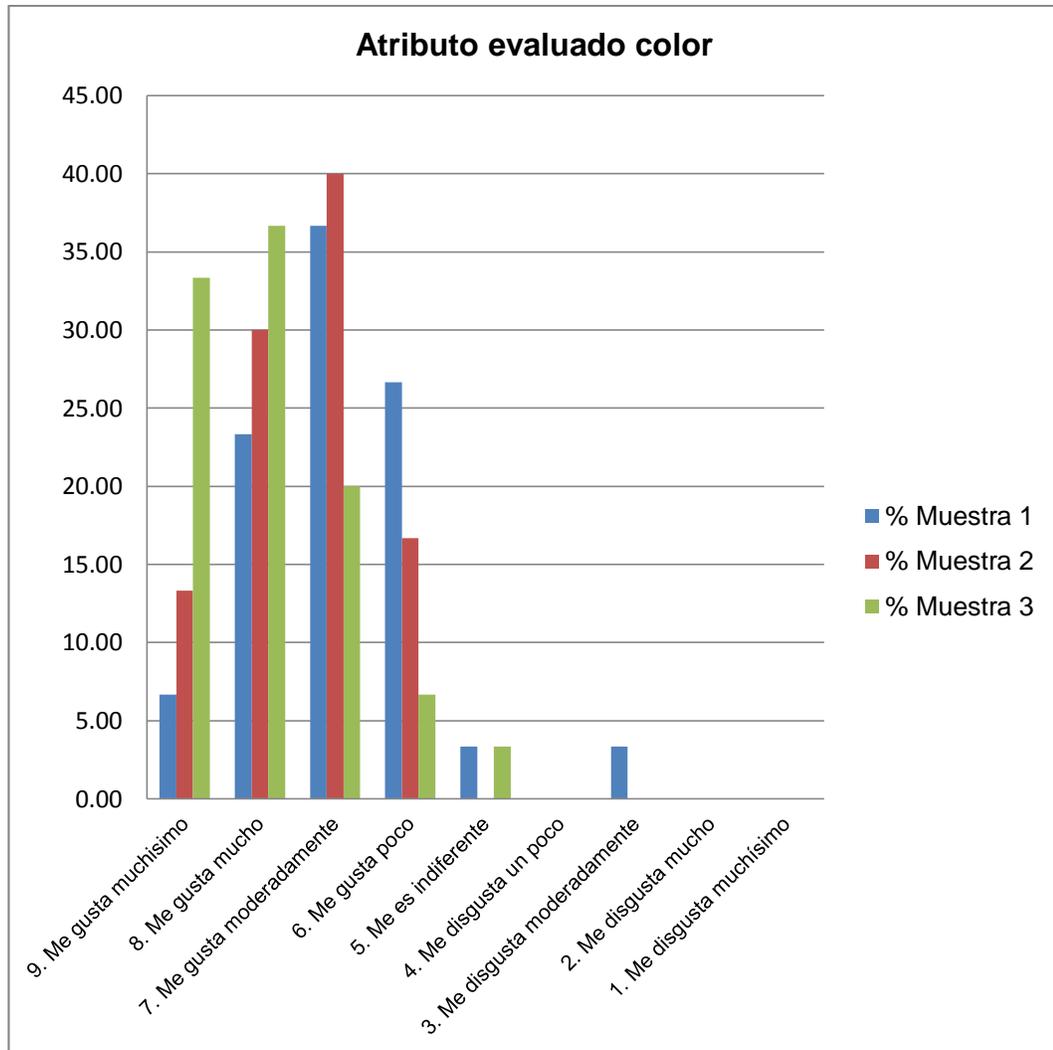
Fuente: elaboración propia, a partir de análisis sensorial n=30 penalistas. Apéndice 3.

Figura 14. Comparación porcentual (n=30) de la aceptabilidad del atributo olor de las formulaciones de bebidas tipo atol de la harina compuesta plátano verde, soya y chía



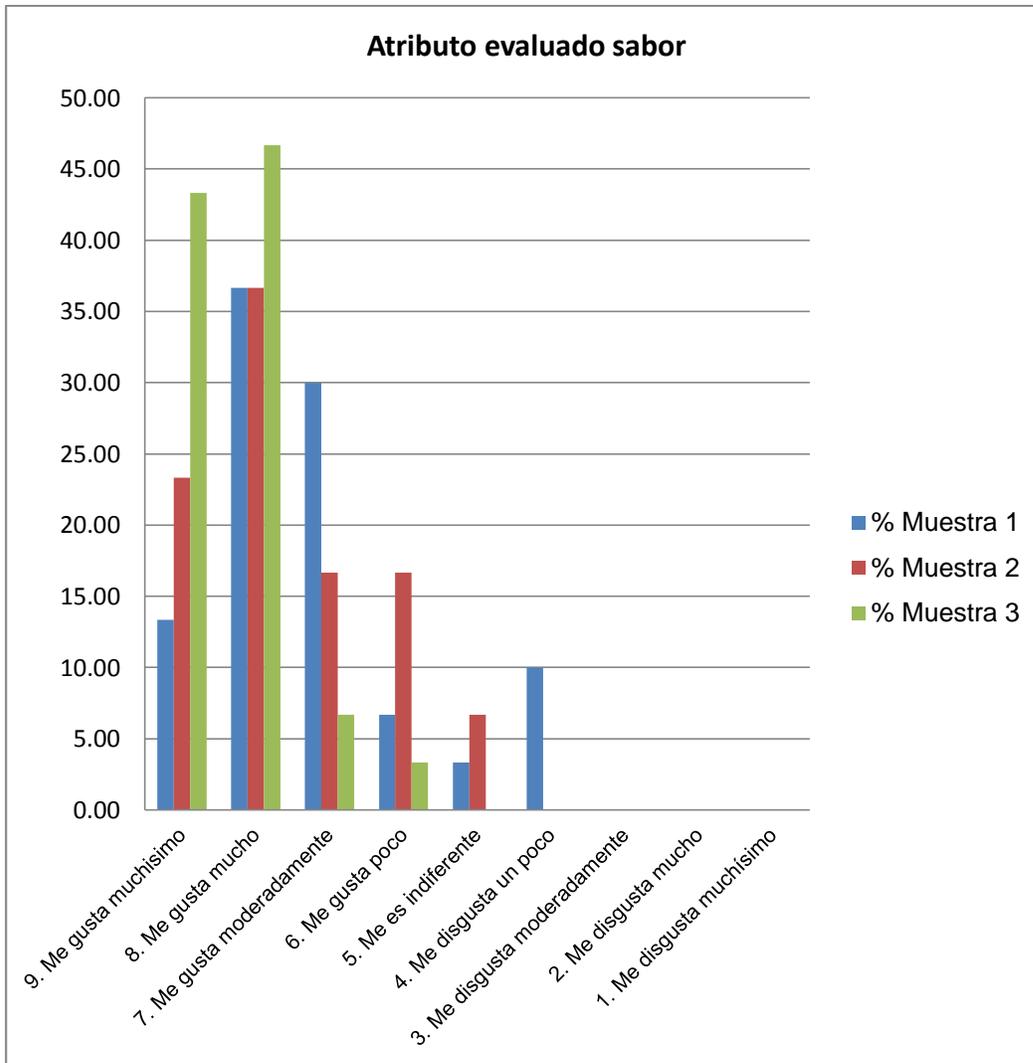
Fuente: datos experimentales. Anexos tabla XXIV.

Figura 15. Comparación porcentual (n=30) de la aceptabilidad del atributo color de las formulaciones de bebidas tipo atol de la harina compuesta plátano verde, soya y chíá



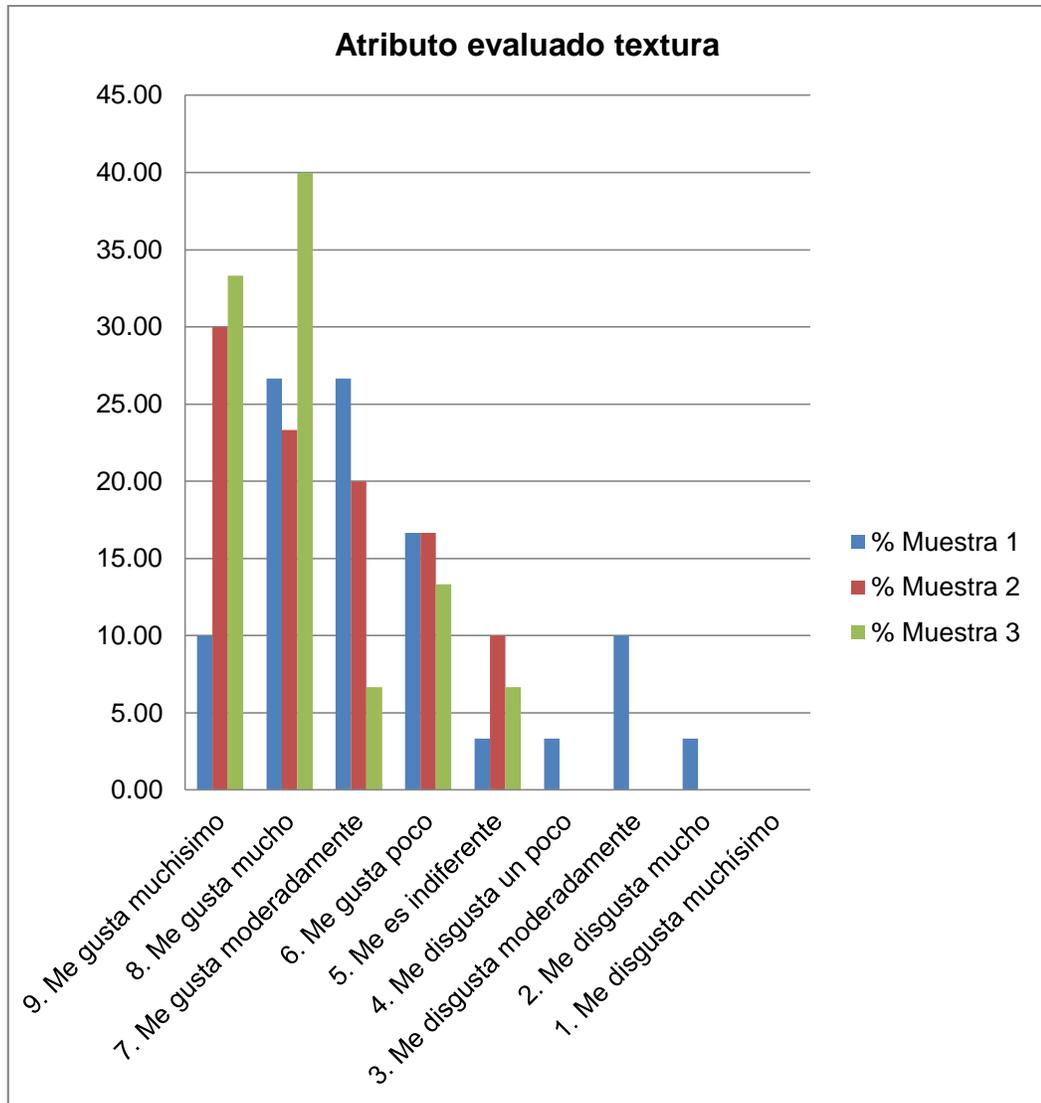
Fuente: datos experimentales. Anexos tabla XXV.

Figura 16. Comparación porcentual (n=30) de la aceptabilidad del atributo sabor de las formulaciones de bebidas tipo atol de la harina compuesta plátano verde, soya y chíá



Fuente: datos experimentales. Anexos tabla XXVI.

Figura 17. Comparación porcentual (n=30) de la aceptabilidad del atributo sabor de las formulaciones de bebidas tipo atol de la harina compuesta plátano verde, soya y chíá



Fuente: datos experimentales. Anexos tabla XXVII.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En la presente investigación se tenía como objetivo principal evaluar el valor nutricional de una harina compuesta de plátano verde, soya y chíá en distintas proporciones de mezcla (60:25:15, 70:20:10 y 80:15:5) por medio de un análisis químico proximal y formulación de una bebida tipo atol a partir de la harina compuesta obtenida. A través de un análisis sensorial se buscó determinar el grado de aceptación de los atributos olor, color, sabor y textura aplicando una prueba hedónica de 9 puntos a un panel de 30 consumidores.

Para elaborar las harinas de plátano verde, soya y chíá se inició con la selección de la materia prima, limpieza y desinfección; posteriormente se retiró la cáscara a los plátanos y a los granos de soya, para favorecer el proceso de secado los plátanos se cortaron en rebanadas de 3 mm de grosor. Se procedió a realizar el secado de los tres productos en un secador de bandejas a una temperatura de 70 °C hasta alcanzar un peso constante, llegando a una humedad final de 10 % para el plátano verde, 6.42 % para la soya y 4.51 % para la chíá. Se continuó con la reducción de tamaño con un molino de cuchillas, las harinas se tamizaron para obtener un tamaño de partícula homogéneo. Con las harinas obtenidas se realizaron tres mezclas vegetales en las proporciones anteriormente indicadas.

Se procedió a realizar el análisis químico proximal a las harinas de plátano verde, soya, chíá y a las mezclas vegetales en las proporciones (60:25:15, 70:20:10 y 80:15:5) para determinar el contenido nutricional de las mismas. Los análisis realizados fueron determinados por distintos métodos normados por AOAC entre estos la humedad, materia seca, proteínas, minerales, fibras,

extracto etéreo y carbohidratos. Mientras que el método de determinación del índice de actividad ureásica y los inhibidores de tripsina están normados por la AACC.

Los resultados obtenidos en el químico proximal pueden observarse en las tablas XV, XVI, XVII y XVIII de la sección de resultados. La harina de plátano verde proporciona un 92,55 % de carbohidratos; 2,68 % de cenizas; 3,67 % de proteínas; 0,01 % de fibra cruda y 0,34 % de extracto etéreo. La harina de soya proporciona un 18,65 % de carbohidratos; 3,06 % de cenizas; 48,07 % de proteínas; 3,14 % de fibra cruda y 21,85 % de extracto etéreo.

En lo que respecta a los análisis del procesamiento de la soya se tiene un resultado de 77,66 % en digestibilidad en KOH, 0,04 en actividad de ureasa y 0,18 IT/g en inhibidores de tripsina, lo que indica que el procesamiento de la soya fue el adecuado y los factores antinutricionales han sido inactivados correctamente y se tendrá una buena asimilación de los nutrientes de la harina de soya.

La harina de chía proporciona 61,39 % de carbohidratos; 3,80 % de cenizas; 17,53 % de proteína cruda; 10,46 % de fibra cruda y 5,09 % de extracto etéreo. Como puede observarse, tanto la harina de soya como la de chía dan mejores resultados para proteínas, fibras y extracto etéreo en comparación con la harina de plátano verde.

En lo que respecta a las mezclas vegetales la muestra 1 formada por un 60 % de harina de plátano verde, 25 % de harina de soya y 15 % de harina de chía, proporciona un contenido nutricional de 58,13 % extracto libre de nitrógeno; 2,86 % de cenizas; 17,31 % de proteínas; 8,13 % de fibra cruda y 10,20 % de extracto etéreo.

La muestra 2 formada por 70 % de harina de plátano verde, 20 % de harina de soya y 10 % de harina de chíá proporciona un contenido nutricional de 67,47 % de extracto libre de nitrógeno; 2,83 % de cenizas; 12,91 % de proteína; 6,35 % de fibra cruda y 7,71 % de extracto etéreo.

Mientras que la muestra 3 formada por 80 % de harina de plátano verde, 15 % de harina de soya y 5 % de harina de chíá proporciona un contenido nutricional de 76,16 % de extracto libre de nitrógeno; 2,87 % de cenizas; 9,85 % de proteína; 3,82 % de cenizas y 5,16 % de extracto etéreo.

Como puede observarse en los resultados del químico proximal, la harina de plátano verde mejora sus valores nutricionales en lo que respecta a proteínas, fibras, y extracto etéreo, mientras que disminuyen los valores del extracto libre de nitrógeno con la adición de las harinas de soya y chíá. Con estos resultados se puede determinar que la hipótesis alternativa es aceptada debido a que sí existen diferencias significativas entre las cantidades de nutrientes de la harina de plátano verde y las mezclas vegetales de harina de plátano verde, soya y chíá.

Las harinas obtenidas fueron analizadas microbiológicamente para comprobar que durante todos los pasos para su elaboración se respetaron las normas de higiene y seguridad alimentaria. En los resultados de los análisis bacteriológicos se tiene para el recuento bacteriano total 0 UFC/g, ausencia de *Escherichia coli*, ausencia de bacterias coliformes, ausencia de *Salmonella sp* y en el análisis micológico 0 UFC/g para el recuento de mohos y levaduras.

Se procedió a realizar el análisis sensorial de tres diferentes formulaciones de una bebida tipo atol, elaboradas con base a las tres proporciones de mezcla

anteriormente mencionadas por un panel de 30 consumidores, con una escala hedónica de 9 puntos.

En las tres formulaciones de bebidas tipo atol se evaluaron los atributos de olor, color, sabor y textura los resultados se aprecian en las figuras de la 14 a la 17.

En la figura 14 se observa que para el atributo olor para la muestra 3 se tiene un 50 % de aceptación en “me gusta muchísimo”, la muestra 2 tiene un 36,67 % en “me gusta mucho” y la muestra 1 un 30 % en “me gusta mucho”. Entonces puede concluirse que para el panel de 30 consumidores la muestra 3 es la más aceptada en el atributo olor.

En la figura 15 se observa que para el atributo color la muestra 3 tiene una aceptación de 36,67 % en “me gusta mucho”, la muestra 2 un 40,00 % en “me gusta moderadamente” y la muestra 1 un 36,67 % en “me gusta moderadamente”. No se observa una diferencia significativa en la evaluación de atributo color por el panel de consumidores, en las tres muestras los resultados son muy próximos por lo que este atributo es igualmente aceptado.

En la figura 16 se observa que para la evaluación del atributo sabor la muestra 3 tiene una aceptación de 46,67 % en “me gusta muchísimo”; la muestra 2 un 36,67 % en “me gusta mucho” y la muestra 1 un 36,67 % también en “me gusta mucho”. Por lo tanto, la muestra 3 es la más aceptada en sabor por el panel de consumidores.

En la figura 17 se observa que para el atributo textura la muestra 3 tiene una aceptación de 40,00 % en “me gusta mucho”, la muestra 2 un 30,00 % en “me gusta muchísimo” y la muestra 1 un 26,67 % en “me gusta mucho”. En

base a ello se determina que para los consumidores es más aceptable la muestra 3 para el atributo textura.

Con los resultados obtenidos en la evaluación sensorial puede establecerse que la muestra 3 formada por una proporción de mezcla de 80 % de harina de plátano verde, 15 % de harina de soya y 5 % de harina de chíá fue la más aceptada por el grupo de 30 consumidores, colocando la aceptabilidad de la bebida tipo atol en la clasificación de “me gusta muchísimo” para el atributo olor, “me gusta mucho” para los atributos color, sabor y textura. Esto se demostró con el análisis de varianza de los resultados obtenidos en la evaluación hedónica de 9 puntos, que pueden observarse en las tablas XXV y XXVI de la sección de resultados.

Según el análisis de varianza se tiene una F crítica de 3,16 y una F calculada para los atributos de 1,48 para el olor, 8,76 para el color, 9,29 para el sabor y 7,57 para la textura. Como la F calculada para el olor es menor que la F crítica se concluye que no se encuentra una diferencia significativa entre muestras para este atributo. Mientras que para los atributos sabor, color y textura sí existe una diferencia significativa.

Por medio de la prueba de Duncan se establece la diferencia entre medias para los atributos color, sabor y textura resultando que la muestra 3 es significativamente más aceptada que las 2 y 1.

CONCLUSIONES

1. El análisis de varianza y la comparación entre medias de los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de la bebida tipo atol a través de una escala hedónica de 9 puntos establece que, de las tres muestras evaluadas, la 3 con la proporción 80 % harina de plátano verde, 15 % harina de soya y 5 % harina de chía, fue la más aceptada para los atributos evaluados olor, color, sabor y textura.
2. La evaluación de la bebida tipo atol por el grupo de 30 consumidores coloca la aceptabilidad de la bebida en la clasificación de “me gusta muchísimo”. El atributo olor con un 50,00 % de aceptación, 36,67 % “me gusta mucho” para el atributo color, 46,67 % “me gusta mucho” para el atributo sabor y 40,00 % “me gusta mucho” para el atributo textura.
3. La fórmula estandarizada para la bebida tipo atol más aceptada por los consumidores incluye 2 250 ml de agua, 80 gramos de harina de plátano verde, 15 gramos de harina de soya, 5 gramos de harina de chía, 3 gramos de canela en polvo, 0,5 gramos de anís en polvo, 1 gramo de sal y 110 gramos de azúcar.
4. La bebida tipo atol con la mezcla vegetal en la proporción 80:15:5 que fue la más aceptada en la evaluación sensorial tiene un contenido más alto en proteínas, grasas, fibra cruda, y cenizas en comparación con la harina de plátano verde. Mientras que los valores de carbohidratos son más altos para la harina de plátano verde que en la mezcla vegetal.

5. El proceso de producción de la harina compuesta de plátano verde, soya y chía involucra las operaciones unitarias de secado, molienda y tamizado.

6. Con los resultados obtenidos en el químico proximal se determina que la hipótesis alternativa es aceptada, debido a que existen diferencias significativas entre las cantidades de nutrientes de la harina de plátano verde y las mezclas vegetales formadas con harina de plátano verde, soya y chía.

RECOMENDACIONES

1. Elaborar otras mezclas vegetales con la harina de plátano verde, con materias primas como camote, avena, amaranto; para formular bebidas tipo atol específicas para los niños con problemas de desnutrición.
2. Realizar más estudios sobre la importancia y beneficios de las mezclas vegetales para la población de escasos recursos en Guatemala.
3. Determinar procedimientos para elaboración de mezclas vegetales a nivel artesanal, que puedan ser utilizados por la población para la elaboración de diversos productos.
4. Promover el consumo de mezclas vegetales que proporcionan altos valores nutricionales dentro de la población guatemalteca.
5. Realizar un análisis químico proximal a la bebida tipo atol con el objeto de realizar una comparación con los valores nutricionales iniciales de la harina compuesta de plátano verde, soya y chía.

BIBLIOGRAFÍA

1. ANACAFÉ (Asociación Nacional del Café). *Cultivo de plátano*. Guatemala 2004, 23 p.
2. ARCHILA, María Isabel. *Manejo Poscosecha. Industrialización y usos de subproductos de plátano y banano*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. CORPOICA. [en línea]. Disponible en http://datateca.unad.edu.co/contenidos/303022/AVA-2014.2/303022. Entorno conocimiento 2014-2/Paq_Tec_Platano_1_.pdf. [Consulta 14 julio 2015]. 92 p.
3. BOLAÑOS SANDOVAL, Percy Giovanni. *Desarrollo de una bebida hidratante y nutritiva para deportistas, a base de arroz, plátano y aislado de soya*. Trabajo de graduación en Licenciatura en Ingeniería de Alimentos. Universidad de Valle de Guatemala, 1999, 104 p.
4. BRENNAN, J. G. et al. *Las operaciones de la ingeniería de los alimentos*. Editorial Acribia. Zaragoza España, 714 p.
5. DE GRACIA, Manuel; et al. *Guía para la producción artesanal y uso de la soya en la alimentación humana*. Instituto Nutricional de Centro América y Panamá (INCAP). Panamá 1990, 28 p.

6. ELIAS, G. Luiz. *Concepto y tecnología para la elaboración y uso de harinas compuestas*. [en línea]. Disponible en Web. <http://www.bvssan.incap.org.gt/bvs_incap/E/publica/notas/notatec6.pdf> [Consulta 11 de septiembre de 2015]. 3 p.
7. ESPINOSA MANFUGAS, Julia. *Evaluación sensorial de los alimentos*. Editorial Universitaria 2007. La Habana Cuba. 129 p.
8. FLORES PÉREZ, Alejandra Carolina. *Desarrollo de una harina a base de semilla de Amarantho (Amaranthus cruentus), Chía (Salvia hispánica) y Ayote (Curcubita moschata)*. Trabajo de graduación en Licenciatura en Nutrición. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Rafael Landívar, 2014, 125 p.
9. GUZMAN ELIZONDO, Génesis Andrea Nineth. *Extracción y caracterización fisicoquímica del mucílago de la semilla de chan (salvia hispanica L.) para su aplicación como aditivo nutritivo y espesante en la elaboración de una bebida en polvo*. Trabajo de graduación en Ingeniería Química. Facultad de Ingeniería Química, Universidad de San Carlos de Guatemala 2014, 159 p.
10. INCAP (Instituto Nutricional de Centro América y Panamá). *Guía Básica de Nutrición y Soya. Programa de Nutrición y Soya*. El Salvador 1992. 1 p.
11. INFOAGRO. *El cultivo del plátano*. [en línea]. Disponible en Web. <http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/platano.htm>. [Consulta: 9 de septiembre de 2015]. 2 p.

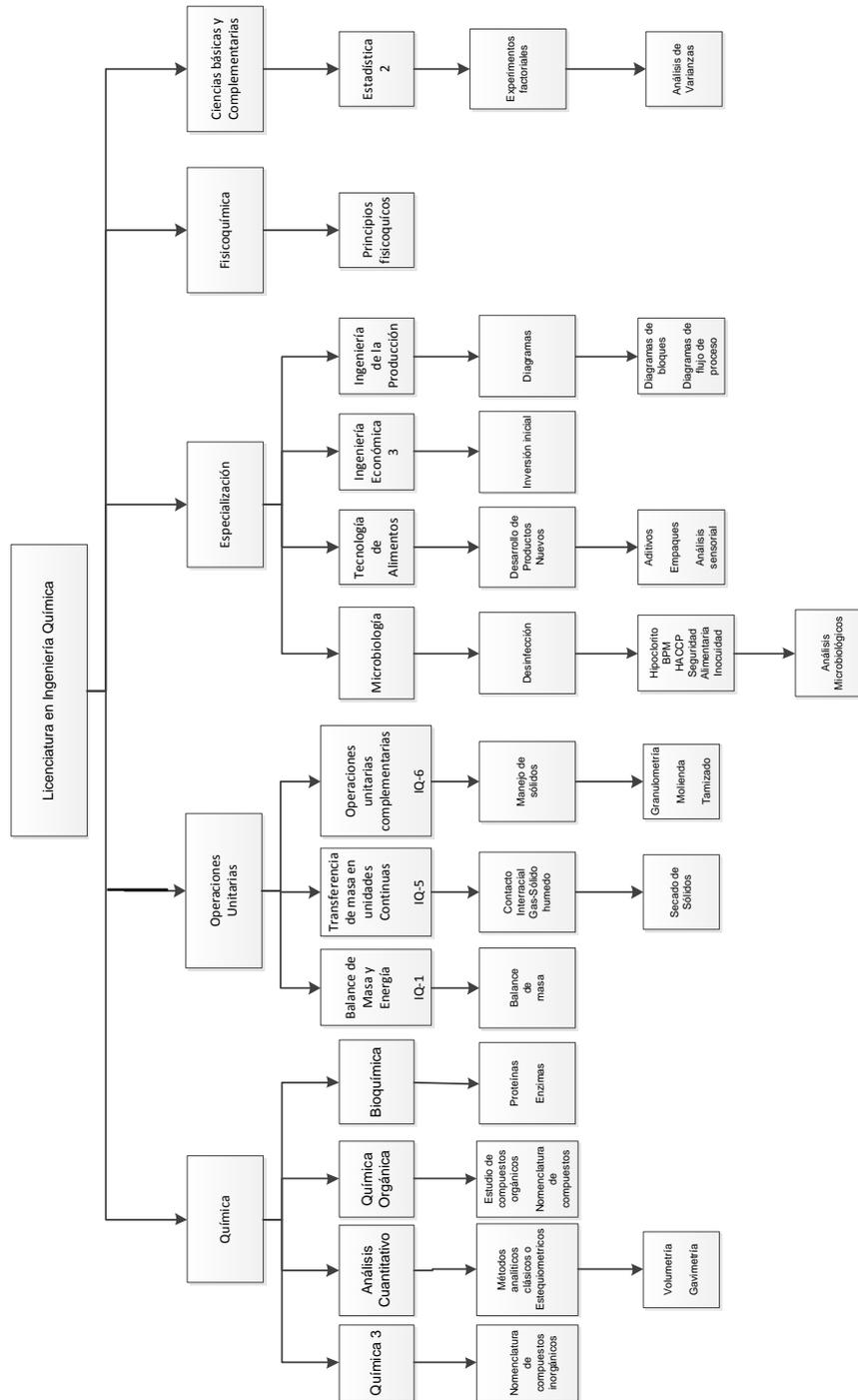
12. INFOAGRO. *El cultivo de la Soja*. [en línea]. Disponible en Web. <<http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/soja.htm>>. [Consulta 9 de septiembre 2015]. 2 p.
13. LANDAVERDE TORUÑO A. Roger. *El cultivo del plátano*. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria OIRSA. Dirección Técnica de Sanidad Vegetal. El Salvador, Septiembre del 2001, 3-35 p.
14. McCABE L. Warren, et al. *Operaciones unitarias en ingeniería química*. Cuarta Edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana. España 1991, 1 114 p.
15. MEJOR CON SALUD. *Increíbles propiedades del plátano para nuestra salud*. [en línea]. Disponible en Web. <<http://mejorconsalud.com/increibles-beneficios-que-aportan-los-platanos/>>. [Consulta 5 de septiembre 2015]. 1 p.
16. MELGAR GIL, Antonio José. *Evaluación del proceso de producción de harina de plátano (musa paradisiaca L.) para la preparación de atol y su caracterización proximal y sensorial*. Trabajo de graduación en Licenciatura en Ingeniería Química. Facultad de Ingeniería Química, Universidad de San Carlos de Guatemala 2016, 129 p.
17. MONTERO A. Rafael, MATA J. Eduardo. *La soya, guía para su cultivo y consumo en Costa Rica*. Editorial de la Universidad de Costa Rica. Primera Edición, agosto 1988, 112 p.

18. NORMAS INTERNACIONALES DE ALIMENTOS. CODEX ALIMENTARIUS. (CODEX STAN 205-1997). [en línea]. Disponible en Web. <<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-home/es/>>. Consulta: 22 de agosto de 2015, 5 p.
19. PACHECO DELAHAYE, Emperatriz, TESTA, Giusepina. *Evaluación nutricional, física y sensorial de panes de trigo y plátano verde Interciencia*, vol.30, núm. 5, mayo, 2005. Asociación Interciencia Caracas, Venezuela, p. 300. [en línea]. Disponible en Web. <<http://www.redalyc.org/homeBasic.oa>>. [Consulta: 2 de febrero de 2016]. 6 p.
20. SANTIAGO ROLDÁN, Luz del Carmen. *Valor nutritivo de harina de banana verde*. Trabajo de graduación en Nutrición. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, 2005, 86 p.
21. SINAY Jorge. *Manual de operaciones de alimentos*. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria. Junio 2001, 33 p.
22. SUPERALIMENTOS. *Chía semillas*. [en línea]. Disponible en Web. <<http://www.chiasemillas.es/>>. [Consulta 5 septiembre]. 1 p.
23. TINAGO. *Soja desactivada. Parámetros de procesamiento adecuado de semillas de soja*. [en línea]. Disponible en Web. <http://www.tinago.com.ar/linea_de_productos/soja_desactivada.html>. [Consulta 9 de septiembre 2015]. 1 p.

24. USDA. *Semillas de chía crudas*. [en línea]. Disponible en Web. <<https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3610?fgcd=&manu=&lfa cet=&format=&count=&max=35&offset=&sort=&qlookup=chia>>. [Consulta 5 de septiembre 2016]. 1 p.
25. WATTS, B.M. et al. *Métodos sensoriales básicos para evaluación de alimentos*. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. Ottawa, Canadá 1992, 184 p.
26. WIKIPEDIA. *Salvia hispánica*. [en línea]. Disponible en Web. <https://es.wikipedia.org/wiki/Salvia_hispanica>. Consulta 05 de septiembre 2016. 1 p.

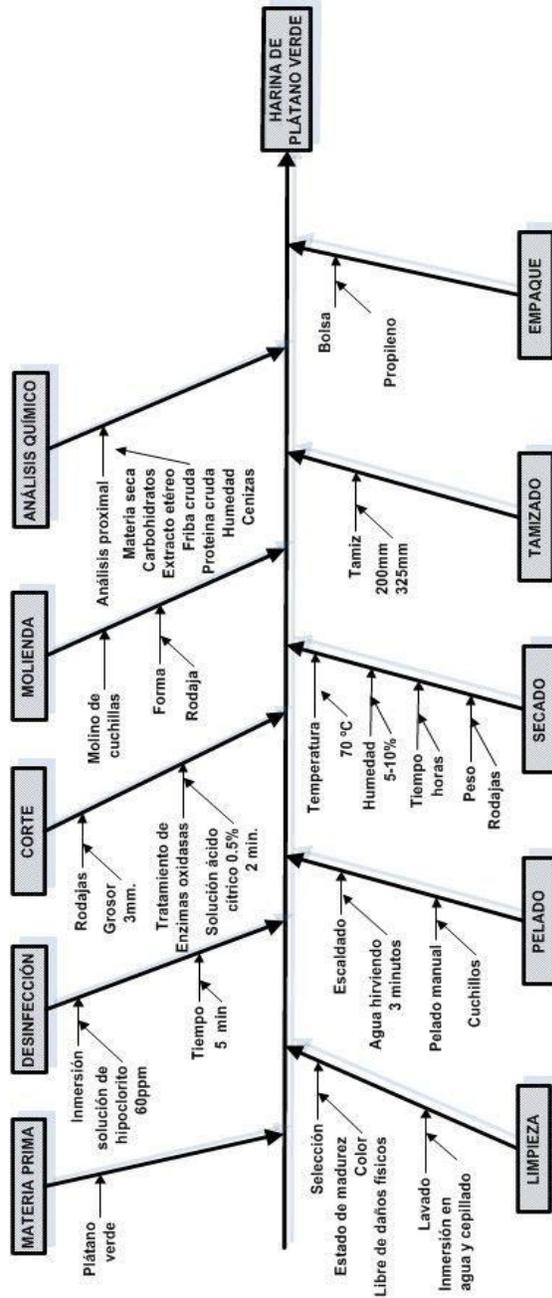
APÉNDICES

Apéndice 1. Requisitos académicos



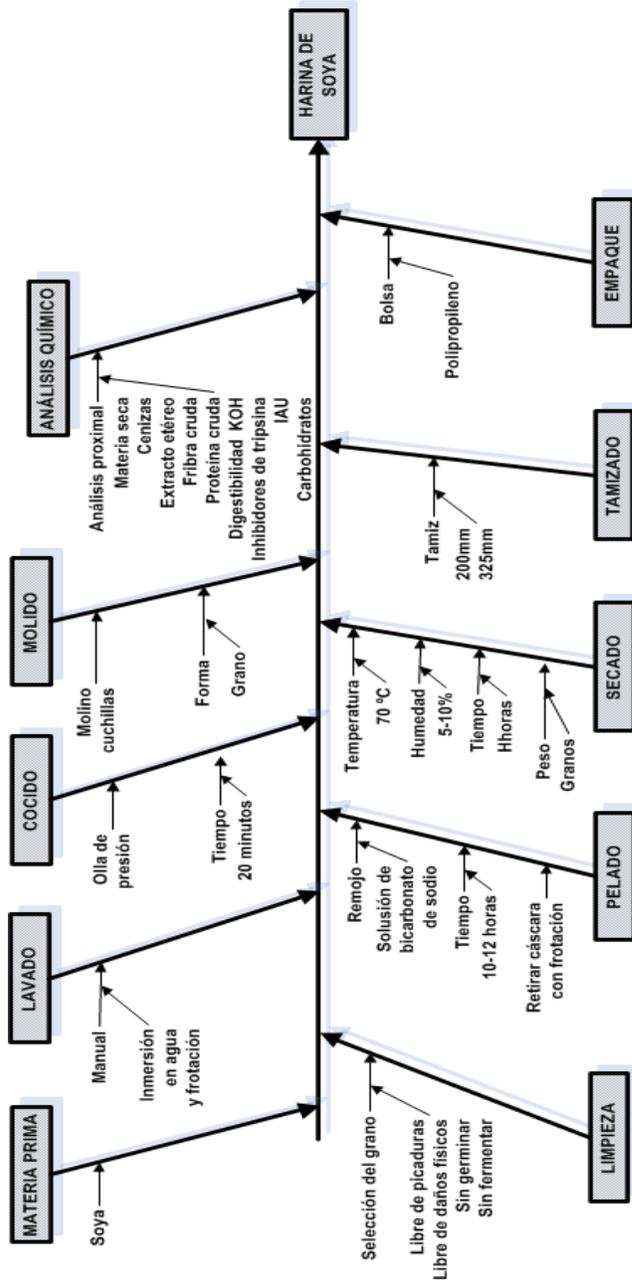
Fuente: elaboración propia

Apéndice 2. Diagrama de Ishikawa del proceso de elaboración de harina de plátano verde



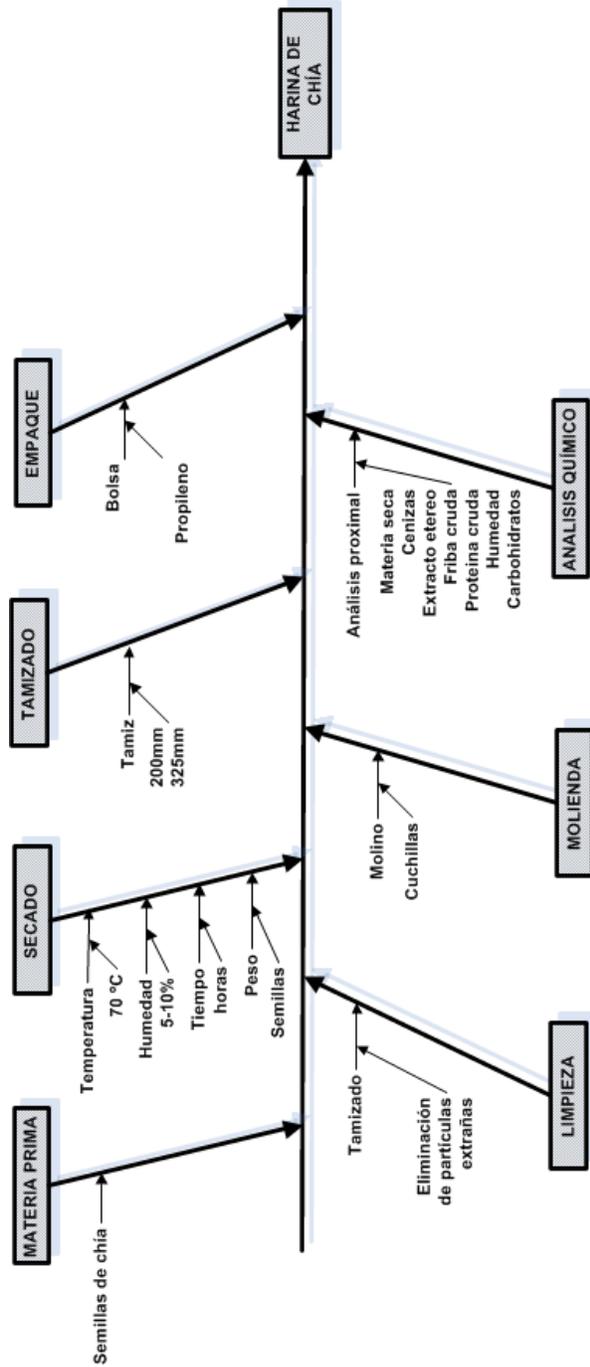
Fuente: elaboración propia

Apéndice 3. Diagrama de Ishikawa del proceso de elaboración de harina de soya



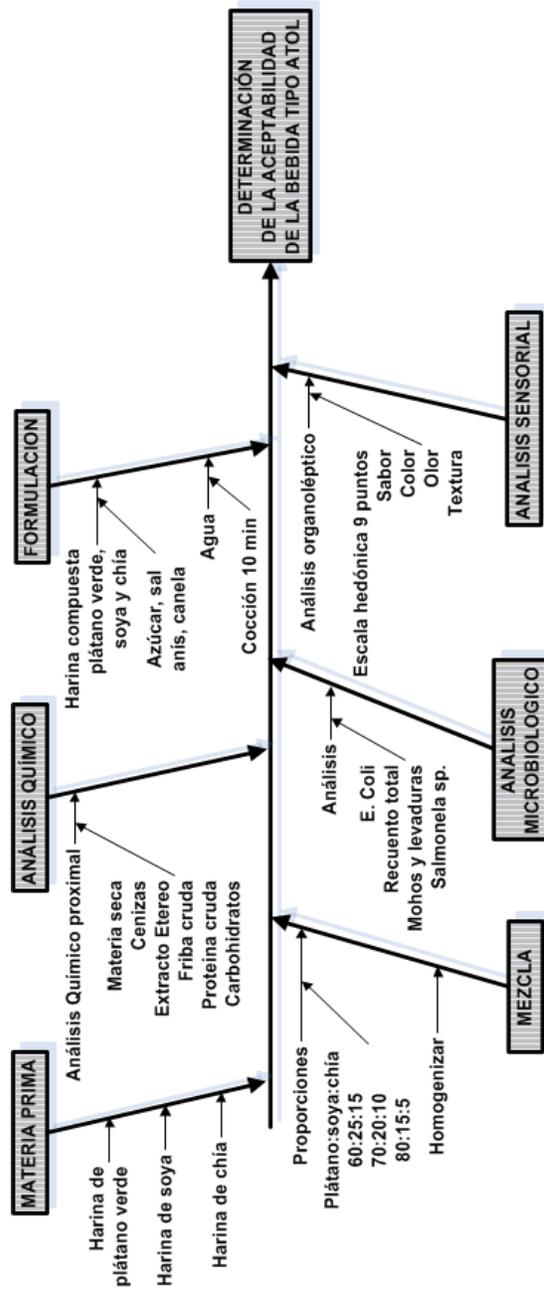
Fuente: elaboración propia

Apéndice 4. Diagrama de Ishikawa del proceso de elaboración de harina de chía



Fuente: elaboración propia

Apéndice 5. Diagrama de Ishikawa del proceso de elaboración de bebida tipo atol



Fuente: elaboración propia

Apéndice 6. Datos calculados

Se desarrolló la formulación de la bebida tipo atol con los siguientes ingredientes.

Tabla A. **Formulación de bebidas tipo atol.**

Ingredientes	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Agua (ml)	2 250	2 250	2 250
Harina de plátano verde (g)	60	70	80
Harina de soya (g)	25	20	15
Harina de chíá (g)	15	10	5
Canela en polvo (g)	3	3	3
Anís en polvo (g)	0,5	0,5	0,5
Azúcar (g)	110	110	110
Sal (g)	1	1	1
Tiempo de cocción 10 minutos a fuego lento.			

Fuente: elaboración propia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Tabla B. Puntajes evaluación sensorial escala hedónica de 9 puntos bebida tipo atol muestra 1

Penalistas	Características evaluadas			
	Olor	COLOR	SABOR	Textura
1	9	9	7	9
2	7	6	7	6
3	9	5	8	7
4	8	6	9	6
5	9	8	9	7
6	9	9	8	8
7	8	7	9	8
8	8	8	7	8
9	6	6	7	6
10	5	7	7	8
11	7	8	7	5
12	7	6	8	3
13	7	6	8	6
14	6	8	6	7
15	8	8	7	8
16	7	7	4	2
17	6	6	4	4
18	7	7	4	3
19	6	3	5	7
20	7	7	8	8
21	7	7	7	8
22	9	7	6	9
23	8	7	8	7
24	6	7	7	7
25	9	8	9	8
26	8	6	8	6
27	8	6	8	7
28	9	7	8	3
29	9	8	8	9
30	7	7	8	7
Total de tratamientos	59	50	57	51
Media	8,43	7,14	8,14	7,29
Desv. estándar	1,17	1,21	1,42	1,91

Fuente: elaboración propia. Datos experimentales.

Tabla C. Puntajes evaluación sensorial escala hedónica de 9 puntos bebida tipo atol muestra 2

Penalistas	Características evaluadas			
	Olor	Color	Sabor	Textura
1	6	9	8	9
2	7	7	7	7
3	7	6	7	8
4	9	8	9	8
5	8	7	8	8
6	9	8	9	8
7	7	9	8	9
8	8	8	8	8
9	7	8	7	7
10	7	6	9	9
11	9	8	9	9
12	8	9	9	9
13	8	7	8	6
14	8	7	8	7
15	9	8	8	9
16	7	7	7	6
17	6	6	6	5
18	7	7	6	5
19	8	7	8	7
20	8	7	6	7
21	7	8	8	6
22	9	7	6	9
23	9	7	9	8
24	7	7	7	7
25	7	9	8	9
26	7	6	5	6
27	6	6	6	6
28	9	7	9	9
29	6	8	5	5
30	8	8	8	8
Total de	53	54	56	57
Media	7,57	7,71	8,00	8,14

Fuente: elaboración propia. Datos experimentales.

Tabla D. Puntajes evaluación sensorial escala hedónica de 9 puntos bebida tipo atol muestra 3

Penalistas	Características evaluadas			
	Olor	Color	Sabor	Textura
1	9	9	9	9
2	8	8	8	8
3	7	7	8	7
4	9	9	9	8
5	9	8	9	8
6	9	9	9	8
7	9	9	9	8
8	9	9	9	9
9	8	8	8	8
10	5	7	8	9
11	9	8	8	5
12	5	6	7	6
13	8	7	9	7
14	8	7	8	8
15	9	9	8	9
16	7	7	8	6
17	6	6	8	8
18	7	8	7	6
19	9	9	9	9
20	9	8	9	8
21	9	8	9	8
22	9	8	9	9
23	7	8	8	6
24	8	8	8	8
25	9	9	9	9
26	7	8	8	9
27	6	9	6	9
28	9	7	8	8
29	6	5	8	5
30	9	9	9	9
Total de	60	59	61	56
Media	8,57	8,43	8,71	8,00

Fuente: elaboración propia. Datos experimentales.

Tabla E. **Análisis de varianza del atributo olor**

Resumen	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
1	3	24	8,00	3,00
2	3	22	7,33	0,33
3	3	23	7,67	1,33
4	3	26	8,67	0,33
5	3	26	8,67	0,33
6	3	27	9,00	0,00
7	3	24	8,00	1,00
8	3	25	8,33	0,33
9	3	21	7,00	1,00
10	3	17	5,67	1,33
11	3	25	8,33	1,33
12	3	20	6,67	2,33
13	3	23	7,67	0,33
14	3	22	7,33	1,33
15	3	26	8,67	0,33
16	3	21	7,00	0,00
17	3	18	6,00	0,00
18	3	21	7,00	0,00
19	3	23	7,67	2,33
20	3	24	8,00	1,00
21	3	23	7,67	1,33
22	3	27	9,00	0,00
23	3	24	8,00	1,00
24	3	21	7,00	1,00
25	3	25	8,33	1,33
26	3	22	7,33	0,33
27	3	20	6,67	1,33
28	3	27	9,00	0,00
29	3	21	7,00	3,00
30	3	24	8,00	1,00
Resumen	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Muestra 1	30,00	226,00	7,53	1,36
Muestra 2	30,00	228,00	7,60	1,00
Muestra 3	30,00	238,00	7,93	1,72

Continuación tabla E.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F Calculada	Probabilidad	Valor crítico para F ($p \leq 0.05$)
Penalistas	64,62	29,00	2,23	2,40	0,00	1,66
Muestras	2,76	2,00	1,38	1,48	0,24	3,16
Error	53,91	58,00	0,93			
Total	121,29	89,00				

Fuente: datos calculados.

Tabla F. Análisis de varianza del atributo color

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

Continuación tabla F.

21	3,00	23,00	7,67	0,33
22	3,00	22,00	7,33	0,33
23	3,00	22,00	7,33	0,33
24	3,00	22,00	7,33	0,33
25	3,00	26,00	8,67	0,33
26	3,00	20,00	6,67	1,33
27	3,00	21,00	7,00	3,00
28	3,00	21,00	7,00	0,00
29	3,00	21,00	7,00	3,00
30	3,00	24,00	8,00	1,00
Resumen	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Muestra 1	30	207	6,90	1,47
Muestra 2	30	222	7,40	0,87
Muestra 3	30	237	7,90	1,13

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F Calculada	Probabilidad	Valor crítico para F ($p \leq 0,05$)
Penalistas	50,93	29,00	1,76	2,05	0,01	1,66
Muestras	15,00	2,00	7,50	8,76	0,00	3,16
Error	49,67	58,00	0,86			
Total	115,60	89,00				

Fuente: datos calculados.

Tabla G. **Análisis de varianza del atributo sabor**

Resumen	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
1	3,00	24,00	8,00	1,00
2	3,00	22,00	7,33	0,33
3	3,00	23,00	7,67	0,33
4	3,00	27,00	9,00	0,00
5	3,00	26,00	8,67	0,33
6	3,00	26,00	8,67	0,33
7	3,00	26,00	8,67	0,33
8	3,00	24,00	8,00	1,00
9	3,00	22,00	7,33	0,33
10	3,00	24,00	8,00	1,00
11	3,00	24,00	8,00	1,00
12	3,00	24,00	8,00	1,00
13	3,00	25,00	8,33	0,33
14	3,00	22,00	7,33	1,33
15	3,00	23,00	7,67	0,33
16	3,00	19,00	6,33	4,33
17	3,00	18,00	6,00	4,00
18	3,00	17,00	5,67	2,33
19	3,00	22,00	7,33	4,33
20	3,00	23,00	7,67	2,33
21	3,00	24,00	8,00	1,00
22	3,00	21,00	7,00	3,00
23	3,00	25,00	8,33	0,33
24	3,00	22,00	7,33	0,33
25	3,00	26,00	8,67	0,33
26	3,00	21,00	7,00	3,00
27	3,00	20,00	6,67	1,33
28	3,00	25,00	8,33	0,33
29	3,00	21,00	7,00	3,00
30	3,00	25,00	8,33	0,33
<i>Resumen</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Muestra 1	30,00	216,00	7,20	2,03
Muestra 2	30,00	226,00	7,53	1,50
Muestra 3	30,00	249,00	8,30	0,56

Continuación tabla G.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F Calculada	Probabilidad	Valor crítico para F ($p \leq 0,05$)
Penalistas	58,99	29,00	2,03	1,98	0,0136	1,66
Muestras	19,09	2,00	9,54	9,29	0,0003	3,16
Error	59,58	58,00	1,03			
Total	137,66	89,00				

Fuente: datos calculados.

Tabla H. **Análisis de varianza del atributo textura**

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

Continuación tabla H.

20	3,00	23,00	7,67	0,33
21	3,00	22,00	7,33	1,33
22	3,00	27,00	9,00	0,00
23	3,00	21,00	7,00	1,00
24	3,00	22,00	7,33	0,33
25	3,00	26,00	8,67	0,33
26	3,00	21,00	7,00	3,00
27	3,00	22,00	7,33	2,33
28	3,00	20,00	6,67	10,33
29	3,00	19,00	6,33	5,33
30	3,00	24,00	8,00	1,00
Resumen	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Muestra 1	30,00	197,00	6,57	3,63
Muestra 2	30,00	224,00	7,47	1,84
Muestra 3	30,00	234,00	7,80	1,54

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F Calculada	Probabilidad	Valor crítico para F ($p \leq 0,05$)
Penalistas	110,06	29,00	3,80	2,35	0,00	1,66
Muestras	24,42	2,00	12,21	7,57	0,00	3,16
Error	93,58	58,00	1,61			
Total	228,06	89,00				

Fuente: datos calculados.

Tabla J. Aceptabilidad del atributo olor en la evaluación sensorial de la bebida tipo atol

Escala hedónica	Valor	% Muestra 1	% Muestra 2	% Muestra 3
Me gusta muchísimo	9	26,67	23,33	50,00
Me gusta mucho	8	23,33	26,67	16,67
Me gusta moderadamente	7	30,00	36,67	16,67
Me gusta poco	6	16,67	13,33	10,00
Me es indiferente	5	3,33	0,00	6,67
Me disgusta un poco	4	0,00	0,00	0,00
Me disgusta moderadamente	3	0,00	0,00	0,00
Me disgusta mucho	2	0,00	0,00	0,00
Me disgusta muchísimo	1	0,00	0,00	0,00

Fuente: datos experimentales. Tablas B, C y D.

Tabla K. Aceptabilidad del atributo color en la evaluación sensorial de la bebida tipo atol

Escala Hedónica	Valor	% Muestra 1	% Muestra 2	% Muestra 3
Me gusta muchísimo	9	6,67	13,33	33,33
Me gusta mucho	8	23,33	30,00	36,67
Me gusta moderadamente	7	36,67	40,00	20,00
Me gusta poco	6	26,67	16,67	6,67
Me es indiferente	5	3,33	0,00	3,33
Me disgusta un poco	4	0,00	0,00	0,00
Me disgusta moderadamente	3	3,33	0,00	0,00
Me disgusta mucho	2	0,00	0,00	0,00
Me disgusta muchísimo	1	0,00	0,00	0,00

Fuente: datos experimentales. Tablas B, C y D.

Tabla L. Aceptabilidad del atributo sabor en la evaluación sensorial de la bebida tipo atol

Escala hedónica	Valor	% Muestra 1	% Muestra 2	% Muestra 3
Me gusta muchísimo	9	13,33	23,33	43,33
Me gusta mucho	8	36,67	36,67	46,67
Me gusta moderadamente	7	30,00	16,67	6,67
Me gusta poco	6	6,67	16,67	3,33
Me es indiferente	5	3,33	6,67	0,00
Me disgusta un poco	4	10,00	0,00	0,00
Me disgusta moderadamente	3	0,00	0,00	0,00
Me disgusta mucho	2	0,00	0,00	0,00
Me disgusta muchísimo	1	0,00	0,00	0,00

Fuente: datos experimentales. Tablas B, C y D.

Tabla M. Aceptabilidad del atributo y textura en la evaluación sensorial de la bebida tipo atol

Escala hedónica	Valor	% Muestra 1	% Muestra 2	% Muestra 3
Me gusta muchísimo	9	10,00	30,00	33,33
Me gusta mucho	8	26,67	23,33	40,00
Me gusta moderadamente	7	26,67	20,00	6,67
Me gusta poco	6	16,67	16,67	13,33
Me es indiferente	5	3,33	10,00	6,67
Me disgusta un poco	4	3,33	0,00	0,00
Me disgusta moderadamente	3	10,00	0,00	0,00
Me disgusta mucho	2	3,33	0,00	0,00
Me disgusta muchísimo	1	0,00	0,00	0,00

Fuente: datos experimentales. Tablas B, C y D.

Tabla N. **Formato de la prueba hedónica**

Producto: Bebida tipo atol.

Instrucciones: Frente a usted se presentan tres muestras, por favor observe y pruebe cada una de ellas en el orden que se le dan, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada uno de los atributos en la muestra degustada, de acuerdo al puntaje de la opción a evaluar, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra. En la parte inferior coloque las observaciones que considere necesarias e indique el motivo de su elección.

PUNTAJE	OPCIÓN POR EVALUAR
9	Me gusta muchísimo
8	Me gusta mucho
7	Me gusta moderadamente
6	Me gusta poco
5	No me gusta, ni me disgusta
4	Me disgusta poco
3	Me disgusta moderadamente
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta muchísimo

CÓDIGO	Calificación para cada atributo			
	Olor	Color	Sabor	Textura
Muestra 1				
Muestra 2				
Muestra 3				
Observaciones				

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. Proceso para la obtención de las harinas

Preparación de la soya



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

Preparación del plátano verde



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

Continuación del apéndice 7

Proceso de secado



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

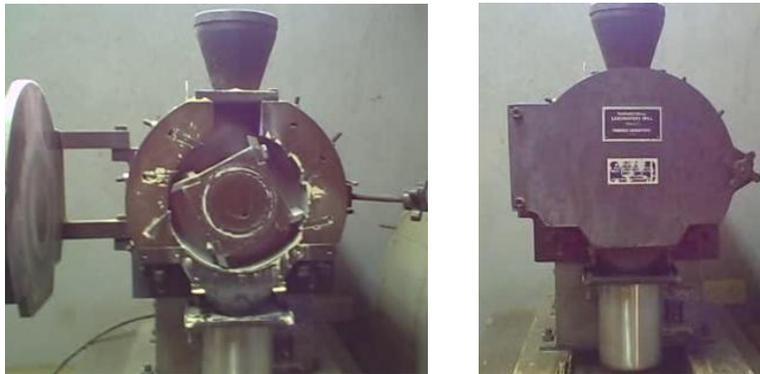
Productos al finalizar proceso de secado



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

Continuación del apéndice 7

Molino de cuchillas



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

Harinas de plátano verde, soya y chí



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

Continuación del apéndice 7

Harina compuesta plátano verde, soya y chía



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

Bebida tipo atol elaborada con la harina compuesta plátano verde, soya y chía



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

Apéndice 8. Análisis químico proximal

Figura 26. Determinación de materia seca



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

Determinación de cenizas y minerales totales.



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

Continuación del apéndice 8

Determinación del extracto etéreo



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

Determinación de fibra cruda



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

Continuación del apéndice 8.

Determinación de proteínas



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

Determinación de solubilidad en KOH en harina de soya



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

ANEXOS

Anexo 1. Informe de resultados de análisis microbiológicos

 USAC TRICENTENARIA Universidad de San Carlos de Guatemala		FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA		DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGÍA TEL. PBX 24188000, ext. 84185	
INFORME RESULTADOS DE LABORATORIO					
Remitente: Srita. Silvia Jovita Polanco Guatemala		Protocolo No.: 145/17 Fecha de Recepción: Marzo 1 de 2017			
Muestra: Harina Compuesta Plátano Verde Soya y Chía Propietario: Srita. Silvia Jovita Polanco N.		Análisis Solicitado: Bacteriológico			
Resultado:		Recuento Bacteriano Total: 0 UFC/g			
Fecha de Entrega: Marzo 14 de 2017		Sección: Bacteriología		Firma y Sello Responsable:  Dra. Jacqueline Escobar Muñoz Coordinadora Departamento de Microbiología	
					
<small>Edificio M-6 Ciudad Universitaria, zona 12, Guatemala, Centroamérica, 01012 PBX: 2418-8300 Tel: 2418-8300 Fax: 2418-8320</small>					

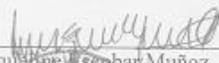
Fuente: Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Anexo 2. Informe de resultados de análisis microbiológicos

 USAC TRICENTENARIA Universidad de San Carlos de Guatemala	DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGÍA TEL. PBX 24188000, ext. 84185	
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA		
<u>INFORME RESULTADOS DE LABORATORIO</u>		
Remitente: Srita. Silvia Jovita Polanco Guatemala	Protocolo No.: 145/17 Fecha de Recepción: Marzo 1 de 2017	
Muestra: Harina Compuesta Plátano Verde Soya y Chía Propietario: Srita. Silvia Jovita Polanco N.	Análisis Solicitado: Micológico	
<u>Resultado:</u>	Recuento de Mohos y Levaduras:	0 UFC/g
Fecha de Entrega: Marzo 14 de 2017	Sección: Bacteriología	Firma y Sello Responsable:  Dra. Jacqueline Escobar Muñoz Coordinadora Departamento de Microbiología
		
<small>Edificio M-6 Ciudad Universitaria, zona 12: Guatemala, Centroamérica, 01012 PBX: 2418-8300 Tel. Directo 2416-8304 Fax: 2418-8320</small>		

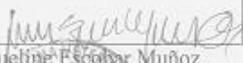
Fuente: Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Anexo 3. Informe de resultados de análisis microbiológicos

 FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA		DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGÍA TEL. PBX 24188000, ext. 84185	
INFORME RESULTADOS DE LABORATORIO			
Remitente: Srita. Silvia Jovita Polanco Guatemala		Protocolo No.: 144/17 Fecha de Recepción: Marzo 1 de 2017	
Muestra: Harina Compuesta Plátano Verde Soya y Chía Propietario: Srita. Silvia Jovita Polanco N.		Análisis Solicitado: Bacteriológico	
Resultado:		Ausencia de <i>Escherichia coli</i> Ausencia de bacterias coliformes	
Fecha de Entrega: Marzo 14 de 2017	Sección: Bacteriología	Firma y Sello Responsable:	 Dra. Jacqueline Escobar Muñoz Coordinadora Departamento de Microbiología
			
<small>Edificio M-6 Ciudad Universitaria, zona 12. Guatemala, Centroamérica, 01012 PBX: 2418-8300 Tel. Directo 2418-8304 Fax: 2418-8320</small>			

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

Anexo 4. Informe de resultados de análisis microbiológicos

 FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA		DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGÍA TEL. PBX 24188000, ext. 84185	
<u>INFORME RESULTADOS DE LABORATORIO</u>			
Remitente: Srita. Silvia Jovita Polanco Guatemala		Protocolo No.: 144/17 Fecha de Recepción: Marzo 1 de 2017	
Muestra: Harina Compuesta Plátano Verde Soya y Chía Propietario: Srita. Silvia Jovita Polanco N.		Análisis Solicitado: Bacteriológico	
Resultado:		Ausencia de Salmonella sp.	
Fecha de Entrega: Marzo 14 de 2017	Sección: Bacteriología	Firma y Sello Responsable:	 Dra. Jacqueline Escobar Muñoz Coordinadora Departamento de Microbiología 
<small>Edificio M-6 Ciudad Universitaria, zona 12, Guatemala, Centroamérica, 01012 PBX: 2418-8300 Tel. Directo 2418-8304 Fax: 2418-8320</small>			

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

Anexo 5. Informe de resultados químico proximal

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



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
 Escuela de Zootecnia
 Unidad de Alimentación Animal
 Solicitado por:



FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

Edificio M6, 2° Nivel, Ciudad Universitaria zona 1
 Ciudad de Guatemala
 Teléfono: 24188307
 Telefax: 24188307
 No. 1331 mail: bromatol2000@yahoo.es

Dirección: CIUDAD, GUATEMALA,
 No. 1331

SILVIA POLANCO,
 2E-10-2016,

Fecha de recibida la muestra:

Fecha de realización:

DEL 17 AL 21-04-2017.

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. Pepsina %	KOH %	TND %	E.R. Kcal/g
261	HARINA DE SOYA SIN CÁSCARA Y DESGRASAR	SECA	6.42	93.58	23.35	3.36	51.37	3.27	18.65							77.66		
		COMO ALIMENTO			21.85	3.14	48.07	3.06										
262	HARINA DE PLÁTANO VERDE SIN CÁSCARA	SECA	10.09	89.91	0.37	0.01	4.08	2.99	92.55									
		COMO ALIMENTO			0.34	0.01	3.67	2.68										
		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 parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.



Lic. Miguel Ángel Rodénas
 Jefe Laboratorio de Bromatología

T. L. Hana A. Moya R.
 Laboratorista

Resultados: 2017/134
 25/04/17

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

Anexo 6. Informe de resultados químico proximal



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

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



Edificio M6, 2° Nivel, Ciudad Universitaria zona 12
Ciudad de Guatemala
Teléfono: 24188307, Teléfono: 24188307 ext. 1676
E-mail: bromatologia2000@yahoo.es

FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

Ciudad, Guatemala
Del 14 al 19-10-2016.

Silvia Polanco,
14-10-2016.

Dirección:
Fecha de realización:

Solicitado por
Fecha de recibida la muestra:

Rep.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.L. %	F.C. %	PROTEINA CRUDA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	E.N. Mcal/kg	Dig. Pepsina %	E.E. Mcal/kg	E.M. Mcal/kg	E.D. Mcal/kg	
970	HARINA PLATANO VERDE, SOYA Y CHIA 70:20:10	SECA	8.03	91.97	11.09	8.84	18.82	3.11	58.13										
	COMO ALIMENTO				10.20	5.13	17.31	2.86											
971	HARINA PLATANO VERDE, SOYA Y CHIA 70:20:10	SECA	8.40	91.60	8.42	6.93	14.09	3.09	67.47										
	COMO ALIMENTO				7.71	6.35	12.91	2.83											
972	HARINA PLATANO VERDE, SOYA Y CHIA 80:15:5	SECA	8.95	91.04	5.67	4.20	10.82	3.15	76.16										
	COMO ALIMENTO				5.16	3.82	9.65	2.87											
973	HARINA DE CHIA	SECA	4.51	95.49	5.33	10.95	18.36	3.89	61.39										
	COMO ALIMENTO				5.09	10.46	17.53	3.80											

OBSERVACIONES: Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción parcial, para mayor información contactarse al teléfono 24188307.



[Signature]
Laboratorista

Lic. Magdiel Ángel Pacheco
Jefe Laboratorio de Bromatología

Resultados 2016/605
19/10/16

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

Anexo 7. Informe de resultados de análisis

PRUEBA	MÉTODO DE REFERENCIA	APLICABLE	UNIDADES	RANGO	INCERTIDUMBRE
Materia Seca	AOAC: 990.15	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 Tetator: Manual del Instituto de Analisis	1,2,3,4,5,6,9	%	1 a 300	
Fibra Cruda	Tetator: Manual del 1010/1021 Fibertec System I AOAC: 962.09 Bateman	1,2,3,4,5,6,7,8	%	1 a 60	
Fibra Acido Detergente	Tetator: Manual del 1010/1021 Fibertec System I	1,2,3,4	%	0 a 60	
Fibra Neutro Detergente	Tetator: Manual del 1010/1021 Fibertec System I	1,2,3,4	%	0 a 90	
Extracto Eterero	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	

MATERIALES EN LOS QUE SE REALIZARON LOS ANÁLISIS ACREDITADOS:

1. Heno, 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

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

Anexo 8. Informe de resultados de análisis



Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)
Unidad de Nutrición y Micronutrientes
Centro Analítico Integral (CAI)
Laboratorio de Composición de Alimentos (LCA)
Calzada Roosevelt 6-25, Zona 11, Guatemala, C.A.
PBX: (502) 2316-7900, Directo: (502) 2471-9912, Fax: (502) 2473-6529
www.incap.int

INFORME DE ANÁLISIS

No. CA-16-216

Solicitante:	Estudiante USAC	Código de Lab:	LCA-16-263
Atención:	Silvia Jovita Polanco Nájera	No. de Orden:	LCA-16-091
Dirección:	23 calle D 28-70, Villa Hermosa 2, Zona 7 de San Miguel Petapa	Fecha de ingreso:	01/6/16
Teléfono:	56231416	Fecha del informe:	22/06/16
Correo electrónico:	ariatnapol@hotmail.com	Tipo de servicio solicitado:	Inhibidores de tripsina
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA			
Empaque primario:	Bolsa plástica con nudo	Temperatura de recepción:	<input checked="" type="checkbox"/> Ambiente <input type="checkbox"/> Refrigeración
Tipo de muestra:	Harina	Fecha de inicio del análisis:	02/06/2016
Descripción por el solicitante:	Harina de soya		

I.RESULTADOS DE ANÁLISIS		
Análisis	Resultado	Metodología basada en:
Grasa cruda(g/100g)	3.53	AOAC 920.85. 18a. ed.
Inhibidores de tripsina (IT ^(c) /g ^(d))	0.18	AACC 22-90

Observaciones:

- (a) IT= Inhibidores de tripsina.
(b) 1 µg de tripsina = 1.9 unidades de tripsina, equivalente a 1 µg de inhibidores de tripsina.


Licda. Mónica Guamuch
Responsable del LCA



Los resultados corresponden solamente a las muestras analizadas en el laboratorio.
Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la aprobación escrita del laboratorio.

Anexo 9. Informe de resultados de análisis



Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)
 Unidad de Nutrición y Micronutrientes
 Centro Analítico Integral (CAI)
 Laboratorio de Composición de Alimentos (LCA)
 Calzada Roosevelt 6-25, Zona 11, Guatemala, C.A.
 PBX: (502) 2315-7900, Directo: (502) 2471-9912, Fax: (502) 2473-6529
 www.incap.int

INFORME DE ANÁLISIS

No. CA-15-329

Solicitante:	No Indica	Código de Lab:	LCA-15-845
Atención:	Silvia Jovita Polanco Nájera	No. de Orden:	LCA-15-141
Dirección:	Lote 41 Manzana A, sector 2 Villa Hermosa 2	Fecha de ingreso:	22/09/15
Teléfono:	5706-5336	Fecha del informe:	06/10/15
Correo electrónico:	ariatna@hotmail.com	Tipo de servicio solicitado:	Ureasa
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA			
Empaque primario:	Bolsa plástica con nudo	Temperatura de recepción:	<input checked="" type="checkbox"/> Ambiente <input type="checkbox"/> Refrigeración
Tipo de muestra:	Harina de soya	Fecha de inicio del análisis:	23/09/2015
Descripción por el solicitante:	Harina de soya		

I.RESULTADOS DE ANÁLISIS		
Análisis	Resultado	Metodología basada en:
Actividad de ureasa (Incremento en unidades de pH)	0.04	AACC 22-90 ⁽¹⁾

Referencias:

⁽¹⁾ American Association of Cereal Chemist. 10a. ed. 2003.

Licda. Mónica Guamuch
 Responsable del LCA



Los resultados corresponden solamente a las muestras analizadas en el laboratorio.
 Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la aprobación escrita del laboratorio.

