

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad Ingeniería



“Desarrollo de una premezcla alimenticia de harina de frijol para diabéticos”

Trabajo de investigación presentado por

Melanie Prem Morales

para optar al grado académico de Maestría en Tecnología de Alimentos y Gestión

Guatemala

2018

“Desarrollo de una premezcla alimenticia de harina de frijol para diabéticos”

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad Ingeniería



“Desarrollo de una premezcla alimenticia de harina de frijol para diabéticos”

Trabajo de investigación presentado por

Melanie Prem Morales

para optar al grado académico de Maestría en Tecnología de Alimentos y Gestión

Guatemala

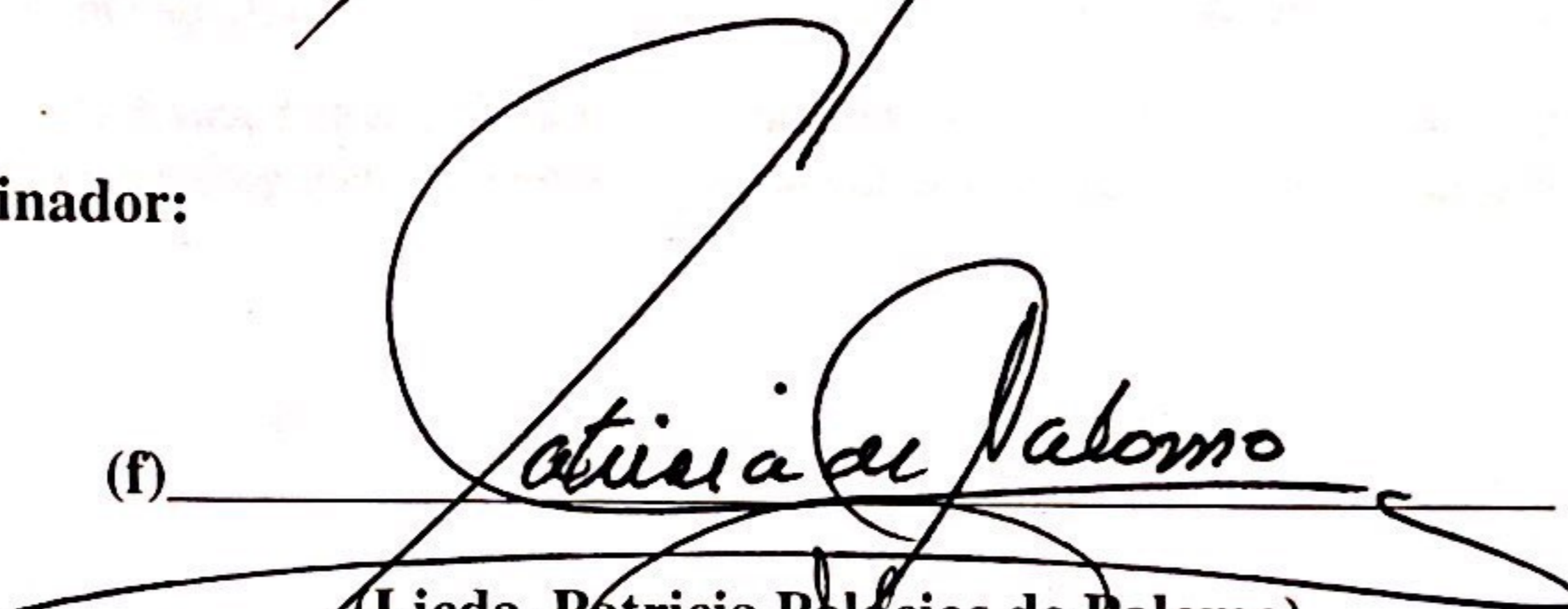
2018

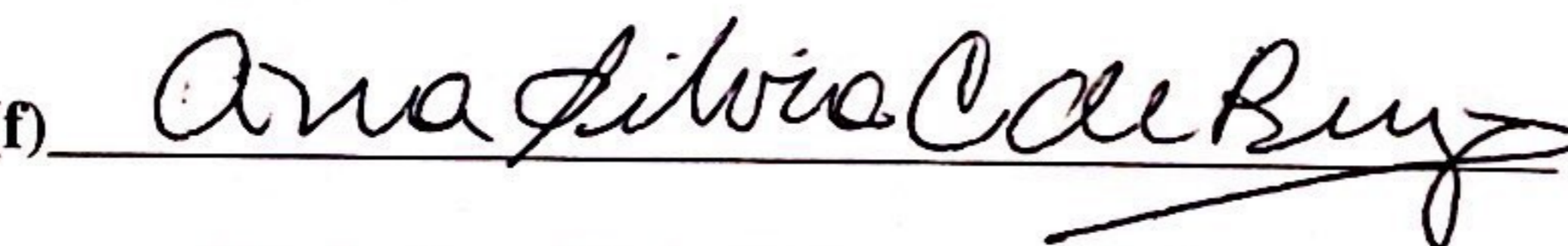
HOJA DE APROBACIÓN

Vo.Bo:

(f) 
(Licda. Patricia Palacios de Palomo)

Tribunal Examinador:

(f) 
(Licda. Patricia Palacios de Palomo)

(f) 
(Licda. Ana Silvia Colmenares de Ruiz)

(f) 
(Dra. Marializ Gramajo Rodríguez)

Fecha de aprobación: Guatemala, 30 de Noviembre de 2017.

PREFACIO

A Dios por permitirme alcanzar una meta más en mi vida, a mi familia y a mi prometido por ser siempre mi apoyo incondicional.

Al Ingeniero Luis Alvarado y a la empresa Distribuidora del Caribe por haber sido un apoyo incondicional a lo largo de mi Maestría.

A la Fundación Funda Orto por haberme permitido realizar mi trabajo de campo en sus instalaciones.

A Don Carlos Arias, Byron Fuentes a la Ingeniera Claudia Lezama y al personal de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, por su gran ayuda y paciencia durante la realización de este proyecto.

Finalmente, a la Licda Patricia Palacios de Palomo por ser un ejemplo que seguir en el avance de las tendencias de la tecnología en alimentos, y por su valioso apoyo y asesoría en el presente trabajo.

ÍNDICE

LISTADO DE TABLAS.....	VII
LISTADO DE CUADROS	VII
LISTADO DE GRÁFICOS.....	VIII
LISTADO DE FIGURAS	VIII
LISTADO DE DIAGRAMAS DE FLUJOS	VIII
RESUMEN	IX
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	3
III. OBJETIVOS	5
A. OBJETIVO GENERAL.....	5
B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
IV. JUSTIFICACIÓN	6
V. MARCO TEÓRICO	7
A. LA DIABETES EN GUATEMALA	7
B. FRIJOL.....	9
1. Generalidades del frijol.....	9
2. Composición Proximal del frijol negro	9
C. IMPORTANCIA NUTRACÉUTICA DEL FRIJOL	15
1. Polifenoles	16
2. Antioxidantes.....	16
3. Determinación de la actividad antioxidante- Método de DPPH (2,2difetil-1-picrilhidarcilo).....	17
D. RELACIÓN DEL CONSUMO DE FRIJOL Y LA PREVENCIÓN DE DIABETES.....	17
E. ÍNDICE GLICÉMICO / CARGA GLICÉMICA Y EL CONTROL CON DIABETES.....	18
F. MÉTODOS DE PROCESAMIENTO.....	19
G. FUNCIONALIDAD / APLICACIÓN DE LOS INGREDIENTES	19
VI. METODOLOGÍA.....	23
A. MATERIALES.....	23

1. <i>Materia prima</i>	23
2. <i>Equipos</i>	23
3. <i>Material de empaque</i>	24
4. <i>Costeo</i>	24
5. <i>Métodos</i>	25
B. DISEÑO EXPERIMENTAL	25
1. <i>Enfoque, tipo y diseño</i>	25
2. <i>Ubicación</i>	25
3. <i>Procesos para la elaboración de la premezcla</i>	27
4. <i>Procedimiento para la elaboración de los productos (pastel, panqueques)</i>	28
5. <i>Estabilidad de las harinas</i>	29
6. <i>Análisis sensorial</i>	30
7. <i>Análisis estadístico</i>	33
8. <i>Métodos para análisis fisicoquímicos</i>	34
9. <i>Métodos para análisis químicos</i>	35
10. <i>Determinación del porcentaje de cenizas</i>	36
11. <i>Determinación del porcentaje de grasa</i>	37
12. <i>Determinación del porcentaje de proteína</i>	38
13. <i>Determinación del porcentaje de carbohidratos totales (Método por diferencia)</i>	40
14. <i>Determinación de fibra dietética</i>	40
15. <i>Determinación de la capacidad antioxidante (método DPPH)</i>	42
16. <i>Determinación de la densidad (batido de la premezcla)</i>	44
VII. RESULTADOS	45
A. ANÁLISIS FÍSICO	45
B. ANÁLISIS SENSORIAL BATIDO/ HORNEO.....	46
C. ANÁLISIS FISICOQUÍMICO	53
D. ANÁLISIS QUÍMICO	53
E. ANÁLISIS CAPACIDAD ANTIOXIDANTE (DPPH)	54
F. EVALUACIÓN SENSORIAL	54
G. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD	59

H.	ANÁLISIS DE COSTEO.....	61
I.	POSICIONAMIENTO DEL MERCADO (ESTRATEGIA CALIDAD-PRECIO)	62
J.	DETERMINACIÓN CARGA GLUCÉMICA (CG)	63
VIII.	DISCUSION DE RESULTADOS.....	64
A.	CARGA GLICÉMICA,ÍNDICE GLICÉMICO.....	64
B.	FUNCIÓN NUTRACÉUTICA DEL FRIJOL	65
C.	ANÁLISIS FÍSICOS	65
D.	ANÁLISIS QUÍMICOS.....	66
E.	ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS	66
F.	PRUEBAS DE ESTABILIDAD.....	66
G.	COSTEO.....	66
H.	EVALUACIÓN SENSORIAL.....	67
IX.	CONCLUSIONES	68
X.	RECOMENDACIONES	69
XI.	BIBLIOGRAFÍA.....	70
XII.	ANEXOS.....	73
	ANEXO 1. BOLETA DE ANÁLISIS SENSORIAL	73
	ANEXO 2: BOLETA DE ANÁLISIS SENSORIAL. PRUEBA DE PREFERENCIA	75
	ANEXO 3. CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ANÁLISIS SENSORIAL	76
	ANEXO 4 PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DEL FRIJOL.....	77
	ANEXO 5. ANATOMÍA DEL PRODUCTO	79
	ANEXO 6. EVALUACIÓN SENSORIAL- FUNDAORTO	80
	ANEXO 7. PRUEBA DE ESTABILIDAD	83
	ANEXO 8. PRUEBA DE ACEPTABILIDAD PASTEL/PANQUEQUES (SABOR CHOCOLATE/VAINILLA	85
	ANEXO 9. PRUEBA DE PREFERENCIA (DISTRIBUCIÓN BINOMIAL, DE DOS COLAS)	87
	ANEXO 10. TABLA BINOMIAL DE DOS COLAS CON EL NIVEL DE SIGNIFICANCIA 5%.....	88
	ANEXO 11. FICHA TÉCNICA	89
	ANEXO 12. BITÁCORA DE FORMULACIONES	91
	ANEXO 13. CÁLCULO DE LA CURVA DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE (DPPH).....	94
	ANEXO 14. ANÁLISIS DE COSTEO.....	95

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Composición química y nutricional del frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	10
Tabla 2. Composición de carbohidratos de frijol negro.....	12
Tabla 3. Recomendaciones prácticas para preservar el valor nutritivo de los frijoles y evitar problemas de flatulencia.....	15
Tabla 4. Consumo de fibra dietética y riesgo de diabetes, obesidad, enfermedad coronaria y cerebrovascular basado en estudios prospectivos.	17
Tabla 5. Contenido de fibra total, insoluble y soluble en frijoles negros crudos y sometidos a tratamiento térmico.....	19
Tabla 6. Resumen de la funcionalidad de los ingredientes	22
Tabla 7. Características, usos y barrera de poliéster metalizado.....	24
Tabla 8. Clasificación de los cambios indeseables en las harinas.	29

LISTADO DE CUADROS

Cuadro 1. Materia prima para la formulación de la premezcla de harina de frijol	23
Cuadro 2. Equipo que se utilizó para la deshidratación de los granos de frijol.....	23
Cuadro 3. Equipo necesario para la elaboración de los productos alimenticios.....	24
Cuadro 4. Pruebas recetas (formulaciones).....	26
Cuadro 5. Formulación de los sabores vainilla y chocolate.....	27
Cuadro 6. Codificación de las muestras	30
Cuadro 7. Muestras.....	31
Cuadro 8. Materiales que se utilizaron para la prueba de aceptabilidad.....	32
Cuadro 9. Pasos, descripción y tiempos de elaboración de muestras.	32
Cuadro 10. Presentación de las muestras para los panelistas.	33
Cuadro 11. Prueba de granulometría realizada a la premezcla de harina de frijol.	45
Cuadro 12. Prueba de densidad.....	45
Cuadro 13. Resultados de las diferentes formulaciones (batido / horneo).	46
Cuadro 14. Formulación final.	51
Cuadro 15. Etiquetado nutricional del pastel y panqueques.	52
Cuadro 16. Índice de absorción de agua.	53
Cuadro 17. Actividad de agua (Aw).....	53
Cuadro 18. Análisis químico proximal de la premezcla.	53
Cuadro 19. Análisis de la capacidad antioxidante (DPPH).	54
Cuadro 20. Prueba de aceptación de los cuatro productos.	55
Cuadro 21. Prueba de preferencia.	56
Cuadro 22. Estabilidad a temperatura ambiente.....	59
Cuadro 23. Estabilidad en la cámara de estabilidad.....	59
Cuadro 24. Análisis de costeo.....	61

LISTADO DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Contenido de aminoácidos esenciales del frijol negro cocido.	11
Gráfico 2. Distribución porcentual de las fracciones de almidón en frijoles negros cocidos.	13
Gráfico 3. Prueba de aceptabilidad para pastel.	56
Gráfico 4. Prueba de aceptabilidad para panqueque.	57
Gráfico 5. Prueba de preferencia de las muestras de pastel y panqueques.	58

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Diversos tamaños y colores de frijol.	9
Figura 2. Procedimiento de la determinación de absorción de agua.	34
Figura 3. Prueba de humedad.	35
Figura 4. Procedimiento de determinación de cenizas.	36
Figura 5. Procedimiento de determinación de grasa.	37
Figura 6. Procedimiento de determinación de proteína.	39
Figura 7. Procedimiento de determinación de fibra dietética total.	41
Figura 8. Procedimiento de determinación de granulometría.	42
Figura 9. Procedimiento de determinación de capacidad antioxidante.	43
Figura 10. Procedimiento de determinación de la densidad del batido.	44
Figura 11. Material de empaque.	60
Figura 12. Frijol negro deshidratado.	77
Figura 13. Frijol blanco deshidratado.	77
Figura 14. Molino ciclón.	78
Figura 15. Harina de frijol.	78
Figura 16. Muestras (pastel/panqueques).	80
Figura 17. Explicación para llenar boletas a panelistas.	80
Figura 18. Prueba de muestras.	81
Figura 19. Llenado de boletas por los panelistas.	82
Figura 20. Cámara de estabilidad.	83
Figura 21. Evaluación de la harina en microscopio.	83
Figura 22. Evaluación organoléptica de la premezcla.	84

LISTADO DE DIAGRAMAS DE FLUJOS

Diagrama de flujo 1. Proceso de preparación de la premezcla.	27
Diagrama de flujo 2. Elaboración de los productos alimenticios.	28
Diagrama de flujo 3. Procedimiento para el análisis sensorial.	33

RESUMEN

Uno de los objetivos del presente trabajo fue desarrollar dos productos a base de una harina compuesta de frijol y trigo, con características fisicoquímicas, nutricionales (contenido de carbohidratos, proteínas, fibra, grasa) y apariencias sensoriales semejantes a los productos ya conocidos por los consumidores, elaborados exclusivamente a base de harinas de cereales.

Se llevó a cabo el análisis proximal de la premezcla de harina de frijol para determinar las propiedades químicas de la premezcla y asegurar que cumpla con los lineamientos para personas diabéticas, estos son: según la ADA (Asociación Americana de Diabetes) carbohidratos 45-65%, proteína 15-20%, grasa 20-35 % y un consumo de 30-35 g/día de fibra total

Se elaboraron formulaciones con diferentes proporciones de harina de frijol y trigo hasta que se obtuvo las características sensoriales semejantes a los productos ya conocidos por los consumidores.

Se evaluó la premezcla (IAA, actividad de agua, granulometría, porcentaje de humedad, cenizas, proteína, grasa, carbohidratos, fibra dietética, capacidad antioxidante).

Se llevó a cabo la evaluación sensorial a 75 diabéticos de sexo masculino y femenino en la fundación “Funda Orto”. Fue necesario verificar la aceptabilidad y preferencia de la formulación final de los dos productos hechos a base de harina de frijol con dos sabores (chocolate y vainilla) para determinar si existía alguna diferencia significativa entre ambos productos en cuanto sabor.

Por último, se determinaron los costos de producción y el tipo de empaque ideal para la premezcla.

De acuerdo con los resultados se recomienda la premezcla a base de harina de frijol, como una opción para consumo para diabéticos.

I. INTRODUCCIÓN

Con el lema “Semillas nutritivas para un futuro sostenible”, la Asamblea General de la ONU declaró el 2016 como el Año Internacional de las Legumbres (AIL), con ello se pretende crear conciencia de sus beneficios, promover su producción, comercio y fomentar usos nuevos y más inteligentes en toda la cadena alimentaria. (FAO, 2015).

Las legumbres son cultivos esenciales por numerosas razones. Las legumbres tienen muchos nutrientes y un alto contenido de proteína, son bajas en grasas y ricas en fibra soluble, que puede reducir el colesterol y ayudar a controlar el azúcar en sangre. Debido a estas cualidades, son recomendadas por las organizaciones sanitarias para hacer frente a las enfermedades no transmisibles, como la diabetes. (Organización Mundial de la Salud, 2015)

El frijol común (*Phaseolus vulgaris*) ha estado presente en la dieta del ser humano por milenios y hoy en día continúa siendo un alimento muy importante en diferentes partes del mundo especialmente en Centroamérica y Sudamérica. Es un componente básico en la dieta de muchos países latinoamericanos ya que no solo suministra fibra, algunos minerales; sino que es la fuente del 20-30% de la proteína consumida en Centroamérica. (Adams, 2006)

En particular el frijol negro tiene un gran valor en la cultura y tradiciones gastronómica de nuestro país siendo un producto de primera importancia en la dieta alimenticia diaria de la población. En Guatemala se consume preferiblemente *P. vulgaris*, el de color negro. La riqueza nutricional del frijol negro, especialmente los carbohidratos glicémicos de digestión lenta, los compuestos no digeribles fermentados por las bacterias intestinales y algunos factores antinutricionales, juegan un papel importante en la etiología de numerosas enfermedades no transmisibles (cardiovasculares, diabetes etc) de incidencia actual en Guatemala. (Serrano-Goñi, 2004).

Los frijoles juegan un papel importante en la dieta del guatemalteco no solo por su contenido energético, sino por la gran cantidad de proteína que suministran. Según la Encuesta Nacional de Consumo Aparente de Alimentos, se consumen 49.25 g al día, lo cual atribuye con 197 kcal a la ingesta energética diaria. La totalidad de las familias guatemaltecas consumen frijol negro en los tres tiempos de comida del día. (Serrano-Goñi, 2004)

Por otro lado, se ha demostrado que el frijol disminuye los niveles de glucosa sanguínea y la respuesta a la insulina. (Toñi, 2004). Estas propiedades hipoglucemiantes se han atribuido, principalmente, a sus carbohidratos complejos, a los compuestos fenólicos y a otros posibles constituyentes bioactivos, los cuales también podrían contribuir a la disminución de las complicaciones de las diabetes relacionadas con el estrés oxidativo presente en la enfermedad. (Chang SK, 2008)

Aunque los frijoles son un producto altamente aceptado y presenta grandes beneficios para la salud, su proceso industrial es muy limitado. Actualmente en el mercado solo se encuentran frijoles enlatados, tanto enteros como molidos, congelados, deshidratados y empiezan a aparecer algunos snacks que utilizan los frijoles como ingrediente. (Bonilla, 2003).

Recientemente, las harinas de las leguminosas han cobrado importancia. Estas son los polvos obtenidos directamente de la molienda de los granos. En algunos casos, antes de la molienda de los granos son sometidos a remojo y cocción, para eliminar buena parte de las sustancias antinutritivas presentes en las leguminosas, para luego ser secados, molidos y por último tamizados. El desarrollo de nuevos productos de panadería incorpora a las harinas de leguminosas como ingredientes, con la finalidad de enriquecer nutricionalmente las mezclas. La incorporación de leguminosas en la elaboración de productos de panadería tiene buenas expectativas en el mercado, sobre todo con el enfoque mercadológico adecuado, como productos funcionales con bajos costos. (Oliete y Gómez-Pa-Illarés, 2006).

En la actualidad, el frijol ha atraído la atención en países desarrollados y en vías de desarrollo debido a su carácter nutracéutico, que adicionalmente a su valor nutritivo, aporta compuestos que ayudan a prevenir o reducir enfermedades de tipo crónico como la diabetes, entre estos compuestos se encuentran la fibra dietética, compuestos fenólicos, ácido fólico, oligosacáridos etc.

Una alternativa para aumentar la disponibilidad del frijol podría ser el desarrollo de harinas compuestas de leguminosas de grano, para el desarrollo de nuevos productos. Considerando esta alternativa y que existe un gran potencial de mercado en las áreas rurales y urbanas de Guatemala de ingredientes y productos elaborados a partir de frijol, se determinó desarrollar una premezcla de harina de frijol para la elaboración de nuevos productos de panadería a partir de frijoles.

II. ANTECEDENTES

La diabetes y las complicaciones propias de la enfermedad están consideradas como una de las principales causas de mortalidad. (Kuri, *et al*, 2009).

Actualmente el 52% del total de las personas diabéticas viven en América Latina, sin embargo, el porcentaje aumentará a 62% para el 2025. Este aumento es el resultado de múltiples factores como cambios en el estilo de vida relacionados con la modernidad, sedentarismo y una inadecuada dieta. (Moreira, 2014)

El aumento que se ha dado en la cantidad de personas afectadas por Diabetes Mellitus es exponencial. Para el año 2015, se estimaba que existían en Centro y Sur América 29.6 millones de pacientes con diabetes, y para el año 2040 se espera que el número aumente a 48.8 millones. (International Diabetes Federation, 2015)

Recientemente el frijol ha recibido mayor atención debido a su carácter nutracéutico, ya que contiene componentes que juegan un papel importante en la prevención de enfermedades crónico degenerativo como la diabetes. Los efectos fisiológicos producidos por el consumo de frijol se le han atribuido principalmente a la presencia de fitoquímicos, tales como, compuestos fenólicos (taninos condensados, flavonoides y antocianinas) fibra, lectinas, ácidos grasos insaturados, ácido fítico, fibra soluble e insoluble entre otros. (Serrano, Goñi-2004)

Según el estudio “Role of Black bean *Phaseolus vulgaris* on the nutritional status of Guatemala population”, se ha demostrado que el frijol disminuye los niveles de glucosa sanguínea y la respuesta a la insulina. (Serrano, Goñi-2004). Estas propiedades hipoglucemiantes se han atribuido, principalmente, a sus carbohidratos complejos, compuestos fenólicos y a otros posibles constituyentes biocativos, los cuales también podrían contribuir a la disminución de las complicaciones de la diabetes relacionada con el estrés oxidativo presente en la enfermedad. (Xu, Chang-2008).

Según el estudio “Beans and rice meals reduce postprandial glycemim response in adults with diabetes type 2”, el consumo frecuente de frijol negro (*P. vulgaris*) disminuye los niveles de glucosa en sangre. (Thompson, *et al*-2012).

De acuerdo con el estudio “Total phenolic content and antioxidante properties of eclipse Black beans (*Phaseolus vulgaris* L.)” se demostró que las complicaciones de la diabetes son originadas por un estado inflamatorio del organismo, producido por altos niveles de glucosa. Aún más, el frijol es un alimento que contiene compuestos fenólicos con alta actividad antioxidante y pueden ser capaces de disminuir el estado inflamatorio, previniendo así el desarrollo de complicaciones que puedan llevar a la muerte del paciente diabético. (Xu, Chang-2008). Los polifenoles presentan un amplio espectro de actividades biológicas y se han propuesto como una herramienta terapéutica para desórdenes crónicos debido a su actividad antiinflamatorio. (Snatangelo y col-2007).

De acuerdo con el estudio “Role of Black bean *Phaseolus vulgaris* on the nutritional status of Guatemala population” se ha demostrado que el consumo de frijol tanto en altas como en bajas concentraciones produce efectos hipoglucemiantes y antiinflamatorias en pacientes diabéticos. (Serrano, Goñi-2004).

Actualmente en el mercado hay varios productos que utilizan como ingredientes leguminosos (frijol, lentejas, garbanzos etc.) entre estos están: snacks, galletas, barritas, tortillas, dulces etc.

El desarrollo de nuevos productos de panadería, incorporan a las harinas de leguminosas como ingredientes, con la finalidad de enriquecer nutricionalmente las mezclas. La incorporación de leguminosas en la elaboración de productos de panadería tiene buenas expectativas en el mercado. (Oliete y Gómez-Pa-Illarés, 2006).

En conclusión, al promover el consumo de frijoles y productos derivados de esta leguminosa, se podría incrementar el aporte de nutrientes, fibra y fitoquímicos importantes que contiene este alimento, lo que contribuiría al mejoramiento de la alimentación y prevención de algunos problemas de salud que actualmente afectan la población, además, se contribuiría con el rescate de un alimento que forma parte de nuestra cultura y seguridad alimentaria.

III. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Desarrollar una premezcla de harina de frijol (*Phaseolus Vulgaris*) para formular productos alimenticios dirigidos a personas diabéticas.

B. Objetivos específicos

1. Desarrollar dos formulaciones de productos alimenticios dirigidos a personas diabéticas.
2. Evaluar las propiedades fisicoquímicas, y químicas de la premezcla de harina de frijol.
3. Determinar la aceptación y preferencia sensorial de las formulaciones de los productos a base de harina de frijol con dos sabores (chocolate y vainilla).
4. Determinar el costo final de producción de la premezcla.
5. Evaluar la vida útil del producto a través de pruebas de estabilidad.

IV.JUSTIFICACIÓN

Actualmente el 52% del total de las personas diabéticas viven en América Latina, sin embargo, el porcentaje aumentará a 62% para el 2025. Este aumento es el resultado de múltiples factores como cambios en el estilo de vida relacionados con la modernidad, sedentarismo y una inadecuada dieta. (Moreira, 2014)

El aumento que se ha dado en la cantidad de personas afectadas por Diabetes Mellitus es exponencial. Para el año 2015, se estimaba que existían en Centro y Sur América 29.6 millones de pacientes con diabetes, y para el año 2040 se espera que el número aumente a 48.8 millones. (International Diabetes Federation, 2015).

La diabetes es una enfermedad crónica no transmisible, que ha tenido un impacto mundialmente por su alta prevalencia, según proyecciones de la OMS, la diabetes será la séptima causa de mortalidad en el año 2030, tanto en niños como adultos. La prevalencia mundial de la diabetes en adultos, mayores de 18 años, ha aumentado del 4.7% en 1980 al 8.5% en 2014. (Organización Mundial de la salud, 2015)

Se ha demostrado que el frijol disminuye los niveles de glucosa sanguínea (Serrano; Goñi, 2004). Estas propiedades hipoglucemiantes se han atribuido, principalmente, a sus carbohidratos complejos, a los compuestos fenólicos y a otros posibles componentes bioactivos, los cuales también podrían contribuir a la disminución de las complicaciones de la diabetes relacionada con el estrés oxidativo presente en la enfermedad. (Chang SK, 2008)

El consumo de frijol podría ser una estrategia para la prevención primaria de enfermedades cardiovasculares y diabetes en zonas rurales. (Loyola, 2008). En estudios recientes han concluido que las harinas de frijol (*P. vulgaris*) fermentadas, no fermentadas y cocidas son ingredientes que pueden ser incorporados en la elaboración y desarrollo de productos de panificación, y repostería por su aporte nutricional y por la funcionalidad que les imparte a los productos desarrollados. (Leon *et al*, 2007).

A pesar de que el procesamiento industrial de los frijoles es actualmente muy limitado, su gran aceptación y los beneficios que presentan para la salud, los productos a base de frijol tienen un gran potencial de industrialización. La gama de nuevos alimentos elaborados a partir de esta leguminosa como ingrediente es ilimitada, por esta razón se propone por medio de este estudio elaborar una premezcla alimenticia de harina de frijol y desarrollar dos nuevos productos alimenticios a base de la premezcla de harina de frijol, siendo esta una buena opción para fomentar la buena alimentación en la población e incluso podría llegar a ser la primera premezcla alimenticia de harina de frijol para diabéticos, tomando en cuenta que el costo de esta premezcla será accesible para cualquier tipo de población.

V. MARCO TEÓRICO

A. La diabetes en Guatemala

La diabetes Mellitus es una condición crónica degenerativa que comprende un grupo de desórdenes metabólicos caracterizados por hiperglicemia o altos niveles de glucosa en la sangre como resultado de problemas en la secreción de la insulina, en su acción o en ambos.

Causas:

En la diabetes tipo II el cuerpo no produce suficiente insulina o las células no hacen un adecuado uso de la insulina. La insulina es una hormona producida en el páncreas por células especiales, llamadas células beta. La insulina es necesaria para mover el azúcar en la sangre hasta las células, dentro de las células la glucosa se utiliza como fuente de energía.

Con la diabetes tipo II, los adipocitos, hepatocitos y las células musculares no responden de manera adecuada a la insulina, a esto se le denomina resistencia a la insulina, esto causa que la glucosa de la sangre no entre a las células y sea utilizada como fuente de energía, cuando la glucosa no logra entrar a las células comienza a haber una acumulación de glucosa en sangre y a esto se le denomina hiperglicemia, que es un síntoma común de la diabetes tipo II.

La diabetes tipo II puede desarrollarse tanto en personas delgadas como en personas con sobrepeso u obesidad, la acumulación de grasa en el cuerpo dificulta el uso de la insulina de la manera correcta.

- Los antecedentes familiares y los genes juegan un papel muy importante en el desarrollo de diabetes tipo II.
- La falta de actividad física
- Una inadecuada dieta

Entre los factores de riesgo para la diabetes se encuentran:

- o factores genéticos
- o hábitos alimenticios poco saludables
- o falta de actividad física
- o sobrepeso
- o obesidad
- o hipercolesterolemia

Tratamiento:

El tratamiento de la diabetes comprende de varias estrategias nutricionales, entre estas estrategias se pueden mencionar, aumento del consumo de fibra, aumento de consumo de agua pura, disminución del consumo de grasas saturadas, carbohidratos simples, pérdida de peso, adecuación de fármacos a los hábitos dietéticos y aumento de actividad física.

Según los datos del NHANES III (Encuesta Nacional de Examen de Salud y Nutrición) la prevalencia de diabetes en hombres y mujeres continúa siendo uno de los mayores problemas de salud, sin embargo, a nivel de Centroamérica específicamente en Guatemala se ha visto cómo va en aumento la necesidad de atención médica por diabetes. El aumento que se ha dado en la cantidad de personas afectadas por Diabetes Mellitus es exponencial. Para el año 2010, se estimaba que existían en el mundo alrededor de 285 millones de pacientes con diabetes, y para el año 2030 se espera que el número aumente a 438 millones. Específicamente, para Centro y Suramérica, también para el año 2010 se estimaba que aproximadamente 18

millones de personas vivían con la enfermedad y se espera que el número sea de cerca de 30 millones para el 2030. (International Diabetes Federation).

Actualmente el 52% del total de las personas diabéticas en el continente americano viven en América Latina, sin embargo, el porcentaje aumentará a 62% para el 2025. (Moreira, 2014).

En Guatemala, la poca actividad física y la mala alimentación hacen que la diabetes continúa siendo una de las principales causas de morbo-mortalidad. En población del occidente del país de Guatemala, se evidenció en el área de Sololá en la población de raza indígena una prevalencia del 7%. En este mismo estudio se comprobó otro dato importante a tomar en cuenta, es la frecuencia de obesidad, el 46% de las mujeres y 28% de los hombres. (Guzmán, 2002)

Dentro de los factores de riesgo asociados a un aumento de riesgo de Diabetes Mellitus en la población de Chimaltenango, el estudio de Berganza *et al*, demostró que el 74% de la población presentaban obesidad central, este tipo de obesidad se asocia de forma directa a la resistencia de la insulina. Todas estas variables han demostrado su influencia en aumento de riesgo de Diabetes Mellitus debido a que las personas adoptan hábitos de vida poco saludables. En Guatemala esta situación resulta una problemática debido a que la mayoría de la población se encuentra en condiciones de pobreza.

Según el estudio realizado por CADMI (Central America Diabetes Initiative), publicado en 2007, consistió en una encuesta epidemiológica coordinada por autoridades de Salud Pública en Guatemala (Ministerios de Salud Pública, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, Organización Panamericana de la Salud) cuyos objetivos eran determinar la prevalencia de diabetes en adultos de 20 años de edad o mayores, y los factores de riesgo para ambas condiciones en el municipio de Villa Nueva, en una muestra de 1397 personas. Específicamente, lo relevante para diabetes mellitus, los datos fueron los siguientes: 24.5% tenían antecedentes familiares conocidos de diabetes mellitus, la prevalencia de diabetes fue de 8.4%, y la prevalencia de glucosa alterada fue de 23.6%, en conclusión, la tercera parte 32% de la población tenía algún trastorno del control de la glucosa. (CADMI, 2007).

El taller de vigilancia y control de enfermedades efectuado en la región centroamericana por el Programa de Enfermedades No Transmisibles de la OPS estimó un total de 1, 214,368 personas afectadas por la diabetes mellitus en Centroamérica, de este total, el mayor número se encuentra en Guatemala con 368,700 personas. (Lemus, 2015)

A pesar de las políticas de salud y estrategias integradas para el control de la diabetes mellitus la prevalencia continua en incremento año tras año; actualmente la diabetes ocupa el segundo lugar como causa de muerte en la población comprendida entre los 20 y 59 años. Mientras que para la población mayor de los 60 años se ubica como la 5ta causa de muerte. Existe varios factores que intervienen en la alta presencia de diabetes, como lo son: bajos recursos económicos, alto consumo de carbohidratos por el tipo de alimentación, poca actividad física y evolución crónica y silenciosa de la enfermedad. (Lemus, 2015).

La mayoría de los países en desarrollo de América Latina se encuentran en una etapa de transición epidemiológica, que consiste en el desplazamiento en la prevalencia de las enfermedades transmisibles por las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) como las principales causas de morbilidad y mortalidad. Estos países también se encuentran en una etapa de transición nutricional, o en el cambio de los hábitos alimentarios tradicionales como el consumo alto en grasa saturada, azúcar y carbohidratos refinados y bajos en fibra. (Lemus, 2015).

B. Frijol

1. Generalidades del frijol. Dentro del grupo de las leguminosas, el frijol pertenece a la familia Fabacea, subfamilia Papilionoideae, tribu Phaseolae, y especie *Phaseolus vulgaris* L, se le conoce alrededor del mundo como varios nombres; poroto, haricot, caraota, judía, alubia, habichuela entre otros.

Las variedades del frijol se pueden clasificar de acuerdo con diversos criterios. Por su consumo como grano seco, como grano y vaina verde. A nivel mundial, los países en particular clasifican a sus variedades de frijol de acuerdo con las características de su grano, en especial en lo relativo a su tamaño y color. (Figura 1).

Dentro del color, se encuentran variedades de frijol clasificadas por su grupo blanco, crema, amarillo, café, marrón, rosado, rojo, morado, negro u otros. El tamaño determina por el peso de 100 granos y se clasifican en tres grupos de la siguiente manera: pequeños (hasta 25 g/100 semillas), medianos (entre 25 y 40 g/100 semillas) y grandes (desde 40 g/100 semillas). (Ulloa, 2011)

Figura 1. Diversos tamaños y colores de frijol.



Fuente: Ulloa, 2011

El consumo de frijoles es una buena manera de aumentar la fibra en la dieta. La clase de fibra que se encuentra en los frijoles ayuda a reducir los niveles de colesterol en la sangre y reduce el riesgo de enfermedades crónicas, tales como la diabetes, la obesidad y el cáncer. Media taza de frijoles contiene 7 gramos de fibra.

2. Composición Proximal del frijol negro. Las propiedades nutritivas que posee el frijol (*Phaseolus vulgaris*), están relacionadas con su alto contenido proteico de un 25 % y en menor medida a su aportación de carbohidratos, el 60% de carbohidratos, de este porcentaje se divide un 33% de almidón resistente, 3.34% de fibra soluble y 25.07% de fibra insoluble, en cuanto lípidos aporta no más de 2.1%. Dependiendo del tipo de frijol, el contenido de proteína varía del 14 al 33%, siendo rico en aminoácidos como la lisina (6.4a 7.6 g/100 de proteína), y la fenilalanina más tirosina (5.3 a 8.2 g/100 g de proteína), pero con deficiencias en los aminoácidos azufrados de metionina y cisteína. (Ulloa, 2011) por último tiene un alto contenido de compuestos fenólicos los cuales hacen que el frijol sea un alimento funcional.

El frijol también es considerado una fuente de calcio, hierro, fósforo, magnesio, zinc, tiamina, niacina y ácido fólico. (Ulloa, 2011).

Tabla 1. Composición química y nutricional del frijol común (*Phaseolus vulgaris*)

Indicadores	Contenido
Composición química %	
Proteína	14-33
Lípidos	1.5-6.2
Fibra total	14-19
Fibra soluble	10.1-13.4
Fibra insoluble	2.9-4.5
Cenizas	2.9-4.5
Carbohidratos	52-75
Aminoácidos esenciales (g/100 g proteína)	
Fenilalanina + Tirosina	5.3-6.2
Isoleucina	2.8-5.8
Leucina	6.4-7.6
Metionina+Cisteína	1.2-1.5
Treonina	4.4-7.0
Triptófano	-
Valina	4.5-6.7
Vitaminas (mg/100 g proteína)	
Tiamina (B1)	0.86-1.14
Riboflavina (B2)	0.14-0.27
Niacina (B3)	1.16-2.68
Piridoxina (B6)	0.34-0.64
Ácido fólico	0.17-0.58
Minerales (mg/100g)	
Calcio	9-200
Cobre	0.7-1.2
Fósforo	460
Hierro	3.8-7.6
Magnesio	200
Zinc	2.2-4.4
Otros componentes	
Tanino (mpeq.cat/g)*	9.6-131.4
Inhibidores de tripsina (UIT/mg)*	13-29
Ácido fítico (%)	0.6-2.7

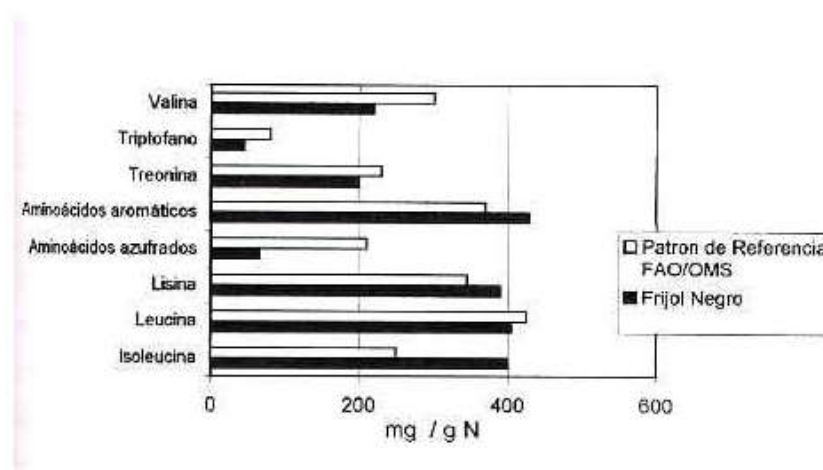
Fuente: Paredes-López, 2006

a. Composición proteica. El frijol se considera una de las principales fuentes de proteína en la dieta del guatemalteco, esto se debe a su alto contenido en proteína que es de dos a tres veces mayor al de los cereales. Las proteínas que contiene el frijol poseen una buena composición de aminoácidos como tirosina, lisina, prolina, leucina e isoleucina y es deficiente en aminoácidos azufrados (metionina y cisteína). (Guzmán, 2002).

Su utilización biológica se ve afectada por la presencia de factores inhibidores de su absorción, tales como taninos y ácido fítico. Por otro lado, la mayor parte de estos inhibidores son termolábiles, por lo que su capacidad inhibitoria se reduce significativamente en los procesos térmicos culinarios.

La calidad de la proteína del frijol cocido puede llegar a ser de hasta un 70% comparado con una proteína de origen animal a la que se le asigna el 100%. (Ulloa, 2011-Jacinto, 2003).

Gráfico 1. Contenido de aminoácidos esenciales del frijol negro cocido.



Fuente: Serrano-Goñi, 2004

b. Composición de carbohidratos. Los carbohidratos son los componentes mayoritarios del frijol negro. La mayor parte son carbohidratos complejos, almidón y fibra dietética, y la fracción de azúcares (mono y disacáridos) es significativamente menos. En cuanto a los carbohidratos, 100 gramos de frijol negro crudo aportan de 52-76%, cuya fracción más importante la constituye el almidón. (Campos-Vega, 2009).

Los carbohidratos más importantes que constituyen al frijol son básicamente el almidón y la fibra soluble e insoluble, por lo que lo hace ser un alimento de bajo índice glicémico. La composición del almidón va de un 23.2% a 35.2%.

Se ha relacionado a los carbohidratos no digeribles que componen la fibra dietética con un efecto protector antes enfermedades cardiovasculares, diabetes, obesidad y enfermedades diverticulares. (Kuto, *et al*, 2003).

Tabla 2. Composición de carbohidratos de frijol negro.

	(% materia seca)
Carbohidratos glicémicos	
Glucosa libre	0.1
Almidón total	42.9
Almidón rápidamente digerible	7.5
Almidón lentamente digerible	8.4
Índice glicémico (pan blanco como referencia)	28
Carbohidratos no glicémicos	
Fibra dietética total	27.0
Fibra soluble	4.5
Fibra insoluble	22.6
Almidón resistente	26.9
Oligosacáridos no digeribles	
Rafinosa	0.40
Estquiosa	3.23
Verbascosa	0.12

Fuente: Serrano-goñi, 2004

1. Carbohidratos glicémicos. Los carbohidratos glicémicos son digeridos y absorbidos en el intestino delgado y, por lo tanto, modifican los niveles de glicemia en la sangre. Entre los carbohidratos glicémicos se encuentra el almidón y oligosacáridos digeribles y glucosa libre. El almidón representa la principal fracción, de energía, el contenido del almidón es relativamente alto, 42.9%, sin embargo, la mayor parte de este es un 62.7% es almidón resistente a la digestión por la alfa-amilasa pancreática. Esto permite que estos carbohidratos posean una resistencia al hidrólisis enzimática, produciendo una lenta digestión y absorción de glucosa al torrente sanguíneo. El frijol se considera un alimento de bajo índice glicémico.

2. Carbohidratos no glicémicos. Los carbohidratos no glicémicos resisten la acción de las alfa amilasas digestivas y alcanzan el intestino grueso donde pueden ser fermentados por las bacterias colónicas. Estos carbohidratos no afectan directamente la respuesta glicémica, pero afectan diferentes aspectos debido a su capacidad para modular la composición de la microbiota colónica y a los efectos fisiológicos de los productos finales de la fermentación anaerobia. (Goñi, 2001)

El bajo índice glicémico del frijol a demás del almidón resistente también puede ser atribuido a la presencia de fitohemagluteninas, que actúan como inhibidores de la amilasa intestinal disminuyendo el transporte y la absorción de glucosa en el lumen. Además, los taninos presentes en los frijoles pueden tener actividad anti-amilasa, dificultando la digestión de los carbohidratos glicémicos e incrementando el porcentaje de carbohidratos resistentes a la digestión. (Biliaderis, 2007).

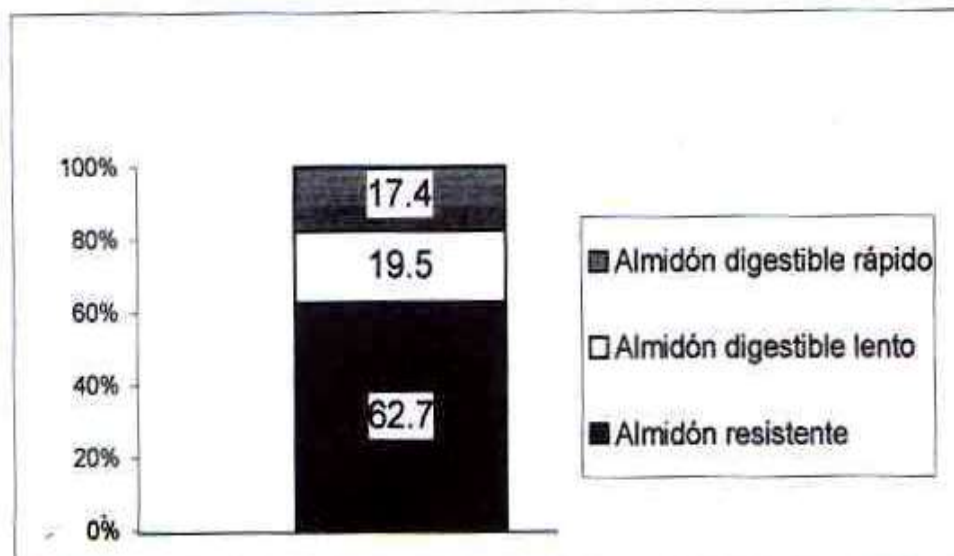
Entre los carbohidratos no glicémicos presentes en el frijol se encuentra: almidón resistente, polisacáridos de la de la fracción de fibra dietética y oligosacáridos no digeribles. La cáscara del frijol representa el mayor contenido de polisacáridos celulósicos estructurales y lignina.

a. Almidón resistente. El frijol también se caracteriza por tener almidón resistente, que se define como la suma del almidón y los productos de la degradación del almidón que no se absorben en el intestino delgado de individuos sanos. (Maria-Lajolo y Wenzel, 2006).

El contenido de almidón resistente le confiere al frijol las características de proporcionar alimentos de bajo índice glicémico ya que la velocidad de digestión del almidón y por lo tanto la liberación de glucosa en sangre es relativamente más lenta después de su ingestión. (Biliaderis e Izudorczyk, 2007).

Se ha identificado que el almidón resistente de las leguminosas reduce la respuesta glicémica e insulinémica post-prandial. (Vargas-Torrer, *et al*, 2004)

Gráfico 2. Distribución porcentual de las fracciones de almidón en frijoles negros cocidos.



Fuente: Maria-Lajolo y Wenzel, 2006.

Uno de los objetivos nutricionales propuestos por el Comité de Experto de la FAO/OMS, es conseguir que la población consuma alimentos de bajo índice glicémico (IG), ya que se relacionan con una menor incidencia de factores de riesgo de enfermedades como la diabetes.

3. Fibra. Según se muestra en la Tabla 2, el frijol negro cocido contiene alrededor de un 4.5% y 22.6% de fibra dietética soluble e insoluble. El frijol negro también es una buena fuente de fibra cuyo valor varía de 14-19g/100g del alimento crudo, del cual hasta la mitad puede ser fibra soluble. Los principales componentes químicos de la fibra en el frijol son las pectinas, pentosanos, hemicelulosa, celulosa y lignina. (Ulloa, 2011).

Dentro de los beneficios fisiológicos que ejerce la fibra son: como laxante y/o atenúa los niveles de colesterol en sangre y/o atenúa la glucosa en sangre. (Escudero, 2006).

a. Fibra soluble. La fibra soluble está representada por la fracción de polisacáridos no relacionados con el almidón como lo son gomas pectinas y oligosacáridos. El contenido de fibra soluble en el frijol común se ha reportado en un intervalo de 3.1 a 7.6 % (Campos-Vega, 2009).

b. Fibra insoluble. La fibra insoluble se compone principalmente de lignina y polisacáridos no almidones (hemicelulosa y celulosa). Tiene capacidad de retención de agua y por ende consigue formar mezclas de baja viscosidad, incrementando el llenado gástrico, y también acelera el tránsito intestinal. (Escudero y González, 2006).

Varios autores han reportado un contenido de fibra insoluble en frijol común entre 25.07 mg/g y 0.6% por gramo de harina (Feregrino-Pérez, 2008; Campos-Vega, 2009)

c. Composición en grasas. El contenido de grasa en el frijol es bajo (14%), la fracción de los lípidos es la más pequeña va de 1.5 a 6.2g/100 g, constituida por una mezcla de acilglcéricos cuyos ácidos grasos predominantes son el mono y el poliinsaturados. (Ulloa, 2011- Campos-Vega, 2009).

d. Componentes antinutricionales del frijol. Los frijoles contienen unas sustancias que limitan tanto la calidad nutricional como la absorción y la disponibilidad de ciertos nutrientes. Estas sustancias han sido llamadas como factores antinutricionales. Entre estos componentes del frijol destacan los inhibidores de tripsina, taninos, lectinas y el ácido fítico, esta forma complejos insolubles que hacen disminuir la absorción de ciertos minerales como el zinc, calcio y hierro. (Elías, 2015).

Los inhibidores de tripsina son considerados comúnmente como inhibidores proteolíticos y pueden provocar retardo en el crecimiento e hipertrofia pancreática, con respecto a los taninos, además de disminuir la digestibilidad de proteínas, limitan la biodisponibilidad de minerales como el hierro y zinc.

Otro componente antinutricional está las lectinas, son proteínas que inducen el crecimiento del páncreas en ratas y producen ulceración y necrosis en el intestino.

Otra familia de componentes que se consideran indeseables en el frijol son ciertos oligosacáridos como la rafinosa, estaquiosa y verbascosa, los cuales no son hidrolizados en la primera etapa de la digestión y terminan fermentados en ácidos grasos de cadena corta y gas en el colon, lo que provoca problemas de flatulencia.

Tabla 3. Recomendaciones prácticas para preservar el valor nutritivo de los frijoles y evitar problemas de flatulencia

Para preservar el valor nutritivo	Para evitar flatulencia y mejorar la digestión
<ol style="list-style-type: none"> 1. Dejar en remojo los frijoles por lo menos por 8 horas. Dejarlos la noche anterior del día de la cocción es una práctica sencilla. Para mayor preservación de nutrientes no elimine el agua de remojo. 2. Cocinar preferiblemente en “olla de presión”, la cocción rápida contribuye a conservar los nutrientes. 3. Cocinar sin sal, hasta máxima suavidad o al gusto del consumidor, agregar la sal u otros componentes hasta el final de la cocción. 4. Ya cocinados los frijoles separarlos según la preparación y consumo, lo que no se vaya a utilizar congelarlos. 5. Descongelar los frijoles que vayan a consumirse. 6. Evitar estar recalentando los frijoles y congelándolos. 7. Estas prácticas ayudan a mantener el contenido de ácido fólico y tiamina. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Masticar bien los alimentos, la digestión empieza desde la boca 2. Introduzca los frijoles poco a poco a su dieta, especialmente si ya tiene ratos de no consumirlos. 3. Hacer una mezcla de frijoles negros y rojos ya que los rojos se han demostrado que se digieren mejor, 4. Si persiste la flatulencia, eliminar el agua de remojo y cocinar con agua nueva y limpia.

Fuente: Castillo, 2003.

Sin embargo, según Guzmán-Maldonado *et al.* (2002) y Ulloa *et al.* (2011) los componentes que históricamente fueron considerados como factores antinutricionales de las leguminosas, en los últimos años se ha demostrado que están relacionados con la prevención o el tratamiento de ciertas enfermedades, sobre todo a dosis bajas cómo es posible encontrarlas en las formas habituales de preparación para su consumo, como por ejemplo por medio de cocción.

Las sustancias como fitatos, flavonoides, cumarinas, triterpenos, lignanos, fenoles y oligosacáridos (Guzmán-Maldonado, 2002; Ramírez *et al.* 2011) han sido identificados como elementos protectores contra algunos de los factores que estimulan el crecimiento de los tumores y el envejecimiento de los tejidos (Feregrino, 2008) y además ayudan a reducir el riesgo de padecer otras enfermedades crónico-degenerativas (Goñi, 2004).

C. Importancia nutracéutica del frijol

La definición de un alimento nutracéutico o funcional se refiere a aquel alimento que, por sus componentes fisiológicos activos, provee beneficios más allá de la nutrición básica y puede prevenir enfermedades o promover la salud. (Gúzman, 2002).

En los últimos años se ha reconocido que las enfermedades crónicas degenerativas tales como la diabetes, están afectando a una gran parte de la población mundial, no sólo en países desarrollados en los cuales existe abundancia de alimento, sino también en los países en vías de desarrollo.

En el campo de los alimentos nutracéuticos, cada vez se reconoce más el efecto benéfico de algunos de los fitoquímicos del frijol común. Inclusive, compuestos presentes en estas leguminosas que históricamente fueron reconocidos como factores antinutricionales, están relacionados con la prevención o el tratamiento de ciertas enfermedades, entre ellas la diabetes. (Gúzman, 2002). A su vez el frijol proporciona

beneficios más allá de la nutrición básica y puede prevenir enfermedades o promover la salud. Algunos de los fitoquímicos actualmente reconocidos en el frijol son: fibra, polifenoles, taninos, y lectinas.

Existe gran cantidad de investigación sobre los nutrientes presentes en el frijol, su digestibilidad y biodisponibilidad, y en los últimos años algunos estudios han empezado a enfatizar sobre la importancia del frijol como un alimento funcional. Es importante recalcar que el crecimiento anual del mercado de alimentos funcionales se calcula actualmente entre 15 y 20%. (Bonilla, 2003).

Estudios clínicos han mostrado que la incorporación de fibra en la dieta y el consumo de alimentos de bajo índice glicémico, características que presenta el frijol, ayudan en el control de la obesidad y el manejo de la diabetes; además de prevenir el riesgo de enfermedades cardiovasculares. Los frijoles cocidos son una buena fuente de fibra soluble, ya que contienen aproximadamente 4 gramos de fibra por taza. (Bonilla, 2003)

La evidencia científica continúa acumulándose en apoyo al papel de los fitoquímicos en la prevención y tratamiento de enfermedades, como consecuencia del número de componentes que tienen un efecto benéfico sobre la salud.

El papel que juega la fibra del frijol como fitoquímico es por su efecto hipoglucemiante. También el almidón resistente del frijol puede ejercer el mismo efecto que la fibra.

Es por eso por lo que las leguminosas, han sido catalogadas como un “alimento funcional”, es decir un alimento que además de nutrientes, aporta otras sustancias que tienen efecto benéfico sobre la salud. (Gúzman, 2002; Ulloa, 2003).

1. Polifenoles. Los compuestos fenólicos son originados de una de las principales clases de metabolitos secundarios en plantas, derivados de la fenilalanina. Los compuestos fenólicos actúan como antioxidantes naturales presentes en el frijol, los polifenoles están relacionados con el sabor terroso del frijol. Hay evidencia que la correlación entre el contenido de polifenoles y actividad antioxidante están relacionados. Entre mayor sea la actividad antioxidante mayor contenido de polifenoles. De tal manera que se está considerando al frijol como una buena fuente de compuestos fenólicos en la dieta, tomando en cuenta que es un alimento de costo accesible y que se tiene bien incorporado a los hábitos tradicionales de alimentación. (Martínez, 2013).

2. Antioxidantes. Los antioxidantes son un grupo de sustancia que al estar presentes en concentraciones bajas con respecto al sustrato oxidable, retrasan o previenen significativamente la oxidación de este.

Los antioxidantes impiden que otras moléculas se unan al oxígeno, al reaccionar o interactuar más rápido con los radicales libres de oxígeno y las especies reactivas de oxígeno y de nitrógeno que con el resto de las moléculas presentes. Actúan como eliminadores, con el objetivo de mantener el equilibrio prooxidante/antioxidante a favor de estos últimos.

Los compuestos fenólicos son efectivos donadores de hidrógenos. Su potencial antioxidante es dependiente del número y de la posición de los grupos hidroxilos y su conjugación, así como de la presencia de electrones en el anillo estructural, debido a la capacidad que posee el grupo aromático de soportar el desapareamiento de electrones por desplazamiento. (Antolovich et al, 2002).

Los compuestos fenólicos presentan actividad antioxidante mediante la captura de radicales libres. Se consideran radicales libres aquellas moléculas que en su estructura atómica presentan un electrón desapareado o impar en el orbital externo, dándoles inestabilidad y una gran capacidad de combinarse inespecíficamente con biomoléculas como carbohidratos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos y derivados de cada uno de ellos.

Los radicales libres se asocian con un número de enfermedades, incluyendo enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas. La capacidad antioxidante de los compuestos fenólicos es determinante por su estructura, en particular la facilidad con la cual un átomo de hidrógeno del grupo aromático puede ser donado a un radical libre y la capacidad de un compuesto aromático para soportar un electrón desapareado. (Martinez, 2013).

3. Determinación de la actividad antioxidante- Método de DPPH (2,2difetil-1-picrilhidarcilo). El método DPPH se atribuye a la deslocalización del electrón desapareado, cuando una disolución de DPPH entra en contacto con una sustancia que puede donar un átomo de hidrógeno o con una especie de radical se produce la forma reducida DPPH-h o DPPH-R con la consecuente pérdida del color y por lo tanto la pérdida de la absorbancia. La capacidad antioxidante se expresa como porcentaje de inhibición del radical.

D. Relación del consumo de frijol y la prevención de diabetes.

La diabetes y las complicaciones propias de la enfermedad están consideradas como una de las principales causas de mortalidad. (Kuri, *et al*, 2009).

Dentro de estos beneficios: disminuir los niveles de glucosa sanguínea y la respuesta a la insulina. (Serrano, Goñi-2004). Estas propiedades hipoglucemiantes se han atribuido, principalmente, a sus carbohidratos complejos, compuestos fenólicos y a otros posibles constituyentes bioactivos, los cuales también podrían contribuir a la disminución de las complicaciones de la diabetes relacionada con el estrés oxidativo presente en la enfermedad. (Xu, Chang-2008).

En los últimos años se ha demostrado que el frijol presenta beneficios a la salud, protegiendo contra ciertas enfermedades crónico-degenerativas, esto se debe a su carácter nutracéutico, ya que contiene componentes que juegan un papel importante en la prevención de enfermedades crónico degenerativo como la diabetes. Los efectos fisiológicos producidos por el consumo de frijol se le han atribuido principalmente a la presencia de fitoquímicos, tales como, compuestos fenólicos (taninos condensados, flavonoides y antocianinas) fibra, lecitinas, ácidos grasos insaturados, ácido fólico, fibra soluble e insoluble entre otros. (Serrano, Goñi-2004)

El consumo de frijol se ha vinculado con la reducción de la diabetes y la obesidad debido a los marcados efectos sobre la glucosa sanguínea y la respuesta de la insulina. Este se debe al alto contenido de fibra dietética presente en el frijol, el consumo de fibra se asocia con una disminución significativa en la prevalencia de diabetes tipo II. En un análisis de cinco estudios epidemiológicos incluían 239.585 sujetos se comprobó una reducción del 19% en el riesgo de desarrollo de diabetes. (Fernández-Miranda Consuelo, 2010)

Tabla 4. Consumo de fibra dietética y riesgo de diabetes, obesidad, enfermedad coronaria y cerebrovascular basado en estudios prospectivos.

	Nº sujetos	Nº estudios	Riesgo relativo *	IC del 95%
Diabetes	239.485	5	0,81	0,70-0,93
Obesidad	115.789	4	0,70	0,62-0,78
Enfermedad coronaria	158.327	7	0,71	0,47-0,95
Enfermedad cerebrovascular	134.787	4	0,74	0,63-0,86

Fuente: Fernández-Miranda, C. 2010

Actualmente en el Mercado hay varios productos que utilizan como ingredientes las leguminosas (frijol, lentejas, garbanzos etc.) entre estos están: snacks, galletas, barritas, tortillas, dulces etc.

El desarrollo de nuevos productos de panadería, la incorporan a las harinas de leguminosas como ingredientes, con la finalidad de enriquecer nutricionalmente las mezclas. La incorporación de leguminosas en la elaboración de productos de panadería tiene buenas expectativas en el mercado. (Oliente y Gómez-Pa-Illarés, 2006).

En conclusión, al promover el consumo de frijoles y productos derivados de esta leguminosa, se podría incrementar el aporte de nutrientes, fibra y fitoquímicos importantes que contiene este alimento, lo que contribuiría al mejoramiento de la alimentación y prevención de algunos problemas de salud que actualmente afectan la población, además, se contribuiría con el rescate de un alimento que forma parte de nuestra cultura y seguridad alimentaria.

E. Índice Glicémico / Carga Glicémica y el control con diabetes

El IG ha sido clasificado como un sistema de clasificación de la glicemia potencial tras la ingesta de una comida. Por definición, a la glucosa se le asigna como alimento de referencia se le ha asignado un IG de 100.

Este índice es una propiedad de la comida, expresado en porcentaje que representa la calidad de los alimentos ricos en carbohidratos. Los alimentos con hidratos de carbono capaces de digerirse, absorberse y metabolizarse rápidamente se consideran alimentos con alto IG (mayores o igual a 70 en la escala de glucosa). Aquellos entre 55 y 70 se consideran de IG intermedio, mientras que los que se digieren, absorben y metabolizan lentamente se consideran alimentos con bajo IG (menor a 55 en la escala de la glucosa). (Brouns *et al*, 2005)

Estudios derivados de un amplio meta-análisis, han demostrado que las dietas de bajo IG mejoran significativamente el control glicémico en personas diabéticas. (Bhupathiraju *et al*, 2014)

La CG es el resultado de multiplicar la cantidad de hidratos de carbono ingerido en un alimento por el valor de su IG. La carga glicémica representa una relación entre la cantidad y calidad de los hidratos de carbono. La carga glicémica es el contenido de carbohidratos totales disponibles es una determinada cantidad de alimentos. La carga glicémica de 10 o menos se considera baja, entre 11-19 intermedia y un alta se considera 20 o más. (Agustín *et al*, 2015)

En la práctica, la CG es un predictor del nivel de glicemia post-prandial asociado con un alimento o dieta particular. Debe de ser interpretado como una medida de demanda de insulina, el alta CG tiene un efecto directo sobre el desarrollo de hiperinsulinemia, resistencia a la insulina y riesgos de desarrollar DM.

En estudios de cohortes con la CG, el alto contenido de hidratos de carbono ha sido con frecuencia vinculado a un mayor riesgo de DM. Esta información puede ayudar a informar a las futuras intervenciones dirigidas a la reducción de la CG en la alimentación para prevenir la diabetes. (Bhupathiraju *et al*, 2014)

En los ensayos aleatorizados, las dietas con una CG reducida, incluyendo altas cantidades de proteína, bajas o moderadas en hidratos de carbono y bajo IG, de han relacionado igualmente con la mejora de los factores de riesgo para la DM. (Halton *et al*, 2008)

F. Métodos de procesamiento

En Latinoamérica, el frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) es la leguminosa más consumida, generalmente como granos enteros cocidos (Sangronis y col, 2004). Continuamente se definen nuevas condiciones de procesos con el objetivo de reducir o eliminar los factores antrinitricionales y mejorar la calidad proteica. Actualmente existen varios métodos como el hervido, remojo y germinación. Estos se han usado para incrementar la utilización del frijol común. (Shimelis and Rakshit, 2007),

Las leguminosas requieren ser procesadas antes de su consumo. Con el procesamiento disminuye o es eliminada la mayor parte de los compuestos antinutritivos presente en las leguminosas y se mejora la textura y palatabilidad de los granos. Sin embargo, el procesamiento también altera las propiedades funcionales de las leguminosas, condicionando en consecuencia su incorporación en el desarrollo de productos. Procesos como la cocción, fermentación y fermentación-cocción alteran las propiedades de hidratación como la capacidad de absorber agua y aceite. (Granito *et al*, 2004)

El frijol por su alto contenido de polifenoles da un sabor característico a tierra, esto se reduce con el tratamiento de remojo, cocción y descascarado. (Matella y col, 2005)

Estos métodos utilizados actualmente tienen varios beneficios, por ejemplo, el remojo previo del grano reduce los tiempos de cocción, debido a que se produce un acondicionamiento de la cascara que propicia que la matriz amilácea absorba agua, facilitándose el proceso de gelatinización del almidón (Sangronis y col, 2002), la cocción mejora la textura y palatabilidad del alimento e incrementa la utilización digestiva de sus componente, y por último el procesamiento térmico puede influir de manera importante en los carbohidratos.

Tabla 5. Contenido de fibra total, insoluble y soluble en frijoles negros crudos y sometidos a tratamiento térmico.

Fracción fibra	Tratamiento	Contenido (%)
Fibra dietética total	Crudo	24.31
	Hervor prolongado	21.24
	Olla de presión	25.63
Fibra dietética soluble	Crudo	1.38
	Hervor prolongado	1.13
	Olla de presión	2.14
Fibra dietética insoluble	Crudo	23.07
	Hervor prolongado	20.10
	Olla de presión	23.48

Fuente: Alfonzo, 2000.

G. Funcionalidad / Aplicación de los ingredientes

El término de harinas compuestas fue creado en 1964 por la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), cuando se reconoció la necesidad de buscar una solución para los países que no producen trigo. (Elías, 2006).

La definición de harinas compuestas, de acuerdo con el concepto expresado en un principio por la FAO, se refiere a mezclas elaboradas para producir alimentos a base de trigo, como pan, pastas y galletas.

Las harinas compuestas también se pueden elaborar a partir de combinaciones de cereales y leguminosas. (Elías, 2006)

Una posible respuesta a las deficiencias nutricionales del trigo son las leguminosas, las cuales contienen lisina, pero son deficientes en metionina, aminoácido esencial que sí se encuentra presente en los cereales. La combinación de las harinas de leguminosas y cereales permite que ambos alimentos complementen sus respectivos perfiles de aminoácidos esenciales, dando lugar a una mezcla de mejor calidad proteica. (M.P Torres, 2014)

La tecnología para la preparación de harinas de frijol consiste en someter el grano a un proceso de cocción, deshidratación y molienda. El producto así obtenido está listo para consumo después de cocinarse durante 10 a 15 minutos. Este tipo de producto puede usarse en la preparación de harinas compuestas basadas en diferentes leguminosas de grano. (Elías, 2006).

El cloruro de sodio conocido como “la sal”, la sal además de dar textura actúa como un potenciador de sabor otorgándoles a los postres un gusto complejo y rico en sabores, la sal también actúa como un conservante, es muy conveniente utilizarla en repostería, siempre en su justa medida, no se recomienda agregar más del 0.5% del peso total de la harina, esto es con el fin de ayudar a conseguir los sabores y texturas adecuadas.

En cuanto la textura, la sal fija la humedad de la masa, la superficie de la masa durante el horneo mantiene su humedad por un período más largo y esto ayuda a mejorar el color y brillo, si se le agrega más de lo recomendado puede reseca la masa y dar como resultado un producto muy seco, sin brillo y con un sabor amargo.

El azúcar tiene varias funcionalidades tecnológicas, entre ellas es un agente de volumen en la repostería, interactúan con otros ingredientes para mejorar las características organolépticas del producto, modifica la textura, es un conservante natural, es un precursor natural del color y del sabor. Es posible que al sustituir el azúcar por un edulcorante de bajas calorías afecte la textura y el sabor, los edulcorantes artificiales no tienen poder para dar volumen, ya que no fermentan, los pasteles pueden quedar más pequeños, en cuanto el sabor puede variar, esto se debe al resabio del sabor metálico que dejan ciertos edulcorantes, el tiempo de horneo puede variar, el azúcar mantiene la humedad y da mayor duración a los productos horneados que los edulcorantes artificiales

La sustitución del azúcar por los edulcorantes es importante, aunque tanto el edulcorante como el azúcar endulzan, pero su peso no es el mismo, por lo que las medidas a utilizar tampoco. La conversión más sencilla y la más utilizada es, dividir el total de gramos de azúcar de la receta original dentro del poder edulcorante del edulcorante que se va a utilizar, la pureza de la Stevia utilizada es de 98%.

Los edulcorantes tienen varias aplicaciones y funciones entre ellas, aportan dulzor a un producto, tienen un efecto preservativo por su higroscopicidad, por lo que reduce el crecimiento microbiano.

Los edulcorantes que se utilizaron fueron la sucralosa y stevia. La sucralosa tiene un efecto edulcorante 600 veces mayor que la sacarosa, no produce respuestas glucémicas y es estable a altas temperaturas (hasta 232 ° C) es perfecta para cocinar, hornear y cualquier producto de repostería.

La stevia tiene un poder edulcorante de 300 veces mayor que la sacarosa, pero dependiendo de su grado de pureza deja un resabio amargo. No pierde su poder edulcorante durante la cocción y permite lograr una buena textura, en cuanto la sustitución con el azúcar es recomendable leer las instrucciones de la marca que se utilizó ya que no todas ofrecen el mismo grado de pureza y por esta razón su poder edulcorante puede variar de unas a otras.

Los sabores se catalogan como saborizantes que realzan o dan sabor y aroma a los productos, ayudan a resaltar las propiedades del producto terminado. No se recomienda añadir más de 2% del peso total de la harina, ya que pueden afectar el aroma y sabor del producto final.

La mezcla de cocoa natural y cocoa Alcalina, ayudan a dar un sabor a chocolate más intenso a los productos horneados, la cocoa natural no contiene azúcar, y ayuda a proporcionar a los productos horneados un intenso sabor a chocolate no se recomienda agregar más de un 5% de cocoa natural del peso total la harina ya que brinda un sabor amargo, la cocoa alcalina que es una cocoa procesado que ha tenido sus ácidos naturales neutralizados con un álcali, esto va ayudar a reducir la amargura que brinda la cocoa natural y le da un sabor más dulce y suave, de igual manera no se recomienda agregar más de un 10% del peso total de la harina.

La vainilla es un aromatizante que es utilizada como un acentuador de aroma y sabores, es habitual agregar vainilla a los productos que llevan chocolate, ya que ayuda a resaltar y mejorar el sabor de chocolate en productos horneados, no se recomienda agregar más del 0.5% del peso de la harina, para no afectar las características organolépticas del producto final.

El polvo para hornear, este es un polvo leudante, que evita el apelmazamiento y da volumen, si se utiliza en cantidades excesivas deja un mal sabor, la cantidad a usar varía entre 0-3% del peso de la harina.

El bicarbonato de sodio siempre se utilizó en la misma cantidad, actúa como un anti humectante, estabilizante, antiglutinante y conservante, este provoca que las masas se inflen y esponjen, es más fuerte que el polvo para hornear, pero por sí mismo no tiene la capacidad elevadora, es recomendable siempre utilizar polvo para hornear y bicarbonato, aunque ambos productos producen dióxido de carbono, generalmente no son intercambiables, el bicarbonato de sodio es cuatro veces más potente que el polvo para hornear y necesita una masa con algún componente ácido para reaccionar, si se podría intercambiar el polvo de hornear en lugar del bicarbonato, pero sin embargo se debería de incrementar considerablemente la cantidad de polvo para hornear, y esto puede modificar el sabor del producto. No se recomienda utilizar más del 2% del peso de la harina.

El propionato de sodio es un conservador para alimentos y se utiliza para pastelería, panquelería, galletería y tortillas de harina, es efectivo para prevenir crecimiento de hongos, mohos y otras bacterias, no afecta el sabor del producto final, se recomienda una dosis de 0.1-0.5% sobre el peso total de la harina, al agregar en las dosis recomendadas no tiene ningún efecto sobre el olor y sabor del producto final y siempre manteniendo su función como conservante.

El monoesterato de glicerilo (Verol N-90), es un emulsificante alimentario de amplia utilización, es un excelente agente anti-endurecimiento en masas de panadería y pastelería, reduce la tensión superficial entre la fase acuosa y la fase oleosa, confiriendo a las emulsiones una fina dispersión de gotas de agua, ayuda a reducir el tiempo de batido. Se recomienda la dosis de 0.1- 0.5% del peso de la harina.

Tabla 6. Resumen de la funcionalidad de los ingredientes

Materia Prima	Característica	Funcionalidad
Harina de frijol	Polvo fino, color grisáceo, olor y sabor característicos.	Actúa como un alimento funcional, le da las características benéficas a la mezcla.
Harina de frijol blanco	Polvo fino, color crema, olor y sabor característico	Actúa como un alimento funcional, le da las características benéficas a la mezcla, mejora sabor.
Harina de trigo suave	Polvo fino, color blanco-crema, olor y sabor característicos.	Habilidad de formar una masa cohesiva y tenaz, capaz de retener gases y dar productos aireados y livianos después de su cocción. (Oliente, 2006).
Harina de avena y multigranos	Polvo fino, color crema, olor y sabor característico	Actúa como un alimento funcional, le da características benéficas a la mezcla, aparte de mejorar el sabor
Stevia	Polvo-granular, blanco, olor y sabor característico,	Edulcorante natural, sustituto del azúcar en la mezcla
Sucralosa / Maltodextrina	Polvo fino blanco, olor y sabor característico	Mezcla de edulcorante, sustituto del azúcar en la mezcla
Canela	Polvo fino café, olor y sabor característico	Proporcionar sabor y olor característico para amortiguar sabor y aroma del frijol.
Sabor chocolate	Polvo café, con olor y sabor característico.	Proporcionar el sabor característico a chocolate a la mezcla.
Sabor vainilla	Polvo blanco, con olor y sabor característico	Proporcionar el sabor característico a vainilla a la mezcla
Cocoa alcalina	Polvo fino café, con olor y sabor característico	Proporcionar el sabor y color a chocolate a la mezcla
Esencia de vainilla	Polvo granular café, con olor y sabor característico	Proporcionar sabor y olor característico a vainilla a la mezcla.
Sal refinada (cloruro de sodio)	Polvo blanco, olor y sabor característico	Potenciador de sabor, da textura /color y brillo), conservante, no se recomienda utilizar más del 0.5% del peso total de la harina.
Polvo para hornear	Polvo fino blanco,	Aligerar la masa e incrementar el volumen
Monoglicéridos	Polvo fino blanco marfil	Emulsificante
Benzoato de sodio	Polvi fino blanco	Preservante
Propionato de sodio	Polvo fino blanco	Preservante

VI. METODOLOGÍA

A. Materiales

1. Materia prima. Se utilizaron dos tipos de harinas: de frijol y trigo. Las materias primas fueron suministradas por la empresa Distribuidora del Caribe, descritas en el Cuadro 1, únicamente se elaboró la harina de frijol, esta preparación se llevó a cabo en el Laboratorio de la Universidad del Valle y el Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Distribuidora del Caribe.

Cuadro 1. Materia prima para la formulación de la premezcla de harina de frijol

Materia prima	
Harina de frijol (negro y blanco)	Edulcorante (Stevia/sucralosa)
Harina de trigo suave	Harina de avena y multigranos
Polvo para hornear	Canela
Monoglicéridos (N-90)	Bicarbonato de sodio
Cloruro de sodio (sal)	Propionato de sodio
Sabor (vainilla, chocolate)	Cocoa alcalina y natural
Vainillina	

2. Equipos. Se utilizó el equipo del laboratorio de Investigación y desarrollo de la empresa Distribuidora del Caribe de Guatemala y el Laboratorio de Alimentos de la Universidad del Valle de Guatemala. El equipo que se utilizó para la deshidratación del frijol esta descrito en el Cuadro 2 y en el Cuadro 3 indica los materiales necesarios para la elaboración de los dos productos alimenticios.

Cuadro 2. Equipo que se utilizó para la deshidratación de los granos de frijol.

Material necesario para la deshidratación de granos de frijol
1. Balanza analítica
2. Deshidratador de gabinete
3. Papel mantequilla
4. Molino ciclón
5. Olla de presión
6. Licuadora

Cuadro 3. Equipo necesario para la elaboración de los productos alimenticios.

Material y equipo necesario para la elaboración de los productos alimenticios
1. Balanza analítica, moldes, moldes para hornear, pyrex, premezcla de harina frijol, leche descremada, y/o agua, huevos, aceite, batidora, miserebales.

3. Material de empaque. Determinación del material de empaque ideal para la premezcla.

a. Material de empaque / Poliéster metalizado. El material de empaque y específicamente para alimentos debe de proveer varias funciones tales como:

- protección del producto (barrera contra la humedad, gases, protección contra sabor / olor o luz)
- conveniencia
- facilidad de transporte (gráficos, forma y diseño para darle la imagen que se persigue)

El material de empaque se que utilizó para la premezcla es un poliéster metalizado, que contiene una película de poliéster con capa de aluminio, en la Tabla 7, se puede ver sus usos, características y funciones.

b. Evaluación de premezclas

Tabla 7. Características, usos y barrera de poliéster metalizado.

Características	Barreras	Usos
La capa de aluminio brinda altas barreras contra el oxígeno, humedad y a la luz. No es permeable, esto significa que evita migración de agua al producto, protegiendo al producto.	WVTR 8 (barrera de humedad) OTR 8 (Barrera de oxígeno)	Para polvos: <ul style="list-style-type: none"> ○ harinas ○ leche en polvo ○ café ○ consomés

4. Costeo. La exactitud de la toma de información es fundamental, ya que cada detalle se traduce en costo, aun así sea muy pequeña la acción o el costo.

Para determinar el costo se evaluó toda la información posible sobre el proceso, desde los tiempos estándar de cada operación hasta el costo de materia prima y material de empaque que se utilizó; de igual manera se tomo en cuenta los tiempos de utilización de cada equipo que intervinieron en el proceso.

Existen diversas formas de costear, sin embargo, para efectos de este caso se utilizó el método de costeo directo / indirecto, partiendo de lotes de producción de gramos en masa de producto.

Con base en la formulación establecida, se determinaron los costos de producción de un lote y por medio de este se determinó el costo por presentación. Ver el anexo # 14.

5. Métodos. Los análisis que se realizaron de la premezcla de harina de frijol fue de la harina que haya obtenido las características sensoriales, físicas similares de los productos ya conocidos por el consumidor.

Los métodos que se evaluaron fueron:

a. Métodos físicos. La evaluación física de la premezcla de harina de frijol fue la granulometría, así también se midió la densidad utilizando una probeta y balanza.

b. Métodos fisicoquímicos. Dentro de los métodos fisicoquímicos que se realizaron están:

- Determinación de la Actividad de Agua
- Determinación de IAA

c. Métodos químicos.

- Determinación de humedad (Método AOAC 934.01)
- Determinación de contenido de cenizas (Método AOAC 923.03)
- Determinación de grasa en harina (Método AOAC 963.15)
- Determinación de porcentaje de proteínas en harinas (Método AOAC 979.09) (Kjeldahl)
- Determinación de porcentaje de fibra dietética
- Determinación de porcentaje de carbohidratos totales. (Método por diferencia)
- Determinación de la capacidad antioxidante. (DPPH)

B. Diseño experimental

1. Enfoque, tipo y diseño.

- **Enfoque:** Cuantitativo
- **Tipo:** Descriptivo
- **Diseño:** experimental

2. Ubicación.

- Laboratorio de Investigación y Desarrollo, Distribuidora del Caribe de Guatemala.
- Laboratorio de Alimentos de la Universidad del Valle de Guatemala

El diseño experimental consistió en el desarrollo de dos productos alimenticios, a partir de la premezcla de harina de frijol de acuerdo con la formulación cuyas características cumplen con productos de repostería conocidos por los consumidores.

Se formularon cinco premezclas a base de harina de frijol en las que únicamente se fue variando la cantidad de harina de trigo, harina de frijol y edulcorante, hasta cumplir con las características físicas de los productos ya conocidos por los consumidores. La calidad, en general, se logró establecer por la determinación de la humedad, cenizas, proteínas, grasa, carbohidratos y fibra dietética.

Cuadro 4. Pruebas recetas (formulaciones)

Ingredientes	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3	Formulación 4	Formulación 5
	Harina de frijol + Harina de trigo	Harina de frijol + Harina de trigo	Harina de frijol + Harina de trigo	Harina de frijol + Harina de trigo	Harina de frijol + Harina de trigo
Harina de frijol negro	340 (64.68%)	234 (44.34%)	200 (39%)	80 (15.34%)	70 (14%)
Harina de frijol blanco	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	65.76 (13.15%)
Harina de trigo	126 (23.97%)	234 (44.34%)	264 (50.92%)	390 (74.82%)	270 (54%)
Bicarbonato	9 (1.71%)	9 (1.71%)	9 (1.74%)	9 (1.73%)	9 (1.8%)
Stevia	0.5 (0.095%)	0.5 (0.095%)	0.3 (0.05%)	0.1 (0.02%)	0.1 (0.02%)
Sucralosa	20 (3.80%)	20 (3.79%)	15 (2.89%)	15 (2.88%)	15 (3%)
Propionato de sodio	2.64 (0.50%)	2.64 (0.5%)	2.64 (0.51%)	2.64 (0.51%)	2.64 (0.53%)
Polvo para hornear	10 (1.92%)	10 (1.9%)	10 (1.93%)	10 (1.92%)	10 (2%)
Canela	10 (1.92%)	10 (1.9%)	10 (1.93%)	10 (1.92%)	10 (2%)
Monoesterato de glicerilo	2.5 (0.48%)	2.5 (0.47%)	2.5 (0.48%)	2.5 (0.48%)	2.5 (0.5%)
Cloruro de sodio	5 (0.95%)	5 (0.95%)	5 (0.96%)	2 (0.38%)	2 (0.4%)
Harina de amaranto, linaza y avena	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	40 (8%)
TOTAL	525.64 g (100%)	527.64 g (100%)	518.44 g (100%)	521.24 g (100%)	500 g (100%)
Ingredientes para elaboración de los productos					
Huevo	570 g (7 huevos)	570 g (7 huevos)	570 g (7 huevos)	570 g (7 huevos)	570 g (7 huevos)
Aceite vegetal	¾ tz	¾ tz	¾ tz	¾ tz	¾ tz
Leche descremada y/o agua	1 tz	1 tz	1 tz	1 tz	2 tz

Cuadro 5. Formulación de los sabores vainilla y chocolate

Sabor	Premezcla base				
	Formulación 5				
Chocolate	25 g (4.76%) cocoa + 10 g (1.9%) sabor	25 g (4.74%) cocoa + 10 g (1.9%) sabor	25 g (4.82%) cocoa + 10 g (1.92%) sabor	20 gramos (3.83%) + 10 g (1.93%) sabor	10 g de sabor + 10 gramos de cocoa natural + 10 gramos de cocoa alcalina + 1 gramos de vainilla
Vainilla	10 g (1.9%)	10 g (1.9%)	10 g (1.9%)	10 g (1.9%)	10 gramos + 0.1 g de esencia de vainilla natural

3. Procesos para la elaboración de la premezcla. El proceso de la elaboración de la harina de frijol, se puede observar en el Diagrama de flujo 1.

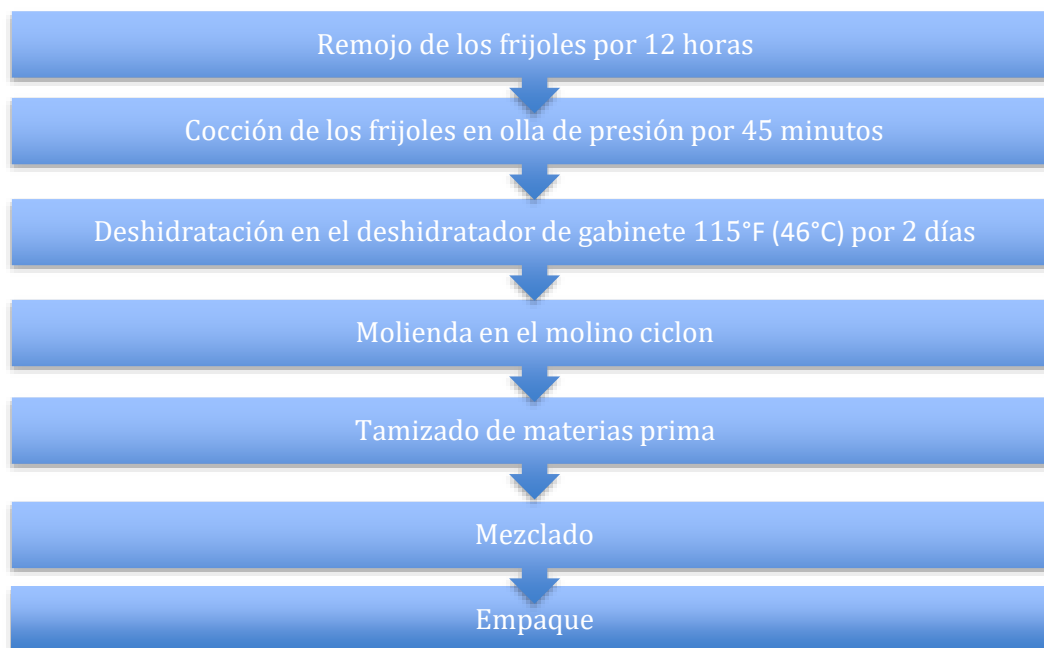
Diagrama de flujo 1. Proceso de preparación de la premezcla.

Diagrama de flujo 2. Elaboración de los productos alimenticios.



4. Procedimiento para la elaboración de los productos (pastel, panqueques).

Preparar los ingredientes:

- Verificar que todos los ingredientes estén en buenas condiciones
- Pesar los ingredientes según las formulaciones establecidas, utilizar una balanza semi-analítica

Batido:

- El periodo de batido agregando la premezcla agua y/o leche no exceder de tres minutos a una velocidad media (4-6)
- Limpiar el tazón con la esátula pastelera (miserable) sin dejar residuos en las paredes y en el fondo
- Agregar los huevos y batir nuevamente por un período de 5 minutos a una velocidad media. La temperatura final del batido debe de mantenerse entre 22 °C -24°C.
- Realizar el peso de la densidad del batido la copa de medición,
- Procedimiento para medir la densidad: Tarar y llenar la copa de 100 ml (100cm³), llevándola al tope, con la premezcla que se esta trabajando, quitandole el exceso con una espátula.
- Luego pesarla y anotar el dato.

Llenado del molde:

- El peso del batido se agrega al molde previamente engrasado y/o enharinado correspondiente al tipo de prueba.

Horneo:

- La temperatura debe de comprender entre 350 °C por 20 minutos
- El pastel debe de tardar 20-35 minutos para que su cocción sea uniforme
- Luego saque el pastel del horno y desmoldelo después de 15 minutos.

5. Estabilidad de las harinas. La estabilidad de las harinas es un factor crítico que esta relacionado con la vida útil de los alimentos, la cual es el período en el que un alimento mantiene sus características sensoriales y de seguridad aceptable para el consumidor, almacenados en condiciones óptimas preestablecidas.

Tipos de estabilidad:

- Microbiológica (mohos, levaduras, y coliformes totales)
- Físico- Químicos (porcentaje de humedad, ph, granulometría, cenizas, proteína, grasa, carbohidratos y fibra dietética)
- Sensorial (color, apariencia, sabor y olor)

Factores que afectan:

- Empaque
- Temperatura
- Humedad
- Oxígeno
- Luz

Durante el almacenamiento y distribución, los alimentos están expuestos a una gran variedad de condiciones ambientales. Factores tales como la temperatura, humedad, oxígeno y la luz que pueden desencadenar varios mecanismos de reacción que pueden conducir a la degradación del alimento. Como consecuencia de estas reacciones los alimentos pueden alterarse causando problemas que los hacen no aptos para el consumo.

Las causas del deterioro de los alimentos pueden ser de origen químicos, físicos o microbiológicos. Estos cambios y su influencia sobre la calidad de los alimentos, se puede observar en la Tabla 8.

Tabla 8. Clasificación de los cambios indeseables en las harinas.

Atributo	Cambio
Textura / apariencia	<ul style="list-style-type: none"> • Apelmazamiento • Porcentaje de humedad
Sabor y olor	<ul style="list-style-type: none"> • Rancidez
Color	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de colores extraños • Oscurecimiento • Blanqueamiento
Microbiológico	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de moho • Presencia de microorganismos

a. Estabilidad- Material de empaque. Hay factores como la temperatura, humedad relativa del ambiente, la actividad de agua, el contenido de humedad del producto y las características del empaque que influyen en la vida de anaquel.

Características del material de empaque:

La principal característica que se considera es la permeabilidad, debido a la influencia en la durabilidad de las harinas. El material de empaque debe de contener las barreras necesarias para evitar las características indeseables en las harinas como apelmazamiento y edurecimiento. Las harinas son alimentos que tienen un alto índice de absorción de agua.

Se tomaron dos bolsas de 200 gramos con el material de empaque (bolsa pouch metalizada) con premezcla ambas fueron almacenadas durante 21 días, de las cuales una se dejó en el Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Distribuidora del Caribe, en la cámara de estabilidad a temperatura de 40 °C con HR menor de 70%, y la segunda bolsa se almacenó del laboratorio en un lugar fresco con HR no controlada y temperatura ambiente. Al finalizar los 21 días se analizaron ambas muestras, los parámetros a analizar fueron las características organolépticas de la premezcla (color, sabor, textura, apariencia, olor) y presencia de mohos y/o microorganismos por medio de un Microscopio. Ver Anexos # 7 y cuadros # 22 y 23.

6. Análisis sensorial. Se evaluaron cuatro muestras de diferentes sabores (vainilla y chocolate) de dos productos alimenticios de la formulación definida en el diseño experimental.

Se realizaron dos pruebas sensoriales con 75 participantes diabéticos no entrenados de sexo masculino y femenino entre los 40-75 años. Las pruebas se llevaron a cabo en la Fundación “Funda Orto”.

Las pruebas que se utilizarán son las siguientes:

a. Prueba de aceptabilidad con escala hedónica de tres puntos. Se utilizó la prueba de aceptabilidad, que consistió en localizar el nivel de agrado o desagrado que provoca una muestra específica. En esta prueba los panelistas evaluaron el producto de acuerdo con un criterio personal-subjetivo. La boleta que se utilizó se encuentra en el Anexo # 1.

b. Prueba de preferencia. Se utilizó la prueba de preferencia, para determinar que sabor de cada producto es el preferido por el consumidor. La boleta que se utilizó se encuentra en el Anexo # 2.

A cada participante se le brindó unabandeja desechable con dos muestras de cada producto alimenticio con dos sabores diferentes (vainilla y chocolate) identificados con la codificación descrita en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Codificación de las muestras

Producto alimenticio 1, sabor vainilla	Producto alimenticio 1, sabor chocolate	Producto alimenticio 2, sabor vainilla	Producto alimenticio 2, sabor chocolate
Código: PV1 P: primera letra del producto alimenticio 1 (ej. Pastel) V: sabor de la muestra, V (vainilla) 1: en el número de la muestra del producto alimenticio.	Código: PC1 P: primera letra del producto alimenticio 1 (ej., Pastel) V: sabor de la muestra, C (chocolate) 1: en el número de la muestra del producto alimenticio.	Código: PQV2 PQ: primera letra del producto alimenticio 2 (ej. Panqueque) V: sabor de la muestra, V (vainilla) 2: en el número de la muestra del producto alimenticio.	Código: PQC2 PQ: primera letra del producto alimenticio 2 (ej. Panqueque) V: sabor de la muestra, C (chocolate) 2: en el número de la muestra del producto alimenticio.

Ambas pruebas se realizarán en la misma sesión. Las muestras se elaborarán en la mañana y las pruebas se realizarán por la mañana del mismo día.

En el Cuadro 7, se detalla la cantidad de producto que se utilizó para poder realizar la prueba para 75 personas.

Cuadro 7. Muestras.

Muestras	Cantidad para muestras
Formulación vainilla (producto alimenticio 1)	Por porción: 10g (para 75 personas se necesitará: 750 g)
Formulación chocolate (producto alimenticio 1)	Por porción: 10g (para 75 personas se necesitará: 750 g)
Formulación vainilla (producto alimenticio 2)	Por porción: 10g (para 75 personas se necesitará: 750g)
Formulación chocolate (producto alimenticio 2)	Por porción: 10g (para 75 personas se necesitará: 750g)

c. Instrumentos.

- Boleta para la prueba de aceptabilidad con escala hedónica de 3 para los participantes de la Fundación FundaOrto. (ver anexo #1)
- Boleta para la prueba de preferencia (ver anexo #2)
- Consentimiento informado (ver anexo #3)

d. Materiales. Los materiales que se utilizaron para realizar la prueba se observan en el Cuadro 8

Cuadro 8. Materiales que se utilizaron para la prueba de aceptabilidad.

No.	Descripción	Cantidad
1	Boletas para la prueba de aceptabilidad. Hechas con papel bond	90
2	Servilletas, desechables tamaños medianos	90
3	Rollo de masking tape, para identificar las bandejas y recipientes. Rollo	1
4	Caja de post It de colores para identificar las muestras.	1
5	Bandejas desechables tamaño grande	4
6	Caja de lápices de madera marca Mongol	1
7	Picheles plásticos	4
8	Recipientes de vidrio para colocar las boletas ya llenas	8
9	Vasos plásticos desechables	100

e. Elaboración y preparación de las muestras. La elaboración de las muestras se llevó a cabo en un lapso de un día, esta preparación se divide en dos pasos descritas en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Pasos, descripción y tiempos de elaboración de muestras.

Paso	Descripción del proceso	Lugar	Tiempo
Paso 1	Mezcla de la harina de frijol, con las demás materias primas (ver Diagrama de flujo 2)	Laboratorio de Investigación y Desarrollo, Distribuidora del Caribe	1 día
Paso 2	Cocción, elaboración y preparación de las muestras (por cada sabor) (ver Diagrama de flujo 3)	Laboratorio de Investigación y Desarrollo, Distribuidora del Caribe	

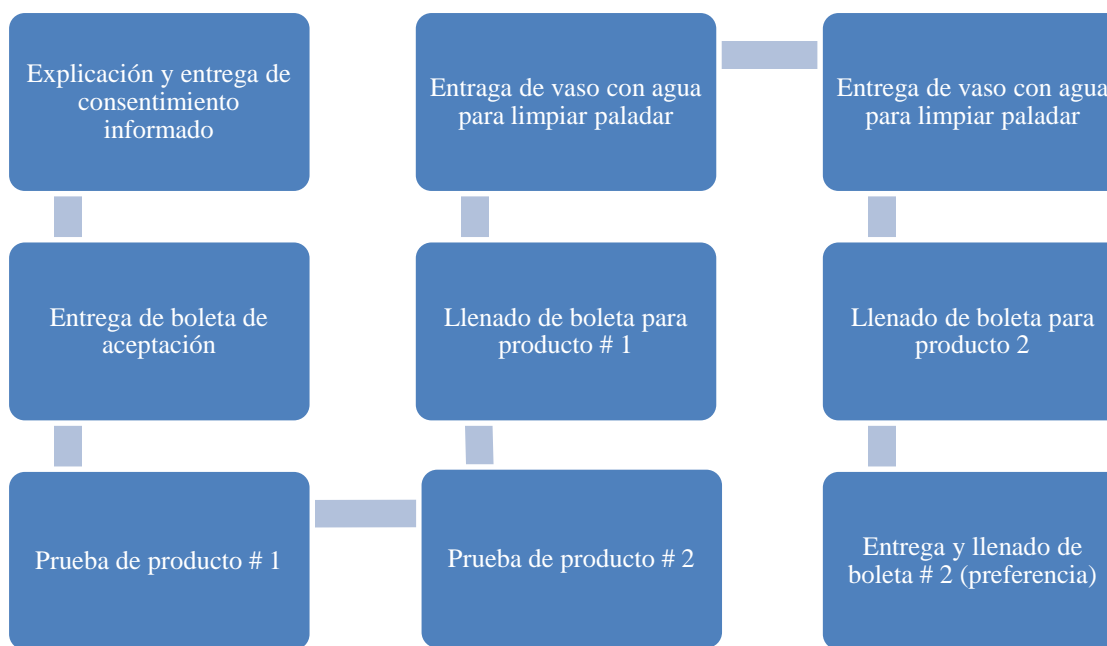
Las muestras se prepararon en la fundación colocándolas en bandejas e identificándolas con post it de colores.

Previo al inicio de la prueba se dio el consentimiento informativo a los participantes para su respectiva lectura y aceptación en el análisis sensorial. En el momento de la prueba a cada uno se le proporcionó una bandeja desechable con el mismo producto, pero de diferente sabor de igual manera de trabajo con el segundo producto, dándoles un vaso de agua en el intermedio para limpiar el paladar.

La presentación de las muestras para los panelistas se describe en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Presentación de las muestras para los panelistas.

Muestras	Presentación
Muestra 1: sabor vainilla (código PV1)	La muestra del producto alimenticio se colocó en una bandeja desechable indetificandolo
Muestra 2: sabor chocolate (código PC2)	La muestra del producto alimenticio se colocó en una bandeja desechable indetificandolo
Muestra 1: sabor vainilla (código PQV1)	La muestra del producto alimenticio se colocó en una bandeja desechable indetificandolo
Muestra 2: sabor chocolate (código PQC2)	La muestra del producto alimenticio se colocó en una bandeja desechable indetificandolo

Diagrama de flujo 3. Procedimiento para el análisis sensorial.

7. Análisis estadístico. Los datos obtenidos de los análisis se analizarán estadísticamente empleando las siguientes pruebas:

a. Prueba de aceptabilidad. Se trabajo con un puntaje total y un promedio, si el promedio de las muestras está por encima de 1.9, esto significa que la muestra ha sido aceptada y se utilizó la prueba estadística de ANOVA para determinar diferencias significativas entre los productos con diferentes sabores, se trabajó con un nivel de significancia del 5%.

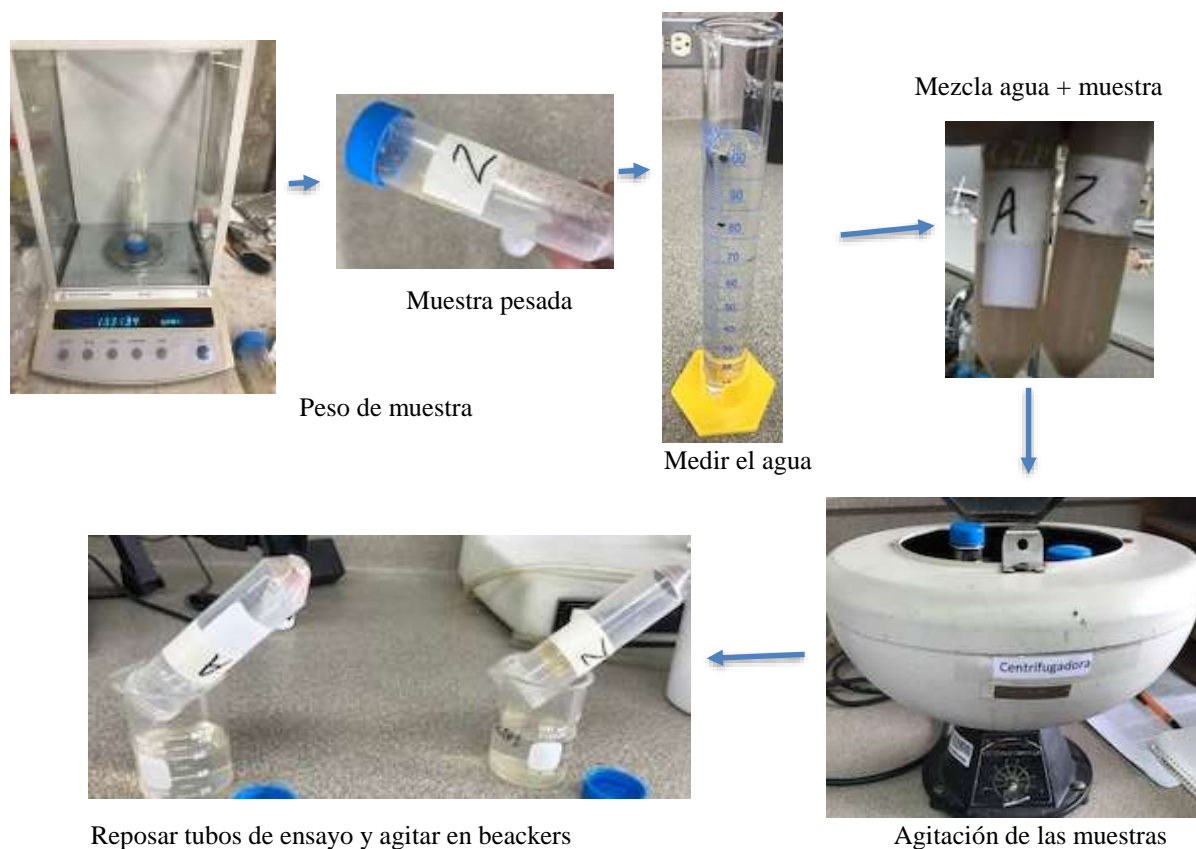
b. Prueba de preferencia. Se utilizó una prueba binomial de dos colas, en la cual se localizo el número de jueces que intervinieron en la prueba y se encuentra el número mínimo de respuestas coincidente para que haya diferencia significativa utilizando la prueba binomial de dos colas. El nivel de significancia con el que se trabajó fue de 5%. El valor encontrado en la tabala indico cuantos jueces debieron de haber preferido una cierta muestra para que en realidad haya preferencia significativa

8. Métodos para análisis fisicoquímicos.

a. Índice de absorción de agua. Se preparó una suspensión de 1 gramo de muestra y 50 ml de agua destilada en tubos de centrífuga, agitados en un agitador de tubos por un minuto, se dejó reposar por 30 minutos y se centrifugó a 1500 rpm por 20 minutos a temperatura ambiente. Se decanto el agua dejando invertido el tubo de centrífuga durante cinco minutos, después se pesó el tubo con gel.

b. Agua. La diferencia del peso del tubo con gel y el tubo con la muestra seca fue el peso del agua absorbida, el resultado se informó en ml de agua por g de proteína. La densidad del agua se asumió de 1g/ml y la medición se realizó a temperatura ambiente.

Figura 2. Procedimiento de la determinación de absorción de agua.



9. Métodos para análisis químicos

a. Determinación del porcentaje de humedad. Una muestra de peso conocido de masa constante. Se asume que la pérdida de peso se debe o equivale a la pérdida del contenido de humedad del alimento.

b. Equipo

- Crisoles
- Horno de aire (101-105 ° C)
- Desecadora
- Balanza analítica

c. Procedimiento

- Lavar y secar los crisoles
- Pesar 1 gramos de muestra en el crisol previamente tarado
- Secar el crisol con la muestra en horno a 130 +3 °C un mínimo de dos horas o hasta llegar a masa constante.
- Remover del horno y colocar en desecadora hasta que alcance temperatura ambiente.
- Pesar crisoles en balanza y calcular el porcentaje de humedad.

Fórmula: % humedad = (pérdida de peso / peso de muestra) * 100

Figura 3. Prueba de humedad.



Horno

10. Determinación del porcentaje de cenizas. Es un método utilizado para determinar el contenido de minerales por el residuo inorgánico que queda después de la incineración de la materia orgánica.

a. Equipo

- Crisoles
- Muffla (550 °C)
- Desecadora
- Balanza analítica
- Pinzas
- Estufa

b. Procedimiento

- Secar crisol por dos horas a 100 °C en horno y luego pasar a desecadora hasta que llegue a temperatura ambiente, tararlo.
- Pesar un gramo de muestra en el crisol previamente tarado.
- Calentar crisoles en estufa o mechero hasta que la muestra se carbonice y no saque humo, luego colocarlos en la muffla a 550 °C hasta que se obtengan cenizas grises claras.
- Remover de la muffla y colocar en desecadora hasta que alcance temperatura ambiente
- Pesar crisoles en balanza y calcular el porcentaje.

Fórmula: Porcentaje de cenizas = (pérdida de cenizas/peso de muestra) * 100

Figura 4. Procedimiento de determinación de cenizas.



Desecación de las muestras



Muestra desecada antes de introducir a la mufla



Muffla

11. Determinación del porcentaje de grasa

a. Equipo




- Extractor y frascos Soxhlet
- Baño maría
- Condensador de reflujo
- Balanza analítica
- Horno
- Papel filtro
- Éter de petróleo
- HCL concentrado
- Muestra de determinación de porcentaje de H

b. Procedimiento

- Armar el extractor Soxhlet con condensador de reflujo y frascos de destilación que ha sido previamente tarada y secado
- Pesar dos a tres gramos de muestra y colocarla en el tuco de extracción. Agregar éter hasta la marca en el frasco de extracción
- Verificar que todo este apretado y colocar el calentador eléctrico ajustando el calor para que el solvente ebulle suavemente. El periodo de extracción es de 4-16 horas
- Secar el extractor por 30 minutos a 100 °C, enfriar y pesar

Fórmula: Porcentaje de grasa = (perdida de peso/peso de muestra) *100

Figura 5. Procedimiento de determinación de grasa.

Extractor Soxhlet	Agregar éter hasta la marca en el frasco de extracción	Muestra final
		

12. Determinación del porcentaje de proteína

a. Equipo

- Balones Kjeldahl (100 ml)
- Unidad destiladora Labconco
- Digestor Labconco
- Balanza analítica
- Agitadores magnéticos
- Probetas
- Sulfato de sodio anhídrido
- Óxido de Hg
- Ácido sulfúrico
- Ácido bórico al 4%
- NaOH 10 N o al 40%
- Tiosulfato de sodio al 87%
- HCL 0.1N
- Rojo de metilo

b. Procedimiento

Digestión:

- Pesar 0.2 gramos de muestra y meterlos en balón de digestión
- Agregar al balón 1.5 gramos de NaSO₄ anhídrido, 0.1 óxido de Hg y 3 mL H₂SO₄.
- Colocar balón de digestión en digestor por aprox 30 minutos hasta obtener una solución clara
- Dejar enfriar y trasvasar la muestra al matraz de destilación dilipensola con agua destilada

Destilación:

- Colocar un beaker con 10 mL de ácido bórico y 3 gotas de indicador rojo de metilo en la salida del condensador de la unidad destiladora
- Agregar al matraz destilador 13mL NaOH y 5 mL de tiosulfato de sodio
- Conectar el reflujo y destilar hasta obtener un volumen aprox de 80 mL de destilado
- Remover beaker receptor de la unidad de destilación

Titulación:

- Titular con la solución del beaker receptor con HCL (0.1N) hasta que haya un cambio de color
- Calcular el contenido de N y de proteína de la siguiente forma:

$$\%N = (\text{vol. HCL} * \text{normalidad HCL} * 0.014) / (\text{peso de muestra}) * 100$$

$$\% \text{ proteína} = \% \text{ nitrógeno} * \text{factor de conversión para cada muestra}$$

Figura 6. Procedimiento de determinación de proteína.

Muestra en balón de digestión	
Solución de NaSO_4 anhídrido, 0.1 óxido de Hg y 3 mL H_2SO_4	
Solución 10 mL de ácido bórico y 3 gotas de indicador rojo de metilo	
Destilación de las muestras	
Titulación de las muestras	

13. Determinación del porcentaje de carbohidratos totales (Método por diferencia)

a. Procedimiento

- Con este método se calcula el porcentaje de carbohidratos a partir de las otras fracciones del análisis proximal

Fórmula: % carbohidrato = 100 – (% humedad +% cenizas +% grasas +% proteínas)

14. Determinación de fibra dietética. Este método determina la fibra dietética total de un alimento combinando métodos gravimétricos y enzimáticos. Las muestras son gelatinizadas con alfaamilasas y luego digeridas enzimáticamente con proteasa y amiloglucosidasa para remover la proteína y almidón presente en la muestra. Se agrega etanol para precipitar la fibra dietética soluble. El residuo es filtrado y lavado con etanol y acetona. Luego de secado, el residuo es pesado. La mitad de las muestras se analiza para proteína y otra para cenizas. La fibra dietética es el peso del residuo menos el peso de la proteína y ceniza.

a. Equipo

- Crisol de porosidad # 2
- Vacío
- Horno de aire o vacío
- Desecadora
- Muffla
- Baño de agua
- Termómetro
- Balanza analítica
- pH metro
- Beaker
- Papel aluminio
- Alfa-amilasa
- Proteasa
- Amiloglucosidasa
- Celite
- Éter de petróleo
- Etanol 98% y 78%
- Acetona
- NaOH 0.275N
- HCK 0.325M
- Fosfato de sodio dibásico y monobásico, anhídrido

b. Procedimiento

- Lavar los crisoles y secarlos y enfriarlos. Agregar 0.5 gramos de Celite y secar a 130 °C hasta que sea una masa constante (aprox 1 hora). Anotar el peso del crisol + celite como peso 1
- Pesar cuatro muestras de 1 g y colocarlas en beakers altos
- Agregar 50 ml de buffer fosfato pH 6 y 0.1 ml de alfa-amilasa a cada beaker
- Cubrir cada beaker a intervalos de 5 minutos. Incubar por 15 minutos después que la temperatura interna llegue a 95°C.
- Dejar enfriar las soluciones a temperatura ambiente
- Ajustar el pH de las soluciones a 7.5 + 0.2 agregando 10 ml de NaOH 0.275 N a cada beaker

- Preparar una solución 50mg/ml de proteasa y agregar 0.1 ml de esta a cada beaker
- Cubrir cada beaker con papel aluminio y colocarlos en baño de agua hirviendo. Agitar los beakers continuamente. Incubar por 30 minutos después que la temperatura interna llegue a 60 °C
- Deje enfriar las soluciones a temperatura ambiente
- Ajustar el pH de las soluciones a 4 - 4.6 agregando 10 mL de HCL 0.325 M a cada beaker
- Agregando 0.1 ml de amiloglucosidasa a cada beaker
- Cubrir cada beaker con papel aluminio y colocarlos en baño de agua hirviendo. Agitar los beakers continuamente. Incubar por 30 minutos después que la temperatura interna llegue a 60 °C.
- Agregar 4 volúmenes de etanol al 95% a cada beaker y dejarlos reposar durante la noche para permitir la precipitación completa
- Armar aparato de filtración con los crisoles previamente tarados. Transfiere el precipitado y la suspensión de cada beaker a su crisol respectivo. Lavando el residuo con 3 porciones de 20 ml de etanol al 78%, dos porciones de 10 ml etanol al 95% y dos porciones de 10 ml de acetona.
- Secar los crisoles durante la noche en el horno de aire a 105 °C o en horno de vacío a 70 °C
- Enfriar los crisoles en desecadora y pesarlos, anotar este dato como peso 2.
- Analice los residuos de dos muestras y dos blancos para proteínas utilizando el método Kjeldhal
- Analice los residuos de dos muestras y dos blancos para cenizas anotar la masa de los crisoles como peso 3.

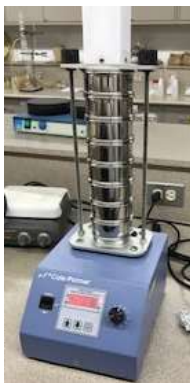
Cálculos:

- **Residuo = R = peso 2 – peso 1**
- **Ceniza = C = peso 2 – peso 1**
- **Blanco = B = Rblanco – proteínas blanco – c blanco**
- **% fibra dietética total = % FDT = (r muestra – proteína muestra – c muestra – b) *100 / promedio de peso de la muestra**

Figura 7. Procedimiento de determinación de fibra dietética total.



Figura 8. Procedimiento de determinación de granulometría.



15. Determinación de la capacidad antioxidante (método DPPH)

a. Procedimiento

- Con este método se calcula la actividad antioxidante de la harina de frijol.

b. Equipo

- Balónes aforados
- Papel aluminio
- Agitadores
- Erlenmeyer
- Balanza analítica
- Papel filtro
- Metanol
- DPPH
- L-ácido ascórbico

c. Procedimiento

- Preparar la solución madre: pesar 3.94 mg de DPPH y disolverlo en 100 ml de metanol, por último, colocar la solución en un balón aforado forrado de papel aluminio.
- Preparar la solución de ácido ascórbico: Pesar 5 mg de L-ácido ascórbico y disolverlo en 100 ml de metanol, colocar la solución en un balón aforado forrado de papel aluminio.
- Preparar la solución con la harina de frijol: Pesar 5 mg de harina de frijol y disolverlo en 10 ml de metanol, luego agitar por 15 minutos, filtrarlo y colocar la solución en un balón aforado forrado de papel aluminio.

Figura 9. Procedimiento de determinación de capacidad antioxidante.



16. Determinación de la densidad (batido de la premezcla)

a. Procedimiento

- Esta es la propiedad tecno-funcional que relaciona la masa con el volumen ocupado por la harina, incluyendo el volumen de las partículas y los espacios disponibles entre las mismas.

b. Equipo

- Balanza analítica
- Vaso de plástico
- Espátula

c. Procedimiento

- Tarar y llenar la copa de 100 ml (100cm^3), llevándola al tope, con la premezcla que se esta trabajando, quitándole el exceso con una espátula.

Figura 10. Procedimiento de determinación de la densidad del batido.



VII. RESULTADOS

A. Análisis físico

Cuadro 11. Prueba de granulometría realizada a la premezcla de harina de frijol.

# Mesh	Gramos	Porcentaje retenido	Porcentaje retenido premezcla para pastel	Porcentaje retenido de premezcla para panqueque
25	0.1653	1.6	1	2
40	5.1296	50.7	48	55
60	3.9869	39.4	31	40
80	0.2464	2.4	3	3
100	0.0577	0.6	1	2
120	0.1126	1.1	2	2
200	0.1598	1.6	2	2





Cuadro 12. Prueba de densidad.

Fórmula	Densidad (g/ml)	Desviación
Formula final: premezcla harina de frijol	0.995	0.005







B. Análisis sensorial batido/ horneado

Cuadro 13. Resultados de las diferentes formulaciones (batido / horneado).







Formulación # 1

Resultados del batido		FORMULACION 1	
Color	Grisáceo-negro	BATIDO S. VANILLA	BATIDO S. CHOCOLATE
Olor	A frijol		
Sabor	Característico a frijol		
Integración de los ingredientes	Uniforme		
Tiempo de horneado	350 °C por 20 minutos		
Densidad	1.5 g/ml		
Resultados después del horneado (pastel)		PRODUCTO FINAL	PRODUCTO FINAL
Color	Grisáceo-negro		
Olor	A frijol		
Sabor	Característico a frijol		
Textura / apariencia	Miga compacta-dura		
Resultados después del horneado (panqueque)			
Color	Grisáceo-negro		
Olor	A frijol		
Sabor	Característico a frijol		

Formulación # 2

Resultados del batido		FORMULACION 1	
Color	Grisáceo-negro	BATIDO S. VANILLA	BATIDO S. CHOCOLATE
Olor	A frijol		
Sabor	Característico a frijol		
Integración de los ingredientes	Uniforme		
Tiempo de horneo	350 °C por 20 minutos		
Densidad	1.2 g/ml		
Resultados después del horneo (pastel)		PRODUCTO FINAL	PRODUCTO FINAL
Color	Grisáceo-café		
Olor	A frijol		
Sabor	Característico a frijol		
Textura / apariencia	Miga menos compacta y abierta		
Resultados después del horneo (panqueque)			
Color	Grisáceo-café		
Olor	A frijol		
Sabor	Característico a frijol		

Formulación # 3

Resultados del batido		FORMULACION 3	
Color	Café oscuro con tonalidades grisáceas	BATIDO S. VANILLA	BATIDO S. CHOCOLATE
Olor	A frijol		
Sabor	Característico a frijol	PRODUCTO FINAL	
Integración de los ingredientes	Uniforme		
Tiempo de horneo	350 °C por 20 minutos		
Densidad	1.05 g/ml		
Resultados después del horneo (pastel)			
Color	Café oscuro		
Olor	A frijol		
Sabor	Característico a frijol		
Textura / apariencia	Miga menos compacta y abierta		
Resultados después del horneo (panqueque)			
Color	Café oscuro		
Olor	A frijol		
Sabor	Característico a frijol		

Formulación # 4

Resultados del batido	
Color	Café oscuro con tonalidades grisáceas
Olor	A frijol – canela
Sabor	Característico a frijol con canela (menos sabor a frijol, casi no es perceptible)
Integración de los ingredientes	Uniforme
Tiempo de horneo	350 °C por 20 minutos
Densidad	1.00 g/ml
Resultados después del horneo (pastel)	
Color	Café oscuro con tonalidades grisáceas
Olor	A frijol-canela
Sabor	Característico a frijol con canela (menos sabor a frijol, casi no es perceptible)
Textura / apariencia	Miga menos compacta y abierta
Resultados después del horneo (panqueque)	
Color	Café oscuro con tonalidades grisáceas
Olor	A frijol-canela
Sabor	Característico a Frijol con Canela (menos sabor a frijol, casi no es perceptible)

FORMULACION # 4	
BATIDO 1. VAINILLA	BATIDO 2. CHOCOLATE
	
PRODUCTO FINAL	PRODUCTO FINAL
	

Formulación # 5

Resultados del batido. (final)	
Color	Café oscuro con tonalidades grisáceas
Olor	Sabor a chocolate-canela
Sabor	Sabor a chocolate
Integración de los ingredientes	Uniforme
Tiempo de horneo	350 °C por 20 minutos
Resultados después del horneo (pastel)	
Color	Café oscuro
Olor	Sabor a chocolate-canela
Sabor	Sabor a chocolate
Textura / apariencia	Miga suave-abierta
Resultados después del horneo (panqueque)	
Color	Café claro
Olor	Sabor chocolate-cenalea
Sabor	Sabor a chocolate

FORMULACION 5	
BATIDO S.VANILLA	BATIDO S.CHOCOLATE
	
PRODUCTO FINAL	PRODUCTO FINAL
	

Cuadro 14. Formulación final.

Ingredientes	Formulación final	
Harina de frijol negro	70	13.3%
Harina de frijol blanco	65.76	12.45%
Harina de trigo	270	51.13%
Bicarbonato	9	1.7%
Stevia	0.1	0.01%
Sucralosa	15	2.8%
Propionato de sodio	2.64	0.5%
Polvo para hornear	10	1.9%
Canela	10	1.9%
Monoesterato de glicerilo	2.5	0.5%
Sal refinada	2	0.4%
Harina de amaranto, linaza y avena	40	7.6%
Cocoa alcalina	10	1.9%
Cocoa natural	10	1.9%
Sabor chocolate en polvo	10	1.9%
Vainillina	1	0.2%
TOTAL	528 gramos	100%

Cuadro 15. Etiquetado nutricional del pastel y panqueques.

Información nutricional (pastel)		
Porciones por pastel: 22 aprox. Tamaño de porción: 24 gramos (1 rodaja)		
Cantidad por porción		
Energía	77.72 (kcal)	
Energía de grasa	7.2 (kcal)	
% VRN		
Total de carbohidratos	12.8 g	5.12%
Azúcares	0 g	0 %
Fibra	2.92 g	8.98%
Proteína	3.03 g	3.44%
Grasa total	0.8 g	1.82%
El porcentaje de VRN se basó en una dieta de 2000 calorías por día.		

Información nutricional (panqueques)		
Porciones por paquete: 33 aprox. Tamaño de porción: 16 gramos (1 panqueque)		
Cantidad por porción		
Energía	77.72 (kcal)	
Energía de grasa	7.2 (kcal)	
% VRN		
Total de carbohidratos	12.8 g	5.12%
Azúcares	0 g	0%
Fibra	2.92 g	8.98%
Proteína	3.03 g	3.44%
Grasa total	0.8 g	1.82%
El porcentaje de VRN se basó en una dieta de 2000 calorías por día.		

C. Análisis fisicoquímico

Cuadro 16. Índice de absorción de agua.

Fórmula	Absorción de agua (ml agua/gr de proteína)	Desviación
Fórmula final: premezcla harina de frijol	1.3	0.7

Cuadro 17. Actividad de agua (Aw).

Fórmula	Promedio de Aw	Desviación
Formula final: premezcla harina de frijol	0.417	0.001

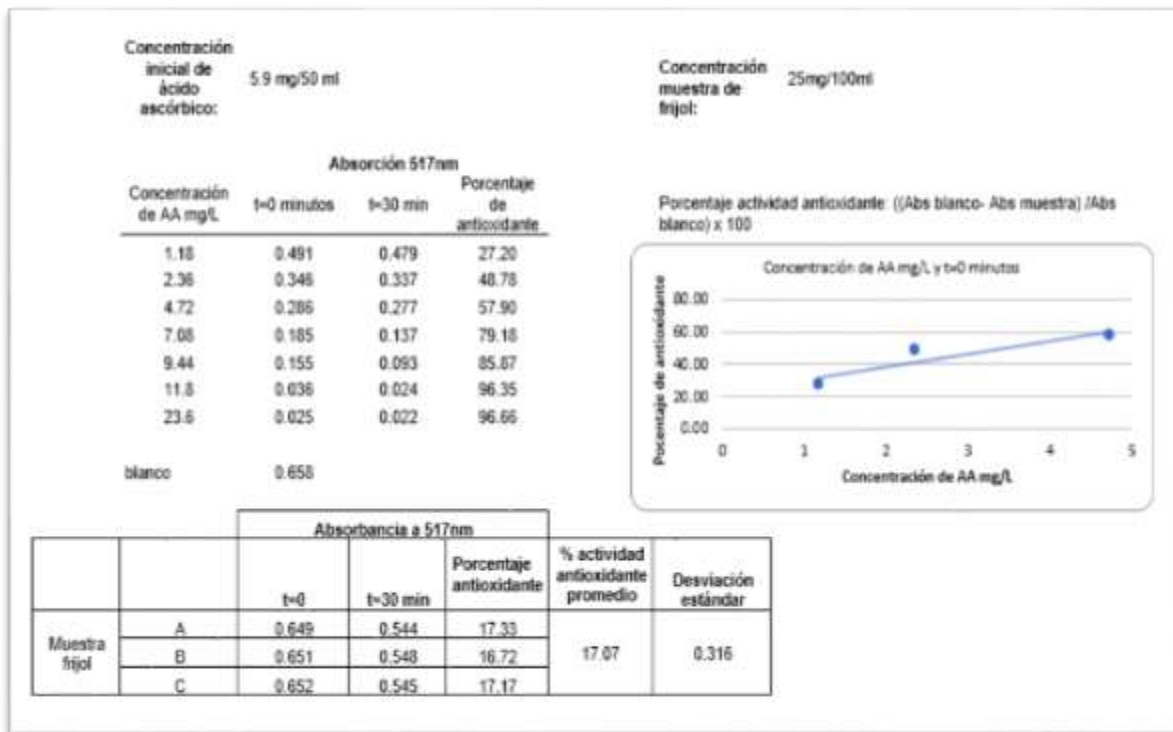
D. Análisis químico

Cuadro 18. Análisis químico proximal de la premezcla.

Componente	Fórmula final (%)	Desviación
Carbohidratos	67.5	0.1
Fibra dietética total	15.40	0.08
Proteína	16.00	0.05
Grasa	4.00	0.1
Humedad	9.40	0.02
Cenizas	3.10	0.02

E. Análisis capacidad antioxidante (DPPH)

Cuadro 19. Análisis de la capacidad antioxidante (DPPH).



F. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se llevó a cabo el jueves 13 y viernes 14 de julio, en la Fundación “Fundación Orto”, ubicada en Multimédica zona 15, ciudad de Guatemala. Se evaluaron cuatro muestras de diferentes sabores (vainilla y chocolate) de dos productos alimenticios distintos de la formulación definida en el diseño experimental. (pastel y panqueque)

El panel estuvo conformado por 75 participantes diabéticos no entrenados de sexo masculino y femenino entre los 40-75 años. Se realizó una prueba de aceptabilidad que consistió en localizar el nivel de agrado o desagrado que provoca una muestra específica. En esta prueba los panelistas evaluaron el producto de acuerdo con un criterio personal-subjetivo, con una boleta de escala hedónica de tres niveles y una prueba de preferencia para determinar cuál de los dos sabores era la más aceptada

En el Gráfico 3 se presenta la aceptabilidad del pastel con diferentes sabores (chocolate y vainilla), se puede observar que el sabor chocolate tuvo una mejor aceptabilidad.

Cuadro 20. Prueba de aceptación de los cuatro productos.

Características que evaluar en la boleta	Producto 1: PV1		Producto 2: PC1		Producto 3: PQC2:		Producto 4: PQV2	
	No. de Personas:	%	No. de personas:	%	No de personas:	%	No de personas:	%
SABOR								
No me gusta	4	5.3	2	2.7	1	1.3	0	0
Ni me gusta ni me disgusta	12	16	10	13.3	5	6.7	4	5.3
Me gusta mucho	59	78.7	63	84	69	92	71	94.7
APARIENCIA								
No me gusta	10	13.3	2	2.7	2	2.7	1	1.3
Ni me gusta ni me disgusta	10	13.3	8	10.7	4	5.3	4	5.3
Me gusta mucho	55	73.4	65	86.6	69	92	70	93.4
COLOR								
No me gusta	9	12	2	2.7	2	2.7	3	4
Ni me gusta ni me disgusta	25	33.3	10	13.3	4	5.3	40	53.3
Me gusta mucho	41	54.7	63	84	69	92	32	42.7
TEXTURA								
No me gusta	4	5.3	3	4	1	1.3	0	0
Ni me gusta ni me disgusta	20	26.7	20	26.7	20	26.7	17	22.7
Me gusta mucho	51	68	52	69.3	54	72	58	77.3

Cuadro 21. Prueba de preferencia.

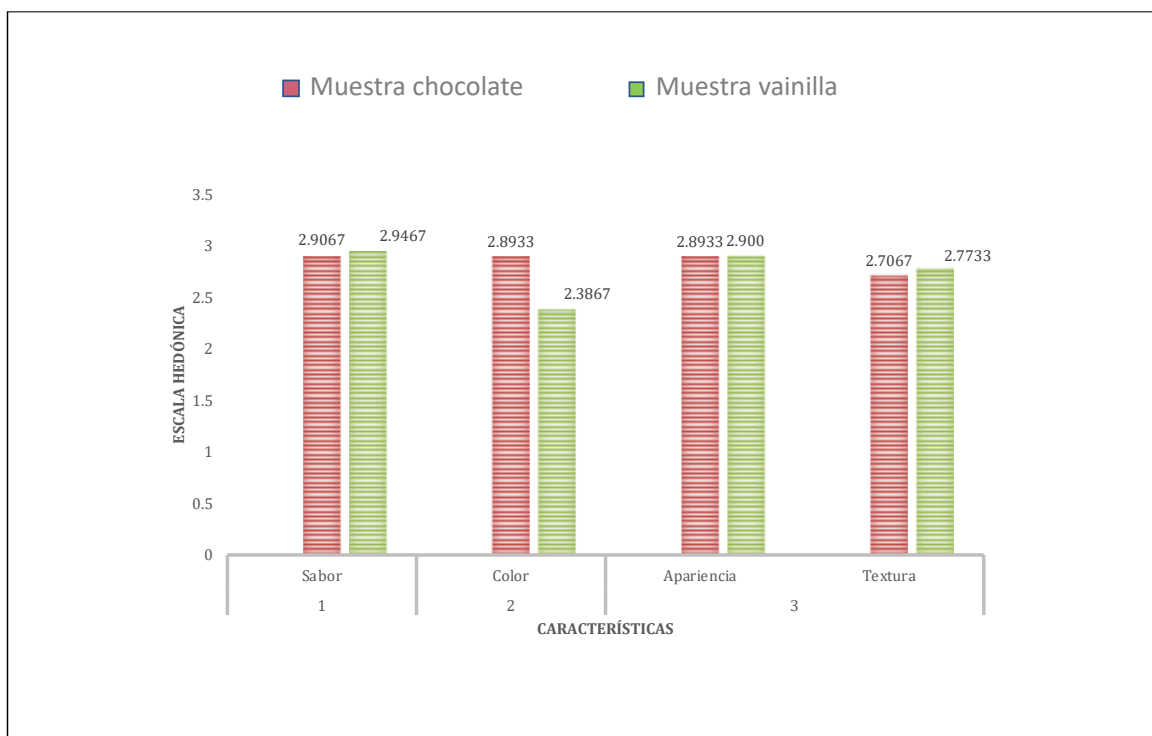
Muestra	No. de personas	Porcentaje de preferencia
PC1, PQC2	41	54.7
PV1, PQV2	34	45.3

- PCI: Producto pastel chocolate 1
- PV1: Producto pastel vainilla 1
- PQC2: Producto panqueque chocolate 2
- PQV2: Producto panqueque vainilla 2

Gráfico 3. Prueba de aceptabilidad para pastel.

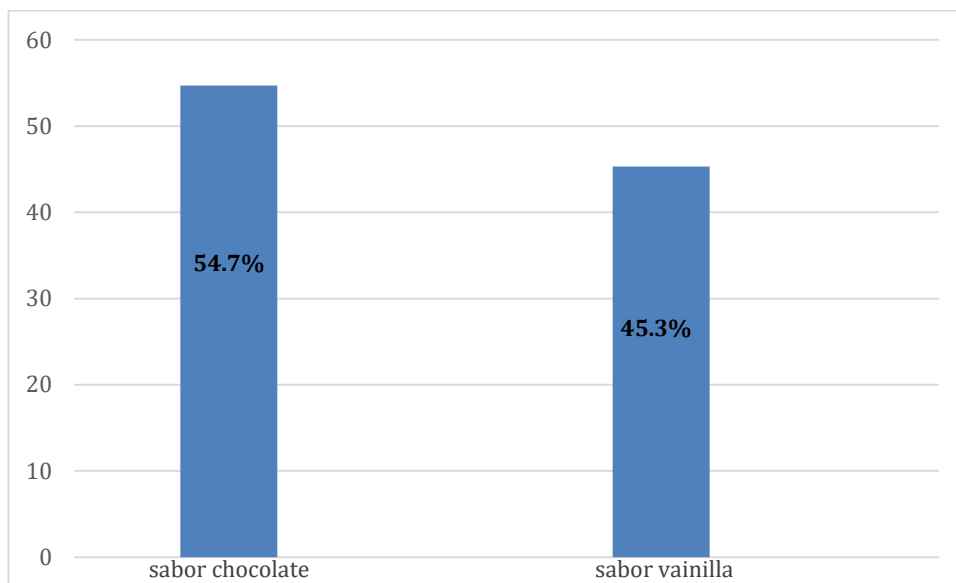
En el Gráfico 3, se presenta la aceptabilidad del pastel con diferentes sabores (chocolate y vainilla), se puede observar que el sabor chocolate tuvo una mejor aceptación.

El análisis de ANOVA no reveló diferencias significativas con un $p > 0.05$. Ver anexo 13.

Gráfico 4. Prueba de aceptabilidad para panqueque.

En el Gráfico 4, se presenta la aceptabilidad del panqueque con diferentes sabores (chocolate y vainilla), se puede observar que el sabor vainilla tuvo una mejor aceptación con excepción del color.

El análisis de ANOVA no reveló diferencias significativas con un $p > 0.05$. Ver anexo 13.

Gráfico 5. Prueba de preferencia de las muestras de pastel y panqueques.

En el Gráfico 5 se presenta la prueba de preferencia para los dos productos de diferentes sabores (chocolate y vainilla), los participantes prefirieron el sabor de chocolate con un 54.7% (41 panelistas) y el sabor vainilla con un 45.3% (34 panelistas). Los comentarios más frecuentes acerca de su elección fueron debido al color de los productos con sabor vainilla. La prueba binomial de dos colas determinó que no existe diferencias significativas entre ambos productos con diferentes sabores. Ver anexo # 13.

G. Análisis de estabilidad

Cuadro 22. Estabilidad a temperatura ambiente.

Características organolépticas	Resultado	Prueba	Observaciones	Fotografía
Apariencia	Polvo fino sin presencia de grumos	Muestra 200 gramos se almaceno por 21 días en un lugar fresco a temperatura ambiente sin control de HR.	La muestra no presentó ningún cambio en cuanto sus características organolépticas, se observó por el microscopio y no se detecto ningún insecto.	
Color	Grisáceo			
Sabor	Característico a sabor chocolate			
Olor	Característico a sabor chocolate			

Cuadro 23. Estabilidad en la cámara de estabilidad.


Características organolépticas	Resultado	Prueba	Observaciones	Fotografía
Apariencia	Polvo fino sin presencia de grumos	Muestra 200 gramos se almaceno por 21 en la cámara de estabilidad a 40 C a una HR menor de 70%	La muestra no presento ningún cambio en cuanto sus características organolépticas, se observo por el microscopio y no se detecto ningún insecto.	
Color	Grisáceo			
Sabor	Característico a sabor chocolate			
Olor	Característico a sabor chocolate			

Figura 11. Material de empaque.



Peso Neto: 1/2 kg
PREMEZCLA DE
HARINA DE FRIJOL
PARA PASTELES Y PANQUEQUES

INFORMACIÓN NUTRICIONAL

Porciones por pastel: 22 aprox - Tamaño de porción: 24 gramos (1 rodaja)
Porciones de panqueque: 33 aprox - Tamaño de porción: 36 gramos (1 panqueque)

Cantidad por porción:		
Energía: 7772 (kcal) - Energía de grasas: 72 (kcal)		
Total de Carbohidratos	12.8 g	5.12 %
Azúcares	0 g	0 %
Fibra	2.92 g	8.98 %
Proteína	3.03 g	3.44 %
Grasa Total	0.8 g	1.82 %

El % de VRN se basa en una dieta de 2000 calorías por día.

COMPOSICIÓN:

- Harina de frijol negro - Harina de frijol blanco - Harina de trigo - Harina de amaranto - Linaza y arena
- Stevia - Sucralosa - Bicarbonato de sodio - Polvo para hornear - Propionato de sodio - Canela
- Monoestearato de glicerilo - Cloruro de sodio - Sabor de chocolate

Producto elaborado con alérgenos: gluten de trigo, huevo y leche.

INGREDIENTES:

1/2 kg de premezcla - 2 tazas de agua - 1/4 taza de aceite vegetal - 5/70 g de huevo (aprox. 7 huevos)

PROCEDIMIENTO:

- Mezclar a velocidad baja el huevo, agua, aceite y premezcla durante 3 minutos.
- Aumentar la velocidad y continuar batiendo de 5-5 minutos.
- Disminuir la velocidad hasta que la mezcla este homogénea totalmente y no hayan grumos.

Pastel: - Colocar en un recipiente con harina y margarina y hornear a 275 °C durante 30 aprox.
Panqueques: - Agregar un poco de aceite al sartén e ir agrega.

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO:

Almacenar en el empaque original en un lugar seco y fresco.

Producto Centroamericano hecho en Guatemala por Transformaciones del Caribe y distribuido por Distribuidora del Caribe, S.A.



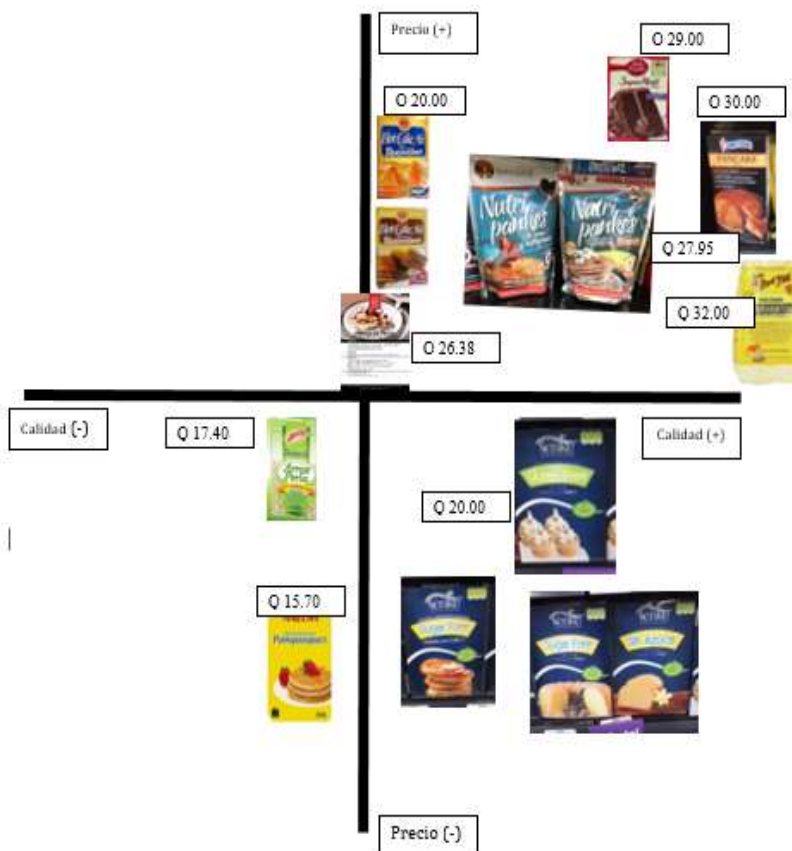
H. Análisis de costeo

Cuadro 24. Análisis de costeo.

Producto	Presentación	Precio
Pancake Mix, sugar free	226 gramos	Q 32.20
Premezcla para panqueques sin azúcar	300 gramos	Q 26.15
Premezcla para pastel sin azúcar	300 gramos	Q27.40
Harina para panqueques sin azúcar	400 gramos	Q 27.95
Premezcla de frijol sin azúcar	528 gramos	Q 26.38

El análisis del costeo de la premezcla de harina de frijol, fue comparada con todos los posibles productos que serán ya sea competencia directa y/o indirecta, se logró observar lo siguiente, en cuanto precio de venta la premezcla de frijol está dentro de los rangos de precios de diferentes productos en el mercado, tomando en cuenta que el precio de un solo producto está alrededor de los Q.26.00- Q.30.00, mientras que la premezcla de frijol el precio de venta es de Q26.38 tomando en cuenta que de la premezcla se pueden obtener varios productos por ejemplo pastel, panqueques, crepes, pound cakes etc. En cuanto a presentación, la mayoría de los productos en el mercado tienen de 300 a 464 gramos, mientras que la premezcla de frijol tiene 528 gramos. En el anexo # 14 se puede observar más ampliamente el análisis de costeo y como se determinó el precio de venta.

I. Posicionamiento del mercado (estrategia calidad-precio)



La estrategia que se utilizó para evaluar el posicionamiento del mercado para la premezcla de frijol, fue “Estrategia calidad y precio”. Esta estrategia tiene como enfoque, el mejor precio y/o la mejora calidad del producto. En cuanto la calidad, se refiere al producto que tiene mayor publicidad, que producto es el más conocido por los consumidores, también el precio esta relacionado con la calidad, a mayor precio, al cliente le indica mejor calidad. También la calidad de un producto está relacionada con el beneficio que ofrece al consumidor para la salud, por lo que el posicionamiento en el mercado de la premezcla se tomó en cuenta de la siguiente manera: mayor cantidad de beneficios para la salud a un precio razonable comparada con los productos ya conocidos por los consumidores.

J. Determinación Carga Glucémica (CG)

La carga glucémica se basa en el índice glucémico, pero usando tamaño de raciones más que 100 gramos de carbohidratos. La fórmula que se usa para calcular la carga glucémica es:

$$CG = (IG * \text{cantidad de carbohidratos}) / 100 \text{ g}$$

La categorización para la carga glucémica es:

- Baja = 10 o menos
- Media = 11-19
- Alta = 20 o más

Carga glicémica del frijo negro: 7

Carga glicémica del frijol blanco: 9

Carga glicémica de la harina de trigo integral: 50

Resultado: $CG = 66 * 12.8 \text{ g} / 100 = 8.45$ es una CG baja

VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se ha demostrado que el frijol disminuye los niveles de glucosa sanguínea (Serrano; Goñi, 2004). Estas propiedades hipoglucemiantes se han atribuido, principalmente, a sus carbohidratos complejos, a los compuestos fenólicos y a otros posibles componentes bioactivos, los cuales también podrían contribuir a la disminución de las complicaciones de las diabetes relacionadas con el estrés oxidativo presente en la enfermedad. (Chang SK, 2008)

El consumo de frijol podría ser una estrategia para la prevención primaria de enfermedades cardiovasculares y diabetes en zonas rurales. (Loyola, 2008). En estudios recientes han concluido que las harinas de frijol (*P. vulgaris*) fermentadas, no fermentadas y cocidas son ingredientes que pueden ser incorporados en la elaboración y desarrollo de productos de panificación, y repostería por su aporte nutricional y por la funcionalidad que les imparte a los productos desarrollados. (Leon *et al*, 2007).

El objetivo principal de este estudio fue el desarrollo de una premezcla alimenticia de harina de frijol (*P. vulgaris*) de la cual se elaboraron dos productos alimenticios dirigidos a personas diabéticas

Las propiedades tecno-funcionales de las harinas de las leguminosas han adquirido una gran importancia en el desarrollo de formulaciones alimentarias, especialmente en harinas mixtas de trigo-leguminosas, donde las proteínas se utilizan como principales ingredientes funcionales.

A. Carga Glicémica, Índice Glicémico

Debido a la importancia de proteger al organismo de los niveles crónicos de hiperglicemias es fundamental para personas diabéticas evitar los efectos nocivos de la hiperglicemia como la nefropatía, neuropatía y retinopatía diabética. Por eso mismo la Asociación de Diabetes Americana (ADA) en sus recomendaciones señala textualmente: *"La cantidad total de hidratos de carbono consumidos constituye el mejor predictor de la respuesta glicémica, y se mantiene como una estrategia clave para el manejo dietético de los pacientes con DM, sin embargo, un meta-análisis reciente de trabajos casos-controles, aleatorizados, muestra que el IG puede aportar beneficios adicionales al control de la DM"*. (ADA, 2005).

El índice glicémico (IG) y la carga glicémica (CG) son indicadores válidos del efecto de los alimentos en la respuesta de la glucosa plasmática. El IG representa la calidad del carbohidrato consumido mientras que la CG es el producto matemático del IG por la cantidad consumida y estima el efecto glucémico total del alimento.

El IG del frijol es de 30, por lo que se considera un alimento de bajo IG. Por esta misma razón se recomienda que todas las personas diabéticas deben de incluir leguminosas en su alimentación. Los alimentos con IG bajo, son los mejores para el control de la diabetes, ya que producen un aumento gradual de los niveles de glucosa e insulina en la sangre debido a su digestión lenta y a la absorción y liberación gradual de la glucosa en el torrente sanguíneo.

La ingesta de carbohidratos para los diabéticos es de suma importancia, por esta razón se han realizado múltiples estudios para evaluar los efectos fisiológicos de las dietas con distintos IG y CG. Múltiples estudios han demostrado una mejora del control glicémico en individuos con DM después de consumir alimentos con IG bajos. Según los resultados del estudio "índice glicémico y carga glicémica de las dietas de adultos diabéticos" realizado por Pablo Hernandez *et al*, el IG y la CG son herramientas útiles en la selección de los alimentos protectores de enfermedades crónicas como es la DM y pudieran ser considerados indicadores de calidad nutricional de la ingesta diaria, pero no deben ser utilizados en forma aislada, hay que tomar en cuenta

también el contenido de fibra, grasa y proteínas. La composición de la premezcla es alta en fibra, proteína, baja en grasa, y tiene una CG de 8.45 por lo que se cataloga un alimento con una CG baja.

B. Función nutracéutica del frijol

El carácter nutracéutico del frijol ha llamado la atención en los países desarrollados hacia esta leguminosa debido a que aporta beneficios a la salud, incluyendo la tolerancia a la glucosa. La fibra y compuesto fenólicos juegan un papel fundamental en la prevención de enfermedades ya que presentan diferentes mecanismos de acción, y pueden actuar de diferentes maneras, como: antioxidantes, reductores de colesterol y glucosa en sangre etc.

El frijol es conocido como una importante fuente rica en compuestos fenólicos y la actividad antioxidante del frijol esta asociada a la presencia de estos compuestos. Por otro lado, estos compuestos fenólicos presentan generalmente una significativa actividad captadora frente al radical DPPH, de esta forma se justifica así la idoneidad de evaluar la actividad antioxidante del frijol mediante el método DPPH.

El porcentaje de absorción en 25 g de muestra de harina de frijol fue de un 17.07%, esto significa que el 82.93% reaccionó con el radical DPPH, a mayor captación del antioxidante, habrá una mayor disminución de la absorbancia. Un valor bajo más cercano a 0% significa una mayor actividad antioxidante.

Por esta razón la capacidad de inhibición de los radicales es directamente proporcional a la concentración de compuestos fenólicos presentes en el frijol.

C. Análisis físicos

En los análisis físicos se inició con la granulometría la cual es un análisis que se realiza para determinar la proporción en tamaño de grano ya que esto influye en la calidad directamente de la textura del producto final así también, para ver el grado de homogenización de la mezcla. La granulación y/o tamaño de la partícula se consideran un componente de calidad en las harinas, ya que el tamaño de la partícula esta relacionado con la absorción de agua, en el cual, al aumentar el refinamiento, acelera el grado de hidratación de la harina. También el tamaño de la partícula indica la funcionalidad que presenta la harina, es un factor importante cuando se define el propósito específico del producto.

Para la industria de repostería es importante que las harinas se encuentren entre un mesh de 40 a 80, para no afectar sus características vitales, como su densidad aparente y otras propiedades o condiciones dependientes de la forma y número de partícula, así como de su tamaño. La premezcla final se encuentra entre el mesh de 40 y 60, al igual que premezclas de pastel y panqueques ya conocidas en el mercado se encuentran entre un mesh de 40 y 60.

La densidad aparente se obtiene del batido de la premezcla, es una propiedad tecno-funcional que relaciona la masa con el volumen ocupado por la harina, y se ve afectada por el tamaño de la partícula y forma. En la industria de la repostería se recomienda que la densidad del batido no sea mayor a 1, ya que esta relacionada directamente con la masa y textura del producto final, al tener una densidad mayor a 1 da como resultado una masa mas compacta y pesada, lo cual da un rendimiento menor de batido y menor cantidad producto final, se ve afectada la apariencia del producto, al tener una masa mas compacta no hay suficiente espacio para una aireación adecuada por lo que conlleva que el producto no se eleve adecuadamente, mas tiempo de cocción y mas riesgo que la masa salga cruda por dentro. El resultado de la densidad de la premezcla final fue de 0.995 g/ml.

D. Análisis químicos

La premezcla final de frijol sí cumple con la composición química según las recomendaciones de la ADA, ya que según la ADA (Asociación Americana de Diabetes) las características que debe de tener una alimentación y/ productos para personas con diabetes, es de carbohidratos 45-67%, proteína 15-20%, grasa 20-35 % y un consumo de 30-35 g/día de fibra total. La premezcla tiene un 67% de carbohidratos, 15 % de fibra dietética total, 16% de proteína y 4 % de grasa.

E. Análisis fisicoquímicos

Dentro de los análisis fisicoquímicos se realizó el índice de absorción de agua, se relaciona con la capacidad de absorber y retener agua del material al extraerse, este índice es un parámetro de calidad de las harinas, a mayor valor la harina absorbe más agua mayor probabilidad de apelmazamiento la cual es una característica no deseable en las harinas. La premezcla tiene 1.3 ml agua/proteína lo cual esta dentro de los rangos aceptados para harinas compuestas (1-1.5 ml agua / proteína).

La actividad de agua representa el grado de interacción del agua con los demás constituyentes como proteínas, grasa, hidratos de carbono e indica la porción de agua disponible en el producto para que se lleve a cabo reacciones como crecimiento microbiano, transformaciones hidrolíticas, químicas y enzimáticas. Lo que se buscaba en la formulación de la harina de frijol era una baja actividad de agua para tener una vida de anaquel prolongada, la actividad de agua de la premezcla es de 0.417, con este resultado se puede clasificar a la premezcla de harina de frijol en una zona de bajo riesgo en que puedan ocurrir reacciones de descomposición y contaminación por microorganismos debido a la baja actividad de agua presente.

F. Pruebas de estabilidad

La calidad de las harinas representa la aceptación de varios atributos medibles requeridos en su uso final, que puede definirse como la habilidad que esta tiene para dar un producto uniforme con buenas características, bajo condiciones establecidas. Para lograr mantener todas las características de la premezcla se determinó el material de empaque ideal, que contenga todas las barreras necesarias para evitar las características indeseables en las harinas como apelmazamiento y endurecimiento.

Al finalizar los 21 días se analizaron ambas bolsas, los parámetros analizar fueron las características organolépticas de la premezcla (color, sabor, textura, apariencia, olor) y presencia de mohos y/o insectos por midió de un Microscopio. Tanto la muestra en condiciones no controladas como en la cámara de estabilidad no se detectó ningún cambio en cuanto sus características organolépticas como presencia de microorganismos.

G. Costeo

El análisis del costeo de la premezcla de harina de frijol, fue comparada con todos los posibles productos que serán ya sea competencia directa y/o indirecta, se logro observar lo siguiente, en cuanto precio de venta la premezcla de frijol esta dentro de los rangos de precios de diferentes productos en el mercado, tomando en cuenta que el precio de 1 solo producto esta alrededor de los Q26.00-30.00, mientras que la premezcla de frijol el precio de venta es de Q26.38 tomando en cuenta que de la premezcla se pueden obtener varios productos por ejemplo pastel, panqueques, crepes, pound cakes etc. En cuanto presentación, la mayoría

de los productos en el mercado tienen de 300 a 464 gramos, mientras que la premezcla de frijol tiene 528 gramos. En el anexo # 14 se puede observar más ampliamente el análisis de costo y como se determinó el precio de venta.

La estrategia que se utilizó para evaluar el posicionamiento del mercado para la premezcla de frijol, fue “Estrategia calidad y precio”. Esta estrategia tiene como enfoque, el mejor precio y/o la mejor calidad del producto. En cuanto a la calidad, se refiere al producto que tiene mayor publicidad, que producto es el más conocido por los consumidores, también el precio está relacionado con la calidad, a mayor precio, al cliente le indica mejor calidad. También la calidad de un producto está relacionada con el beneficio que ofrece al consumidor para la salud, por lo que el posicionamiento en el mercado de la premezcla se tomó en cuenta de la siguiente manera: mayor cantidad de beneficios para la salud a un precio razonable comparada con los productos ya conocidos por los consumidores.

H. Evaluación sensorial

En cuanto a la prueba de aceptabilidad para los dos productos de los diferentes sabores (chocolate y vainilla) tuvieron un promedio por encima de 1.9 para todas las características sensoriales evaluadas (sabor, apariencia, color y textura) ver Gráfico # 3 y 4, esto significa que ambas muestras fueron aceptadas por los consumidores. Los comentarios más frecuentes fueron en base al color de los productos de sabor vainilla.

El análisis estadístico no reveló diferencias significativas entre ambos productos con diferentes sabores evaluados para cada uno de sus atributos, únicamente haciendo referencia en base al color de los productos de sabor de vainilla, no era aceptado visualmente por tener un color oscuro.

Para la prueba de preferencia entre los dos productos de diferentes sabores (chocolate y vainilla), los participantes prefirieron el sabor de chocolate con un 54.7% (41 panelistas) y el sabor vainilla con un 45.3% (34 panelistas). Los comentarios más frecuentes acerca de su elección fueron debido al color de los productos con sabor vainilla. La prueba binomial determinó que no existe diferencia significativa entre ambos productos con diferentes sabores.

Finalmente, cabe resaltar que tanto para la prueba de aceptabilidad como en la de preferencia influyó el gusto personal de las personas por los sabores de ambos productos, principalmente en lo que respecta a la característica del color

IX. CONCLUSIONES

1. La premezcla final si es un producto recomendado para personas diabéticas.
2. Ambos productos alimenticios de sabor de chocolate desarrollados de la premezcla final fueron aceptados y preferidos por los consumidores, según las pruebas de ANOVA y Binomial.
3. La premezcla final tiene una presentación mayor (528 gramos) con un mejor precio (Q26.38) a los productos conocidos por los consumidores
4. La premezcla final, tanto en condiciones no controladas como en la cámara de estabilidad no se detectó ningún cambio en cuanto sus características organolépticas como presencia de insectos en un espacio de tiempo de 21 días.

X. RECOMENDACIONES

1. Brindar un plan educacional para el consumo adecuado de la premezcla, únicamente se debe de consumir la porción indicada en la etiqueta.
2. Analizar los compuestos fenólicos presentes en el frijol común (*Phaseolus vulgaris*).
3. Evaluar la aceptación del consumo de la premezcla para personas no diabéticos, por todos los beneficios que presenta dicha premezcla descrita en el presente trabajo.
4. Promocionar el color de la premezcla de sabor vainilla, para que ambas premezclas de diferentes sabores sean aceptadas por los consumidores diabéticos sin importar el color.

XI. BIBLIOGRAFÍA

1. A. A. Cano-Montiel. 2008. *Nuevas tendencias en panificación*. México. Departamento de Ingeniería Química y Alimentos. [http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No2-Vol-1/TSIA-2\(1\)-Cano-Montiel-2008a.pdf](http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No2-Vol-1/TSIA-2(1)-Cano-Montiel-2008a.pdf)
2. ADA *Clinical Practice Recommendations*. Diabetes Care 2005; 28: S1-S79.
3. Adams, S. M; Standridge, J. B. 2006. *What should we eat? Evidence from observational studies*. South Me. J. 99:744-748.
4. Agustín, C.W., et al. *Glycemic index, glycemic load and glycemic response: An International Scientific Consensus Summit from the International Carbohydrate Quality Consortium (ICQC)*. Nutr Metab Cardiovasc Dis. 2015 Sep; 25 (9):795-815.
5. Alfonso G. 2000. *Efecto del tratamiento térmico sobre el contenido de fibra dietética total, soluble e insoluble en algunas leguminosas*. Arch Latinoamer Nutr 2000; 50(3):281-285.
6. Antolovich, M., et al. 2002. *Methods for testing antioxidant activity*. Analyst.
7. Bhupathiraju, S.N, et al. 2014. *Glycemic index, glycemic load, and risk of type 2 diabetes: results from 3 large US cohorts and an updated meta-analysis* Am J Clin Nutr. Jul;(1):218-32.
8. Biliaderis-Costas, G.; Izydorczyk, M.S. 2007. *Resistant Starch, Donal B, Thompson. Functional Food Carbohydrates*. Taylor and Francis Group, LLC. Pag 73-95.
9. Bonilla, A. R. 2003. *Industrialización del frijol como alimento funcional*. Alimentaria. 69:40-41. <http://www.cita2.ucr.ac.cr/Alimentica/EdicionesAnteriores/Volumen%202,%202008/Articulo/Industrializacion%20del%20frijol.pdf>
10. Brouns F, et al. 2005. *Glycemic index methodology*. Nutr Res Rev. Jun; 18(1):145-71.
11. Campos-Vega, R, et al. 2009. *Chemical Composition and in vitro polysaccharide fermentation of different beans (Phaseolus vulgaris L.)*. The society for Food Science and Technology: Toxicology and Chemical Food Safet. 74, 7, 1750-3841.
12. Charley Helen. 2007. *Tecnología de Alimentos*. México. Pp 623-633.
13. Estrada, Milton César. 2007. *Determinación de cloruro de sodio en las raciones alimenticias del programa de alimentación escolar de la JUNAEB*. Chile. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/fae.82d/doc/fae.82d.pdf>
14. Elías, L. 2006. *Concepto y tecnología para la elaboración y usos de harinas compuestas*. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. (INCAP). Guatemala. <http://bvssan.incap.org.gt/local/file/PPNT006.pdf>
15. Elías, L. s.f. *Valor nutritivo del frijol (Phaseolus vulgaris) su potencial y limitaciones*. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), Guatemala.
16. Escudero, A. E. y González, S. P. 2006. *La fibra dietética*. Nutr. Hosp. 21:61-72.
17. Fernández, A. C; Nishidra W. y Da Costa Proencia. 2010. *Influence of soaking on the nutrition quality of common bean (Phaseolus vulgaris) cooked with or without the soaking water a review*. International Journal of Food Science and Technology 45:2209-2218.
18. Feregrino-Pérez, A. A., et al. 2008. *Composition and Chemopreventive effect of Polysaccharides from common beans (Phaseolus vulgaris L.) on Azoxy methane-Induced Colon Cancer*. J. Agric.Food Chem., 56: 8737-8744
19. Fernández-Miranda, Consuelo. 2010. *La fibra dietética en la prevención del riesgo cardiovascular*. Nutrición clínica y Dietética Hospitalaria. Madrid. http://www.nutricion.org/publicaciones/revista_2010_02/Fibra-dietetica.pdf
20. Goñi I, Martin-Carron N. 2001. *Fermentación colónica de fibra dietética y almidón resistente*. Sao Paulo, Brasil.

21. Granito M, Guerra M, Torres A y Guinand J. 2004. *Efecto del procesamiento sobre las propiedades funcionales de Vigna sinensis*. México.
22. Guzmán, S; et al. 2002. *Calidad alimentaria y potencial nutraceutico del frijol (Phaseolus vulgaris L.)*. Agricultura Técnica en México. Vol.20, No.002. Pp 159-173.
23. Guzmán Z, et al. 2002. *Prevalence of diabetes mellitus in the indigenous population of Sololá, Guatemala*. Rev med interna 13 (1):9-13.
24. Halton T. L.; Liu, J.E. y Manson, F.B. 2008. *Low-carbohydrate-diet score and risk of type 2 diabetes in women*. Am J Clin Nutr. 87 2008, pp 339-346.
25. Hernández, Pablo, et al. 2013. *Índice glicémico y carga glucémica de las dietas de adultos diabéticos y no diabéticos*. An Venez Nutr vol 26 no.1 Caracas
26. International Diabetes Federation. *Diabetes Atlas, Seventh Edition*. 2015. www.diabetesatlas.org
27. Jacinto, C. y Campos. 2003. *Efecto de la cocción sobre algunas características nutricionales del frijol*. Agronomía Mesoamericana 4:42-47.
28. Kuto T; Golob T; Ka M. y Plestenjak A. 2003. *Dietary fibre content of dry and processed beans*. Food Chem, 80:231-235.
29. Lajolo, F. y Wenzel De Menezes, E. 2006. *Carbohidratos en Alimentos Regionales Iberoamericanos*. Fibra dietaria, Almidón Resistente, pp. 15, 63, 235, 289, 605.
30. Lemus Rosales, Erika. 2015. *Epidemiología de la Diabetes Mellitus en Guatemala*. Revista Volumen 19 No. 01, enero-abril 2015: Asociación de Medicina Interna de Guatemala. <http://asomigua.org/wp-content/uploads/2015/03/ARTICULO-2.pdf>
31. Leon A. E, Rosell C.M. 2007. *De tales harinas, tales panes: granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica*. Cordoba, Argentina.
32. Loyola Anaya, et al. 2008. *La importancia del consumo de frijol en la prevención y complicaciones de la diabetes*. México. <http://congresofrijol.s3.com.mx/uploads/resumenes/Reynoso-Camacho.pdf>
33. Moreira Díaz, Juan Pablo. 2014. *Diabetes Mellitus en Guatemala: Aspectos Epidemiológicos*. Rev. Guatem Cardial 2014; 24 (Sup 1): S 34-S38. <http://revista.agcardio.org/wp-content/uploads/2014/03/Diabetes-en-Guatemala1.pdf>
34. Oliete, B. y Gómez-Pallarés, M. 2006. *Leguminosas*. En gómez-Pallarés, P., León, A.E. y Rossel, C. De tales harinas tales panes: granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica. 12ª edición. pp 403-438.
35. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <http://www.fao.org/pulses-2016/news/news-detail/es/c/337279/>
36. Organización de las Naciones Unidas para Alimentación y la Agricultura. 2016. *Legumbres, semillas nutritivas para un futuro sostenible*. <http://www.fao.org/3/a-i5528s.pdf>
37. Organización Mundial de la Salud. 2015. *Diabetes*. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/es/>
38. Pan American Health Organization. Central America Diabetes Initiative (CADMI): *survey of diabetes, hypertension, and chronic disease risk factors*. Villa Nueva, Guatemala 2006. file:///C:/Users/Jefe%20Calidad/Downloads/PAHO_CAMDI_English2_2012.pdf
39. Psczola, D. 2005. *Ingredients for bread meet changing "kneads"*. Food Technology. 59:55-63.
40. Ramírez, J. C., A.J. Leonel, y I. E. Rangel. 2011. *El frijol (Phaseolus vulgaris): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos*. Revista Fuente 3(8):5-9.
41. Rodríguez-Castillo Ligia, Xinia E. Fernández. 2003. *Los frijoles (Phaseolus vulgaris): Su aporte a la dieta del costarricense*. Costa Rica. Vol.45 n.3 San José.
42. Sangronis, E; Ibarz, A.; Barbosa, G. y Sawnsom, B. 2002. *Efecto de la alta presión hidrostática (APH), tiempo de cocción y microestructura del Phaseolus vulgaris*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 52 (3):301-306.

43. Sangronis, E., Machado, C. y Cava, R. 2004. *Propiedades funcionales de harinas de leguminosas (Phaseolus vulgaris y Cajan cajan)*. Interciencia. 29 (2):80-85
44. Santangelo, C., Vari, R., Schazzocchio, B., et al. 2007. *Polyphenols, intracellular signaling and inflammation*. Ann.Ist. Super Sanità. 43:394-405.
45. Serrano J., Goñi, I. 2004. *Role of Black bean Phaseolus vulgaris on the nutritional status of Guatemala population*. Arch Latinoam Nutri. 54:36-44.
46. _____; 2004a. *Papel del frijol negro Phaseolus vulgaris en el estado nutricional de la población guatemalteca*. V.54 n.1 Caracas.
http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000100006
47. Shemelis, E. and Rakshit, S. 2007. *Effect of processing on antinutrients and in vitro protein digestibility of kidney bean (Phaseolus vulgaris) varieties grown in East Africa*. Food Chemistry. 103:161-172.
48. Thompson Sharon V, et al. 2012. “*Bean and rice meals reduce postprandial glycemic response in adults with type 2 Diabetes a cross-over study*”. Nutrition Journal.
<http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=27446893-a2df-4c20-81eb-47a9cdb348fb%40sessionmgr4009&vid=5&hid=4212>
49. Torres-González; Jiménez-Munguía. 2014. *Harina de frutas y/o leguminosas y su combinación con harina de trigo*. <http://web.udlap.mx/tsia/files/2015/05/TSIA-81-Torres-Gonzalez-et-al-2014.pdf>
50. Ulloa José Armando; Ulloa Petra; Ramírez José. 2011. *Frijol (Phaseolus vulgaris): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímico*.
51. Vargas-Torres A, Osorio-Díaz P, Islas-Hernández JJ. 2004. *Starch digestibility of five cooked black bean. (Phaseolus vulgaris L.) varieties*. Food Comp. Anal. 17:605-612. México
52. Xu B.J.; Chang S.K. 2008. *Total phenolic content and antioxidante properties of eclipse Black beans (Phaseolus vulgaris L.) as affected by processing methods*. J Food Sci. 73:H19-2

XII. ANEXOS

Anexo 1. Boleta de análisis sensorial

Análisis Sensorial: Cuatro productos a base de harina de frijol (producto alimenticio uno sabor vainilla y chocolate y producto alimenticio dos sabores vainilla y chocolate)

A continuación, se presenta dos muestras de dos productos alimenticios de diferentes sabores. Pruebe las muestras, iniciando con la que tiene a su izquierda y marque con X en el cuadro que corresponda a su opinión sobre el producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

APARIENCIA

Puntaje	Descripción	PV1	PC1
1	No me gusta		
2	Ni me gusta ni me disgusta		
3	Me gusta mucho		

APARIENCIA

Puntaje	Descripción	PQV2	PQC2
1	No me gusta		
2	Ni me gusta ni me disgusta		
3	Me gusta mucho		

SABOR

Puntaje	Descripción	PV1	PC1
1	No me gusta		
2	Ni me gusta ni me disgusta		
3	Me gusta mucho		

SABOR

Puntaje	Descripción	PQV2	PQC2
1	No me gusta		
2	Ni me gusta ni me disgusta		
3	Me gusta mucho		

COLOR

Puntaje	Descripción	PV1	PC1
1	No me gusta		
2	Ni me gusta ni me disgusta		
3	Me gusta mucho		

COLOR

Puntaje	Descripción	PQV2	PQC2
1	No me gusta		
2	Ni me gusta ni me disgusta		
3	Me gusta mucho		

TEXTURA O CONSISTENCIA

Puntaje	Descripción	PV1	PC1
1	No me gusta		
2	Ni me gusta ni me disgusta		
3	Me gusta mucho		

TEXTURA O CONSISTENCIA

Puntaje	Descripción	PQC2	PQC2
1	No me gusta		
2	Ni me gusta ni me disgusta		
3	Me gusta mucho		

Anexo 2: Boleta de Análisis sensorial. Prueba de preferencia

Después de haber probado las dos muestras de los diferentes productos alimenticios de diferentes sabores (vainilla y chocolate), se le pedirá que circule el sabor que más le gustó, únicamente debe de circular un sabor. Escriba por qué eligió ese sabor en la línea de comentarios.

Sabor que más le gusto:

- **Vainilla (código PV1), (código PV2)**
- **Chocolate (código PQC1) (código PQC2)**

Comentarios: _____

Anexo 3. Consentimiento informado para análisis sensorial

Universidad del Valle de Guatemala

Facultad Ingeniería

Maestría Tecnología en Alimentos y Gestión

Guatemala: _____ 2017

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estimado participante:

Soy estudiante de la Maestría Tecnología Alimentos y Gestión de la Facultad de Ingeniería, para poder obtener mi título estoy llevando a cabo mi trabajo de Tesis, cuyo objetivo es desarrollar una premezcla alimenticia de harina de frijol para la elaboración de dos diferentes productos alimenticios dirigidos a personas diabéticas. Para ello necesito realizar un análisis sensorial con 75 personas para verificar la aceptabilidad y preferencia de las diferentes formulaciones.

Solicito su autorización para participar en este estudio, el cual consiste en probar las diferentes formulaciones de cada producto y calificarlos según sus características de acuerdo con una boleta que se le entregará. Esta prueba se llevará a cabo en aproximadamente 10-15 minutos. Todo el proceso es confidencial

La participación es voluntaria de cada participante, esto significa que usted tiene el derecho de retirar el consentimiento de participación en cualquier momento. Estas pruebas no conllevan ningún tipo de riesgo a la salud ni beneficio. No recibirá ninguna compensación por participar. Finalmente es importante que responda a la siguiente pregunta:

¿Es usted alérgico al gluten? Sí: _____ No: _____

Cualquier pregunta favor comunicarse al teléfono 5551-0101 o a los teléfonos al final de este consentimiento.

Atentamente:

Licda. Melanie Prem Morales

AUTORIZACIÓN

He leído el consentimiento informativo de arriba. La investigadora me ha explicado y contestado todas mis dudas y preguntas. Voluntariamente doy mi consentimiento para participar en el estudio de trabajo de Tesis de Melanie Prem Morales sobre la comparación de cuatro diferentes formulaciones de dos productos a base de harina de frijol.

Firma Participante

Firma del Entrevistador

Firma Testigo

Ingeniera. Patricia Palacios
Asesora de Trabajo de Tesis
Docente Departamento de Ingeniería
Tel: 23688388
Universidad del Valle de Guatemala
18 avenida 11-95 zona 15 Vista Hermosa II

Licda. Marializ Gramajo
Directora de la Maestría Tecnología de Alimentos y Gestión
Facultad de Ingeniería
Tel: 23688388
Universidad del Valle de Guatemala
18 avenida 11-95 zona 15 Vista Hermosa II

Anexo 4 Proceso de deshidratación del frijol

Figura 12. Frijol negro deshidratado.



Figura 13. Frijol blanco deshidratado.



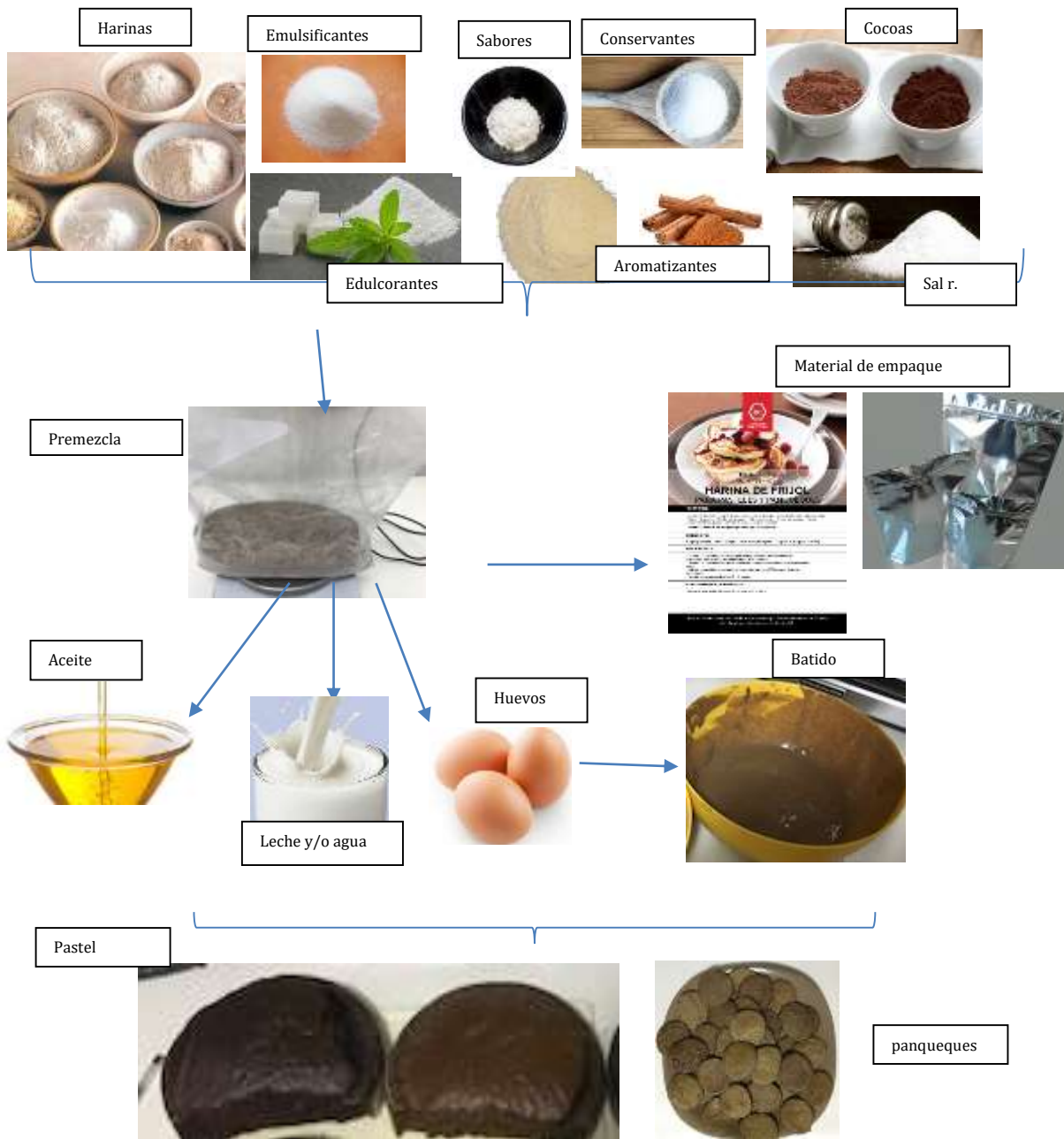
Figura 14. Molino ciclón.



Figura 15. Harina de frijol.



Anexo 5. Anatomía del producto



Anexo 6. Evaluación sensorial- Fundaorto**Figura 16. Muestras (pastel/panqueques).****Figura 17. Explicación para llenar boletas a panelistas.**

Figura 18. Prueba de muestras.



Figura 19. Llenado de boletas por los panelistas.



Anexo 7. Prueba de estabilidad

Figura 20. Cámara de estabilidad.



Figura 21. Evaluación de la harina en microscopio.



Figura 22. Evaluación organoléptica de la premezcla.



Anexo 8. Prueba de aceptabilidad pastel/panqueques (sabor chocolate/vainilla)

Prueba de aceptabilidad de apariencia del pastel

Varianza	Suma de cuadros	Grados de libertad	Media cuadrática	F
ENTRE	2.1600	1	2.16	3.968
INTRA	52.08000	74	<u>0.703783784</u>	
TOTAL	54.24000	75	2.863783784	

Prueba de aceptabilidad de apariencia del panqueque

Varianza	Suma de cuadros	Grados de libertad	Media cuadrática	F
ENTRE	0.0267	1	0.02666667	3.968
INTRA	18.66667	74	<u>0.252252252</u>	
TOTAL	18.69333	75	2.863783784	

Prueba de aceptabilidad de sabor del pastel

Varianza	Suma de cuadros	Grados de libertad	Media cuadrática	F
ENTRE	0.2400	1	0.24	3.968
INTRA	38.05333	74	<u>0.514234234</u>	
TOTAL	38.29333	75	0.754234234	

Prueba de aceptabilidad de sabor del panqueque

Varianza	Suma de cuadros	Grados de libertad	Media cuadrática	F
ENTRE	0.0600	1	0.06	3.968
INTRA	12.13333	74	<u>0.163963964</u>	
TOTAL	12.19333	75	0.223963964	

Prueba de aceptabilidad de color del pastel

Varianza	Suma de cuadros	Grados de libertad	Media cuadrática	F
ENTRE	5.6067	1	5.606666667	3.968
INTRA	51.73333	74	<u>0.699099099</u>	
TOTAL	57.34000	75	6.305765766	

Prueba de aceptabilidad de color del panqueque

Varianza	Suma de cuadros	Grados de libertad	Media cuadrática	F
ENTRE	9.6267	1	9.626666667	3.968
INTRA	34.93333	74	<u>0.472072072</u>	
TOTAL	44.56000	75	10.09873874	

Prueba de aceptabilidad de textura del pastel

Varianza	Suma de cuadros	Grados de libertad	Media cuadrática	F
ENTRE	0.0267	1	0.026666667	3.968
INTRA	48.53333	74	<u>0.655855856</u>	
TOTAL	48.56000	75	0.682522523	

Prueba de aceptabilidad de textura del panqueque

Varianza	Suma de cuadros	Grados de libertad	Media cuadrática	F
ENTRE	0.1667	1	0.166666667	3.968
INTRA	30.69333	74	<u>0.414774775</u>	
TOTAL	30.86000	75	0.581441441	

Anexo 9. Prueba de preferencia (distribución binomial, de dos colas)

Prueba binomial de dos colas (nivel de significancia 5%)			
Sabores	Número de juicios obtenidos	Número de juicios necesarios	Diferencia significativa entre los sabores
Chocolate	41	47	No
Vainilla	34	47	No

Anexo 10. Tabla binomial de dos colas con el nivel de significancia 5%

Anexo 1:
Mínimo número de respuestas correctas para establecer significancia a diferentes niveles de probabilidad según Distribución Binomial

Número de juicios/ panelistas	Nivel de probabilidad								
	Pareada, Dúo-Trio, Preferencia Pareada						Triangular		
	Una cola			Dos colas			Una cola		
	0.05	0.01	0.001	0.05	0.01	0.001	0.05	0.01	0.001
5							4	5	5
6							5	6	6
7	7	7	--	7	--	--	5	6	7
8	7	8	--	8	8	--	6	7	8
9	8	9	--	8	9	--	6	7	8
10	9	10	10	9	10	--	7	8	9
11	9	10	11	10	11	11	7	8	9
12	10	11	12	10	11	12	8	9	10
13	10	12	13	11	12	13	8	9	10
14	11	12	13	12	13	14	9	10	11
15	12	13	14	12	13	14	9	10	12
16	12	14	15	13	14	15	10	11	12
17	13	14	16	13	15	16	10	11	13
18	13	15	16	14	15	17	10	12	13
19	14	15	17	15	16	17	11	12	14
20	15	16	18	15	17	18	11	13	14
21	15	17	18	16	17	19	12	13	15
22	16	17	19	17	18	19	12	14	15
23	16	18	20	17	19	20	13	14	16
24	17	19	20	18	19	21	13	14	16
25	18	19	21	18	20	21	13	15	17
30	20	22	24	21	23	25	16	17	19
35	23	25	27	24	26	28	18	19	21
40	26	28	31	27	29	31	20	22	24
45	29	31	34	30	32	34	22	24	26
50	32	34	37	33	35	37	24	26	28
60	37	40	43	39	41	44	28	30	33
90	54	57	61	55	58	61	39	42	45
100	59	63	66	61	64	67	43	46	49

Ref: Witting de Penna E. Evaluación Sensorial, Una metodología actual para la tecnología de alimentos. Biblioteca digital de la Universidad de Chile, 2001.

Anexo 11. Ficha técnica

DESCRIPCIÓN

Es una mezcla en polvo, especial para elaborar pound cake, muffin, cup cake, panqueques y crepas, con aroma ligero a chocolate-canela, dirigidos a personas diabéticos.

ESPECIFICACIONES**COMPOSICIÓN**

- Harina de frijol (blanco y negro), harina de trigo, harina de amaranto, linaza y avena, stevia, sucralosa, maltodextrina, bicarbonato de sodio, Propionato de sodio, polvo para hornear, canela, monoglicéridos (N-90) ,sal refinada, cocoa natural, cocoa alcalina, vainillina, sabor chocolate.

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

Parámetros	Especificación	Unidad de Medida
Aspecto	Polvo fino	-----
Color	Café oscuro con tonalidades grisáceas	-----
Aroma	Característico ligero a chocolate con ligeras notas a canela	-----

CARACTERÍSTICAS FISICOQUIMICAS

Parámetros	Especificación	Unidad de Medida
Granulometría (% Retiene)	70%	%
Malla No. 40		
Malla No. 60	30%	%
Humedad	Máximo 15 %	%
Proteína (N*6.25)	Mínimo 16 %	%
Fibra dietética Total	Mínimo 15%	%
Grasa	Máximo 5%	%
Cenizas	Máximo 5 %	%
Densidad aparente aprox	0.995 g/ml	

CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS

Parámetros	Especificación		
	Objetivo	Min.	Máx.
Levaduras	NA	NA	100 UFC/g
Mohos	NA	NA	100 UFC/g
Coliformes Totales	NA	NA	< 50 UFC/g

SEGURIDAD ALIMENTARIA

Parámetros	Especificación		
	Objetivo	SI	NO
Contiene Alérgenos	Ausente	X	
Materia extraña (contaminantes físicos)	Ausente		X
Contenido de OGMS	Ausente		X

MODO DE EMPLEO

- Para realizar batidos y mezclas: Muffin, cup cake, pound cake, panqueques y crepes.
- Según instrucciones de uso.

PRESENTACIÓN

- Bolsa pouch metalizada de 528 gramos

ALMACENAJE

- En un lugar limpio, seco y ventilado
- Protegido de la luz solar directa, polvo y humedad.

TIEMPO DE VIDA

- 6 meses, en condiciones adecuadas de almacenamiento, alejado de aromas fuertes o penetrantes y en su empaque original
- Cerrar paquete después de su uso

Anexo 12. Bitácora de formulaciones

Fórmula	Ingrediente	Cambio
Fórmula 1	Cloruro de sodio	5 g
Fórmula 2		5 g
Fórmula 3		2 g
Fórmula 4		2 g
Fórmula 5		2 g

Se realizó la conversión con la receta original con azúcar (250 gramos), la stevia por ser 300 veces más dulce, se dividió $20.50/300 = 0.83$ gramos de stevia, así fue como se determinó en la primera formula la cantidad para agregar de stevia, pero el resabio era muy pronunciado a sabor metálico, se decidió bajar a 0.5 gramos de stevia para disminuir el resabio, aún con 0.5 gramos se lograba percibir el resabio amargo de la stevia, para la formulación 3 se decidió bajar a 0.3 gramos de stevia, pero aun así se continuaba percibiendo al resabiode de la stevia ya en una menor cantidad, por ultima se decidió bajar para la formulación 4 y 5 a 0.1 gramos de stevia, en estas fórmulas ya no se logró percibir el resabio, ya que con anterioridad no se habia tomado en cuenta la pureza de la stevia, en las últimas formlaciones se tomo en cuenta la pureza de la stevia de 98% y así fue como se logro eliminar por resabio amargo. Junto con la stevia se fue combinando con el edulcorante sucralosa, se utilizó una mezcla ya hecha de sucralosa y maltodextrina. Con la mezcla de la sucralosa y maltodextrina se inició con 20 gramos, según conversión de instrucciones de uso, aun así, el sabor dulce del producto final era muy falso y no fue muy aceptado, se bajó a 15 gramos, el cual es sabor dulce era un sabor agradable y se logró eliminar por completo el resabio a edulcorante, la mezcla de sucralosa / maltodextrina fue de 50/50.

Fórmula	Ingrediente	Cambio	Fórmula	Ingrediente	Cambio
Fórmula 1	Sucralosa	20 g	Fórmula 1	Stevia	0.8 g
Fórmula 2		20 g	Fórmula 2		0.5 g
Fórmula 3		15 g	Fórmula 3		0.3 g
Fórmula 4		15 g	Fórmula 4		0.1 g
Fórmula 5		15 g	Fórmula 5		0.1 g

Las mezclas de harinas ya preparadas de amaranto, linaza y avena sin azúcar se utilizaron con el fin de mejorar el sabor y olor característico del frijol, dando un resultado muy favorable al producto final en cuanto sabor y olor, ya no se percibió el aroma y sabor característico a frijol.

Por último, para terminar de mejorar la calidad nutricional de la premezcla sin afectar el aroma y sabor, se decidió agregar 20 gramos de harina de frijol blanco, el frijol blanco brinda los mismos beneficios que el frijol negro, es alto en proteína, fibra, calcio, y su carga glicémica es de 9 por lo que es un alimento de bajo índice glicémico, y además tiene un sabor suave, por lo que a nivel gastronómico se recomienda para disminuir el sabor terroso del frijol negro.

Fórmula	Ingrediente	Cambio
Fórmula 1	Harina de amaranto, linaza y avena	0 g
Fórmula 2		0 g
Fórmula 3		0 g
Fórmula 4		0 g
Fórmula 5		40 g
Fórmula	Ingrediente	Cambio
Fórmula 1	Harina de frijol blanco	0 g
Fórmula 2		0 g
Fórmula 3		0 g
Fórmula 4		0 g
Fórmula 5		20 g

Una vez teniendo la formulación final se realizaron pruebas con diferentes sabores y proporciones. Se decidió utilizar dos aromatizantes, la vainillina y la canela, son sustancias que proporcionan sabor y ayudan acentuar el aroma del producto terminado. En el caso de canela hay que tener cuidado a la hora de dosificar ya que su aroma y sabor son muy pronunciados y pueden ocasionar cambios negativos en las características organolépticas del producto terminado, no existe una dosificación exacta para la canela es cuestión de gusto y aceptabilidad.

Se realizaron varias pruebas con diferentes tipos de sabores de chocolate y diferentes proporciones de cocoa, se inició con 25 gramos de cocoa y 10 gramos de sabor de chocolate, el resultado fue negativo, ya que el sabor de chocolate que se utilizó no era para horneado, y se evaporó, se decidió bajar la concentración de cocoa y cambiar el tipo de sabor. Se cambió el tipo de sabor de chocolate por uno apto para horneado, y se decidió hacer una mezcla de 10 gramos de cocoa alcalina + 10 gramos de cocoa natural, para mantener el aroma y sabor y evitar el amargor que dejaba la cocoa alcalina. Por último, para intensificar el aroma y sabor a chocolate se le agregó un gramo de vainillina, los resultados fueron positivos.

En cuanto al sabor de vainilla se decidió empezar con la misma proporción del sabor de chocolate por ser del mismo proveedor, a estas pruebas no se les agrega cocoa, únicamente el sabor de vainilla, el resultado no fue positivo ya que se tuvo el mismo problema, se evaporó y se perdieron las características por no ser un sabor apto para horneo. Se cambiaron ambos sabores de proveedor y se utilizaron del mismo proveedor aptos para horneo, sabor de chocolate y vainilla. Con el mismo fin de intensificar el aroma y sabor se le agregó un gramo de vainillina, los resultados fueron positivos.

Sabor	Premezcla base				
	Formulación 5				
Chocolate + cocoa alcalina + cocoa natural	25 g cocoa + 10 g sabor	20 g cocoa + 10 g sabor	20 g cocoa + 10 g sabor	20 gramos + 10 g sabor	20 gramos (10 gramos de cocoa alcalina y 10 gramos de cocoa natural) + 10 g de sabor + 1 gramos de Vainillina
Vainilla	10 g	10 g	10 g	10 g	10 gramos + 1 gramos de vainillina

Anexo 13. Cálculo de la curva de actividad antioxidante (DPPH)

La curva utilizada para determinar el porcentaje de inhibición antioxidante fue ácido ascórbico de concentración inicial 118 mg/L.

• % de Inhibición antioxidante para muestra de harina de frijol

Datos:

Preparación de la dilución: 25.0 mg de harina disueltos en 100 ml de metanol

Absorbancia inicial: 0.658nm

Absorbancia final: 0.544 nm

1) Se calcula el porcentaje de inhibición del radical con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ inhibición} = \frac{\text{Abs. inicial} - \text{Abs. final}}{\text{Abs. inicial}} \times 100 \quad (1)$$

$$\% \text{ inhibición} = \frac{0.658 \text{ nm} - 0.546 \text{ nm}}{0.658 \text{ nm}} \times 100$$

$$\% \text{ inhibición} = 17.02\%$$

2) Se despeja x de la ecuación de la curva estándar de ácido ascórbico(AA) y se sustituye el valor de % inhibición obtenido en el término y de la ecuación 3.

$$y = 18.29x + 5.62 \quad (2)$$

$$x = \frac{y - 5.62}{18.29} \quad (3)$$

$$x = \frac{17.02 - 5.62}{18.29}$$

$$x = 0.623 \frac{\text{mg AA}}{\text{L}}$$

$$x = 0.623 \frac{\text{mg AA}}{\text{L}} \times 0.100\text{L aforo} \times \frac{1000\text{mg de harina}}{1\text{g}} \times 100 \text{ g} = \frac{249.2\text{mgAA}}{100 \text{ g muestra seca}}$$

Anexo 14. Análisis de costeo

material de empaque	precio	costo/bolsa de 1/2 kg	materia prima	%	costo /1/2kg	costo/ materia prima
saco	Q 3.39	Q 0.14	Frijol negro	13.3	Q6.00	Q 1.60
bolsa metalizada	Q 4.54	Q 4.54	Frijol blanco	12.5	Q 7.00	Q 1.60
etiqueta	Q 0.39	Q 0.39	Harina multigranos	7.6	Q25.10	Q 3.82
caja	Q 13.48	Q 0.54	Harina de trigo	51.1	Q10.2	Q 8.00
		Q 5.60	Bicarbonato de sodio	1.7	Q 4.00	Q 0.14
			Stevia	0.01	Q20.15	Q 1.12
			Sucralosa	2.8	Q 30.00	Q 1.68
			Propionato de sodio	0.5	Q 14.82	Q 0.56
			Polvo de hornear	1.9	Q6.25	Q 0.24
			Canela	1.9	Q 4.00	Q 0.15
			Monoesterato de Glicerilo	0.5	Q 17.98	Q 0.14
			Sal refinada	0.4	Q 1.56	Q 0.01
			Cocoa Natural	1.9	Q. 21.42	Q 0.81
			Cocoa Alcalina	1.9	Q. 21.42	Q. 0.81
			Sabor de Chocolate	1.9	Q48.00	Q. 1.82
			Vainillina	0.2	Q 50	Q 0.2
			Total	100		
					costo materia prima / 1/2 kg	Q 22.70

costo	cantidad	puesto	costo unitario	costo	costo/día	% de utilización	costo total
MOD prod.	5	Aux. de Producción	Q 2,800.00	Q 4,004.00	Q 135.33	Q 135.33	Q 676.65
MOD emp.	3	Aux. de Producción	Q 2,800.00	Q 4,004.00	Q 135.33	Q 135.33	Q 406.00
MOI	1	Asistente de Calidad	Q 3,500.00	Q 5,005.00	Q 169.17	Q 169.17	Q 169.17
	1	Supervisor	Q 4,500.00	Q 6,435.00	Q 217.50	Q 217.50	Q 217.50
						costo total empaque	Q 1,469.32
							10,000
						costo MO/kg	Q 0.15
						costo MO/ 1/2 kg	Q 0.07
						costo total	Q 28.30
						costo maquila	Q 20.29
						precio venta por 1/2 kg	Q 26.38