

Universidad de San Carlos de Guatemala

Centro Universitario de Sur Occidente

Ingeniería en Alimentos

Trabajo de Graduación

“Comparación del contenido de proteína de galletas formuladas a partir de la sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de semillas de pataxte (*Theobroma bicolor*) y una galleta testigo de trigo (*Triticum aestivum*)”

**Presentado por:
Erikson Josué de León Coc
Carné: 201240515**

Mazatenango, mayo 2019

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE**

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos

Rector

Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo

Secretario General

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE
SUROCCIDENTE**

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano

Director

REPRESENTANTES DE PROFESORES

MSc. José Norberto Thomas Villatoro

Secretario

Dra. Mirna Nineth Hernández Palma

Vocal

REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

Lic. Ángel Estuardo López Mejía

Vocal

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel

Vocal

PEM y TAE. Rony Roderico Alonzo Solís

Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

MSc. Luis Felipe Arias Barrios
Coordinador Académico

MSc. Rafael Armando Fonseca Ralda
Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

Lic. Edín Aníbal Ortiz Lara
Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Dr. René Humberto López Cotí
Coordinador de las Carreras de Pedagogía

MSc. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

MSc. Héctor Rodolfo Fernández Cardona
Coordinador Carrera Ingeniería Agronomía Tropical

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local

Lic. Marco Vinicio Salazar Gordillo
Coordinador Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales
Abogacía y Notariado

Lic. José Felipe Martínez Domínguez
Coordinador de Área

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA

MSc. Tania Elvira Marroquín Vásquez
Coordinadora de las carreras de Pedagogía

Lic. Henrich Herman León
Coordinador Carrera Periodista Profesional y
Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

ACTO QUE DEDICO A

Mis padres

Braulia y Ovidio, por haberme apoyado en todo momento y forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros, sin duda alguna, se los debo a ustedes. Cuando todo parecía complicarse, ustedes estuvieron siempre ahí; ojalá algún día se los pueda recompensar. Gracias, papás.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres

Por su incondicional apoyo durante toda mi carrera estudiantil, les estaré eternamente agradecido. De cada esfuerzo y desvelo durante toda esta travesía, hoy se saborean los frutos.

A mis hermanos

Porque cuando acudí a ustedes, en todo momento, me extendieron su mano y me ayudaron. Marvin, en gran parte, esto es gracias a vos.

A mis tíos

Óscar y Esperanza, su influencia siempre fue positiva para mi desarrollo personal. Un ejemplo de superación y perseverancia; aunque no lo notase, sé que siempre estuvieron pendientes de mí.

A mi novia

María José Solórzano Cojulún, por su apoyo, comprensión y amor. Sin duda alguna, esta etapa ha sido mucho más placentera y bonita, porque usted estuvo siempre ahí, en las buenas y en las malas, impulsándome a ser mejor persona, a ver la vida de otra manera. Que esta sea una alegría de muchas que viviremos juntos, la amo.

A mis amigos

Lacho y Bayron, por enseñarme el valor de una buena amistad. La vida no sería lo mismo si no tuviese a dos personas como ustedes con quienes compartir.

A mis compañeros

Diana, Fabiola, Karen y Óscar, porque a pesar de las diferencias, pudimos crear un grupo sólido y con mucha fortaleza. Les deseo lo mejor en su vida personal y profesional.

Erikson de León

Índice

Contenido	Página
1. Resumen.....	1
2. Abstract.....	2
3. Introducción.....	3
4. Planteamiento del problema.....	5
5. Justificación.....	6
6. Marco teórico.....	7
6.1. Trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	7
6.1.1. Importancia de la harina de trigo en Guatemala.....	7
6.1.2. Composición nutricional de la harina de trigo todo uso (dura).....	8
6.2. Pataxte (<i>Theobroma bicolor</i>).....	8
6.2.1. Origen y distribución.....	8
6.2.2. Importancia del cultivo.....	9
6.2.3. Elaboración de harina de semillas de pataxte.....	10
6.3. Galleta.....	10
6.3.1. Las galletas y la alimentación escolar.....	11
6.3.1.1. Origen de la galleta nutricional.....	11
6.3.2. Elaboración de galletas.....	11
6.3.2.1. Materias primas.....	11
6.3.2.2. Procedimiento.....	13
6.4. Seguridad alimentaria y nutricional en Guatemala.....	14
6.4.1. Situación de seguridad alimentaria y nutricional en el contexto guatemalteco.....	14
6.5. Evaluación sensorial.....	16
6.5.1. Tests de respuesta objetiva.....	16
6.5.2. Tests de respuesta subjetiva.....	17
6.5.3. Paneles de evaluación sensorial.....	18
6.5.4. Pruebas orientadas al producto.....	18
6.5.5. Pruebas orientadas al consumidor.....	18

6.5.6. Muestras.....	19
6.6. Análisis químico proximal.....	19
6.7. Análisis estadístico.....	20
6.7.1. Media aritmética o promedio.....	20
6.7.2. Varianza.....	20
6.7.3. Desviación estándar.....	20
6.7.4. Diseño de bloques completamente al azar.....	21
6.7.5. Análisis de varianza (ANOVA).....	21
6.7.6. Método de Tukey.....	21
7. Objetivos.....	22
8. Hipótesis.....	23
9. Recursos.....	24
9.1. Humanos.....	24
9.2. Institucionales.....	24
9.3. Económicos.....	24
9.4. Materiales y equipo.....	24
10. Marco operativo.....	27
10.1. Metodología de la elaboración de harina de semillas de pataxte.....	27
10.2. Metodología para la elaboración de galletas con la mezcla de harina de trigo y harina de semillas de pataxte (<i>Theobroma bicolor</i>).....	27
10.3. Metodología para la elaboración de galletas de harina de trigo.....	29
10.4. Estandarización del proceso de producción de galletas de trigo y galletas de Harina de trigo y harina de semillas de pataxte (<i>Theobroma bicolor</i>).....	29
10.5. Formulación de galletas con mezcla de harina de trigo y harina de semillas de pataxte.....	30
10.6. Evaluación sensorial.....	30
10.6.1. Estandarización de la formulación.....	30
10.6.1.1. Procedimiento.....	31
10.6.2. Comparación entre galletas de trigo y galletas formuladas con harina de trigo y harina de semillas de pataxte.....	31
10.6.2.1. Procedimiento.....	31

10.6.3. Determinación de la aceptabilidad.....	32
10.6.3.1. Procedimiento.....	32
10.6.4. Metodología para el análisis de resultados.....	32
10.6.4.1. Estandarización del proceso de producción de galletas de Harina de trigo y harina de semillas de pataxte.....	32
10.6.4.2. Estandarización de la formulación de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte.....	33
10.6.4.3. Determinación de la aceptabilidad de la galleta estándar por medio de panel de consumidores.....	35
10.7. Metodología del análisis químico proximal.....	35
11. Resultados y discusión de resultados.....	36
11.1. Estandarización del proceso de producción de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte.....	36
11.2. Estandarización de la formulación de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte.....	39
11.2.1. Primer panel piloto de evaluación sensorial.....	39
11.2.2. Segundo panel piloto de evaluación sensorial.....	44
11.3. Determinación de la aceptabilidad de la galleta estándar por medio de panel de consumidores.....	49
11.4. Análisis químico proximal.....	50
11.4.1. Harina de semillas de pataxte.....	50
11.4.2. Galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte vs galletas testigo de trigo.....	51
12. Conclusiones.....	53
13. Recomendaciones.....	54
14. Referencias.....	55
15. Anexos.....	57
16. Apéndices.....	62
17. Glosario.....	78

Índice de tablas

	Página
Tabla No. 1	
Composición nutricional de la harina de trigo todo uso (dura).....	8
Tabla No. 2	
Composición química proximal de las semillas de pataxte (<i>Theobroma bicolor</i>) en base seca.....	9
Tabla No. 3	
Clasificación de categorías de vulnerabilidad nutricional de niños y niñas en edad escolar por regiones administrativas.....	15
Tabla No. 4	
Formulaciones para las galletas elaboradas con mezcla de harina de trigo y harina de semillas de pataxte (<i>Theobroma bicolor</i>).....	30
Tabla No. 5	
Fórmulas para el análisis de varianza de un diseño completamente aleatorizado.....	33
Tabla No. 6	
Fórmulas para la prueba comparativa de Tukey.....	34
Tabla No. 7	
Tiempo de mezclado para el proceso de producción de galletas.....	36
Tabla No. 8	
Resultados del proceso de horneado para producción de galletas.....	37
Tabla No. 9	
Valores del análisis de varianza del primer panel piloto de evaluación sensorial a galletas de trigo y harina de semillas de pataxte.....	39

Tabla No. 10	
Media ponderada para el atributo color de las tres formulaciones de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte en el primer panel piloto.....	39
Tabla No. 11	
Valores de la prueba de Tukey para el atributo color del primer panel piloto.....	40
Tabla No. 12	
Media ponderada para el atributo olor de las tres formulaciones de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte en el primer panel piloto.....	41
Tabla No. 13	
Valores de la prueba de Tukey para el atributo olor del primer panel piloto.....	41
Tabla No. 14	
Media ponderada para el atributo sabor de las tres formulaciones de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte en el primer panel piloto.....	42
Tabla No. 15	
Valores de la prueba de Tukey para el atributo sabor del primer panel piloto.....	42
Tabla No. 16	
Media ponderada para el atributo textura de las tres formulaciones de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte en el primer panel piloto.....	43
Tabla No. 17	
Valores obtenidos de la comparación múltiple de galletas con trigo y pataxte vs galletas de trigo del primer panel piloto.....	43
Tabla No. 18	
Valores del análisis de varianza del segundo panel piloto de evaluación sensorial a galletas de trigo y harina de semillas de pataxte.....	44

Tabla No. 19	
Media ponderada para el atributo color de las tres formulaciones de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte en el segundo panel piloto.....	44
Tabla No. 20	
Valores de la prueba de Tukey para el atributo color del segundo panel piloto.....	45
Tabla No. 21	
Media ponderada para el atributo olor de las tres formulaciones de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte en el segundo panel piloto.....	45
Tabla No. 22	
Valores de la prueba de Tukey para el atributo olor del segundo panel piloto.....	46
Tabla No. 23	
Media ponderada para el atributo sabor de las tres formulaciones de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte en el segundo panel piloto.....	46
Tabla No. 24	
Valores de la prueba de Tukey para el atributo sabor del segundo panel piloto.....	46
Tabla No. 25	
media ponderada para el atributo textura de las tres formulaciones de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte en el segundo panel piloto.....	47
Tabla No. 26	
Valores de la prueba de Tukey para el atributo sabor del segundo panel piloto.....	47
Tabla No. 27	
Valores obtenidos de la comparación múltiple de galletas con trigo y pataxte vs galletas de trigo del segundo panel piloto.....	47

Tabla No. 28	
Comparación entre medias ponderadas del atributo sabor del primer y segundo panel piloto.....	48
Tabla No. 29	
Resultados del panel de aceptabilidad de la formulación de galletas estándar de harina de trigo y harina de semillas de pataxte.....	49
Tabla No. 30	
Composición químico proximal de la harina de semillas de pataxte.....	50
Tabla No. 31	
Composición químico proximal de galletas formuladas con harina de trigo y harina de pataxte, y galletas testigo de trigo.....	51
Tabla No. 32	
Requerimiento diario de proteína cubierto por la formulación estándar de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte, por 100 gramos de porción comestible...	52
Tabla No. 33	
Requerimiento diario de proteína en niños en edad escolar de 7 a 12 años.....	61
Tabla No. 34	
Puntuaciones obtenidas en el primer panel piloto para el atributo color de las tres formulaciones de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte.....	66
Tabla No. 35	
Puntuaciones obtenidas en el primer panel piloto para el atributo olor de las tres formulaciones de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte.....	67
Tabla No. 36	
Puntuaciones obtenidas en el primer panel piloto para el atributo sabor de las tres formulaciones de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte.....	68

Tabla No. 37	
Puntuaciones obtenidas en el primer panel piloto para el atributo textura (crujencia) de las tres formulaciones de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte.....	69
Tabla No. 38	
Puntuaciones obtenidas de la comparación entre galletas formuladas con la mezcla de harina de trigo y pataxte vs galleta de trigo del primer panel piloto.....	70
Tabla No. 39	
Interpretación de datos de la comparación múltiple (calidad mayor a la muestra patrón) del primer panel piloto de evaluación sensorial.....	71
Tabla No. 40	
interpretación de datos de la comparación múltiple (calidad menor a la muestra patrón) del primer panel piloto de evaluación sensorial.....	71
Tabla No. 41	
Puntuaciones obtenidas en el segundo panel piloto para el atributo color de las tres formulaciones de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte.....	72
Tabla No. 42	
Puntuaciones obtenidas en el segundo panel piloto para el atributo olor de las tres formulaciones de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte.....	73
Tabla No. 43	
Puntuaciones obtenidas en el segundo panel piloto para el atributo sabor de las tres formulaciones de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte.....	74
Tabla No. 44	
Puntuaciones obtenidas en el segundo panel piloto para el atributo textura (crujencia) de las tres formulaciones de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte.....	75

Tabla No. 45

Puntuaciones obtenidas de la comparación entre galletas formuladas con la mezcla de harina de trigo y pataxte vs galleta de trigo del segundo panel piloto.....	76
---	----

Tabla No. 46

Interpretación de datos de la comparación múltiple (calidad mayor a la muestra patrón) del segundo panel piloto de evaluación sensorial.....	77
--	----

Tabla No. 47

Interpretación de datos de la comparación múltiple (calidad menor o igual a la muestra patrón) del segundo panel piloto de evaluación sensorial.....	77
--	----

1. Resumen

La presente investigación tuvo como finalidad formular una galleta a partir de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de semillas de pataxte y comparar su contenido de proteína respecto a una formulación testigo de trigo. El primer paso fue transformar las semillas en harina luego de un proceso de secado, molido y tamizado, posteriormente incorporadas en la formulación de las galletas en relaciones trigo: pataxte, 50:50, 70:30 y 80:20.

Las galletas pasaron por una serie de pruebas a nivel de laboratorio para asegurar la uniformidad o estandarización del proceso de producción y de sus características sensoriales. El proceso estándar de producción para cada formulación tuvo variaciones en cuanto al tiempo de mezclado, siendo éste directamente proporcional a la cantidad de harina de semillas de pataxte presente. Asimismo, al procesar las galletas a 180 °C durante 25 minutos, se obtuvo los mejores resultados en color, olor, sabor y textura.

Las galletas con las formulaciones código 188, 247 y 515 fueron sometidas a evaluación sensorial por medio de un panel piloto conformado por 25 personas para estandarizar la formulación de galletas. Al analizar los datos estadísticamente, por medio del análisis de varianza utilizando el método de Fischer, se determinó que la formulación estándar fue la 188, misma que contiene la mayor concentración de harina de semillas de pataxte de las tres propuestas (50:50 trigo: pataxte). La muestra 188 fue evaluada por un panel de consumidores para determinar su aceptabilidad; la hipótesis planteada se acepta, ya que, de acuerdo a la respuesta de 187 niños en edad escolar entre (7 – 12) años de edad de la Escuela Oficial Rural Mixta Aldea Margaritas del Rosario, Jornada Vespertina, ubicada en San Antonio, Suchitepéquez, la fórmula estándar fue aceptada por el 86,63% del panel.

Además, cada una de las galletas propuestas (trigo + pataxte y únicamente trigo) y la harina de semillas de pataxte fueron analizadas químico-proximalmente, obteniendo datos de interés en cuanto al contenido de proteína; la harina de semillas de pataxte posee 19,26% de proteína, por ello, se deduce que el contenido de proteína en las galletas formuladas con la mezcla de harinas (trigo + pataxte) es directamente proporcional a la cantidad de harina de semillas de pataxte presente. De tal forma, la muestra testigo (trigo) posee 10,79% de proteína, la muestra 188 (50:50 trigo: pataxte), muestra 247 (70:30 trigo: pataxte) y 515 (80:20 trigo: pataxte), poseen 12,52%, 12,37% y 11,61% de proteína, respectivamente.

2. Abstract

The purpose of this research was to formulate and evaluate cookies made from wheat flour (*Triticum aestivum*) with pataxte seed flour (*Theobroma bicolor*). These seeds were transformed into flour after a drying, grinding and sieving process, later incorporated in the formulation of the cookies in relations wheat: pataxte, 50:50, 70:30 and 80:20.

The cookies with the formulations code 188, 247 and 515 were submitted to sensory evaluation by means of a pilot panel formed by a group of 25 people to standardize the formulation of cookies. When analyzing the data statistically, by means of the analysis of variance using the Fischer method, it was determined that the standard cookie formulation was 188, which contains the highest concentration of pataxte seed flour of the three proposals (50:50). wheat: pataxte). Sample 188 was submitted to consumer panel to determine its acceptability; According to the response of 187 children of school age between (7 - 12) years of age at the Margaritas del Rosario Mixed Rural School, Evening School, located in the Municipality of San Antonio Suchitepéquez, it was determined that the standard formula was accepted by 86,67% of the panel.

Each of the proposed cookies (wheat + pataxte and pataxte only) and pataxte seed flour were subjected to proximal chemical analysis, obtaining data of interest regarding the protein content; the pataxte seed flour has 19,26% protein, which is why it was found that the protein content in the cookies formulated with the flour mixture (wheat + pataxte) is directly proportional to the amount of seed flour of pataxte in each formulation. In this way, the control sample (wheat) has 10,79% protein, sample 188 (50:50 wheat: pataxte), sample 247 (70:30 wheat: pataxte) and 515 (80:20 wheat: pataxte), possess 12,52%, 12,37% and 11,61% of protein, respectively.

Likewise, the proposed hypothesis is accepted, since the partial substitution of wheat flour for pataxte seed flour in the preparation of cookies does increase the protein content that a cookie made only with wheat flour.

3. Introducción

Uno de los temas más relevantes en la actualidad es el alto índice de desnutrición que presenta la población guatemalteca, en especial los niños. Por lo tanto, se vuelve imperativa la búsqueda de alternativas viables para contribuir a la solución de tan grave problema social, el cual, se refleja mayormente en las zonas rurales donde la vulnerabilidad nutrimental representa el 41,7% contrastado contra el 20,9% en las zonas urbanas. (INE, 2015)

A raíz de eso, toman importancia los productos nativos de alto valor nutricional y son utilizados en la elaboración de alimentos para ayudar a los programas de Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN). Teniendo en cuenta que difícilmente habrá cambios en la cultura, hábitos alimenticios y el acceso económico de productos altamente nutritivos, como los de origen animal, se planteó formular y evaluar sensorialmente galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte (*Theobroma bicolor*), para mejorar el contenido de proteína que pueda haber en una galleta formulada únicamente con harina de trigo y que estas sean aceptadas por los niños en edad escolar primaria.

La harina de semillas de pataxte contiene 19,26% de proteína, 28,58% de fibra y 3,67 de cenizas (minerales), razón por la cual es una materia prima de interés para ser utilizada en formulaciones alimenticias como las galletas.

La primera fase de la investigación se basó en la estandarización del proceso de producción de galletas con diferentes proporciones (50: 50, 70:30 y 80:20) de harina de trigo y harina de semillas de pataxte, donde se estableció el procedimiento general para producir los lotes de galletas en las formulaciones propuestas. Los tiempos de mezclados variaron en todas las formulaciones, siendo así que, la formulación testigo de trigo obtiene la consistencia óptima en 3 minutos 2 s, la 188 tarda 3 minutos 32 s y la 247 y 188, 3 minutos 54 s y 4 minutos 56 s, respectivamente. Para una galleta de (12 – 15) g con dimensiones de (3,5 * 3,5 * 0,5) cm, en cada una de las formulaciones, se determinó que debían someterse a un proceso de cocción óptimo de 25 minutos a 180 °C, para tener características sensoriales aceptables.

Las galletas se sometieron a dos paneles piloto de evaluación sensorial para estandarizar la formulación de galletas de harina de trigo y semillas de pataxte, donde se determinó que la

formulación estándar fue la 188, misma que comparte la relación 50:50 de trigo y pataxte, presentó las mejores características sensoriales.

Posteriormente, niños de una escuela del área Rural de San Antonio Suchitepéquez de edades entre 7 y 12 años determinaron que la galleta estándar (188) fue aceptada por un 86,63% de los 187 niños involucrados en dicha evaluación.

De acuerdo al análisis químico proximal realizado a las galletas formuladas con la sustitución parcial de harina de trigo por harina de semillas de pataxte, se constató que las muestra 188 (50:50 trigo: pataxte), 247 (70:30 trigo: pataxte) y 515 (80:20 trigo: pataxte) obtuvieron un incremento de proteína respecto a la muestra testigo de trigo, por lo tanto, estas formulaciones pueden ser tomadas en cuenta para la alimentación de niños en edad escolar primaria como una fuente proteica.

4. Planteamiento del problema

Entre los cereales más consumidos en Guatemala se encuentra el trigo, materia prima fundamental en la producción de diferentes productos alimenticios de alto consumo como las galletas, pastas y el pan. Aun cuando su aporte nutricional es bajo, pues, la harina contiene 10,33% de proteína. (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 2007)

En este sentido existen alternativas con respecto al mejoramiento de la calidad y disponibilidad de las proteínas por medio de la utilización de fuentes nativas no tradicionales como las semillas del fruto del pataxte, las cuales contienen el 24,42% de proteína. Éstas contienen todos los aminoácidos esenciales, siendo el aminoácido limitante el triptófano y representando niveles de digestibilidad de 87% de la caseína de la leche (95). (Azurdia, 2016)

Se ha determinado que el factor más influyente de los problemas nutricionales en Guatemala es una dieta baja en proteína. Por ello se plantea la formulación de galletas a partir de a sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de semillas de pataxte (*Theobroma bicolor*), con los cual se espera el contenido proteico aumente y que sea un producto aceptable, para así brindar una alternativa diferente para la nutrición en niños.

(Furlan & Bressani, 1999) observaron que al sustituir parcialmente el 10% de la harina de maíz por harina de semillas de pataxte en la elaboración de bebidas como el tiste, se obtuvo un incremento de 11,5% de proteína. Asimismo, (Arriaga, 2007) afirma que, al elaborar un chocolate con semillas de cacao y pataxte, cuando más cacao se sustituía por semillas de pataxte, mayor era el contenido de proteína, sin embargo, el sabor no era tan aceptable. De tal manera que, se sustituyó (25, 50 y 75) % de la harina de cacao y se obtuvo incrementos de (1,91, 4,19 y 5,33) % de proteína.

En las investigaciones mencionadas la harina de semillas de pataxte es mezclada en diferentes proporciones con diferentes ingredientes y sometida a diferentes condiciones de proceso, sin embargo, en cada uno se obtuvo incrementos en el contenido de proteína. Para las variables que se plantean en la presente investigación, se pretende responder a la siguiente interrogante: ¿Cuál será el aumento en el contenido de proteína que se obtenga al formular galletas a partir de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de semillas de pataxte (*Theobroma bicolor*) respecto a una formulación testigo de trigo?

5. Justificación

La harina de trigo es un producto indispensable y base para la producción de alimentos como el pan, galletas y pastas, pero nutricionalmente no es de las mejores materias primas, aunque su precio es bastante accesible.

Según (De León, 2017), los productos que se usan como base para la inserción de otras materias primas deben ser de consumo popular y de acuerdo a la edad en la que se encuentre el mercado objetivo. Las galletas por su naturaleza han sido elegidas en los programas de alimentación escolar, pues, es un producto llamativo para los niños. Por eso, sustituir la harina de trigo por productos como la harina de semillas de pataxte en la producción de galletas, daría lugar a un alimento nutricionalmente mejorado, pudiendo aumentar y mejorar el contenido de macronutrientes y micronutrientes. El macronutriente más importante de las semillas de pataxte es la proteína, no tanto así en el trigo, pues según los datos del INCAP y Bressani, las semillas de pataxte contienen más del doble de proteína que esta.

La harina de trigo y harina de semillas de pataxte, ambas, poseen una proteína incompleta; la harina de trigo carece de lisina y la harina de semillas de pataxte carece de triptófano, aminoácidos esenciales cuya función es la formación de nuevos tejidos, apoyando así el crecimiento y una función cerebral adecuada. Con base en lo anterior, mezclar ambas harinas en una galleta podría ser una opción viable para la alimentación de niños en etapa escolar primaria, aportando en gran medida en proteína, grasa y carbohidratos de buena calidad, necesarios para evitar la desnutrición proteico calórica.

Aunque el precio de las semillas se cotice un tanto alto, Q. 15,00/lb, su disponibilidad no representa problema alguno, pues es un árbol que produce durante todo el año, siendo los meses más productivos de marzo a octubre. Según investigaciones previas, la proteína de la harina de semillas de pataxte, parece ser afectada por la temperatura de procesamiento. En una bebida tipo refresco como el tiste, que carece de tratamiento térmico, el aumento es mayor que en la elaboración de chocolate, donde éste se procesa a temperaturas inferiores a los 100 °C. Es importante determinar cuál puede ser el incremento de proteína que pueda obtenerse en una galleta formulada con esta mezcla de harinas, tomando en cuenta que el tratamiento térmico para la producción de galletas es de 180 °C.

6. Marco teórico

6.1.Trigo (*Triticum aestivum*)

El trigo es el primer grano en producción mundial el cual se utiliza principalmente en la alimentación humana. Por ello, la información publicada disponible está orientada, en su gran mayoría, hacia aspectos de calidad industrial en la elaboración de alimentos para humanos; el contenido de proteína cruda en el endospermo es un indicador muy importante de la calidad industrial de los trigos.

Existen dos divisiones de las harinas de trigo de acuerdo al tipo de grano del que provienen: harinas duras y harinas blandas o suaves. La harina de trigo duro posee un elevado grado de proteínas gluténicas, en comparación con la harina suave; además de un gran poder de absorción y un bajo contenido de cenizas, lo que la hace una mejor opción para un producto de panificación nutricionalmente mejorado. Uno de los componentes más importantes de la harina de trigo es el almidón, del cual depende la blandura de la miga, que, al entrar en contacto con el agua, hidrata la masa para el amasado y provee un sustrato para la fermentación, dando solidez y adhesión. (Charley, 1987)

6.1.1. Importancia de la harina de trigo en Guatemala

La harina de trigo desempeña un papel importante en Guatemala, dada su implicación en la economía e industria, ya que constituye la materia prima para varios productos alimenticios, entre los que destacan el pan, pastas, galletas, entre otros.

Los productos alimenticios antes mencionados son de importancia en la cadena alimentaria del guatemalteco en general. De acuerdo a la Hoja de Balance de Alimentos, es la harina de trigo y sus derivados los responsables y más importantes en contribuir energía a la dieta diaria de la población.

Es tan importante el tema de la harina de trigo en Guatemala que se eliminó el arancel de importación de dicho producto, el cuál representaba el 5%, debido al alza en el precio del trigo con el fin de reducir los costos que comprende la producción de los derivados de la harina de trigo y no dañar la economía de la población. (Arana, 2012)

6.1.2. Composición nutricional de la harina de trigo todo uso (dura)

Según el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá -INCAP-, la composición nutricional de la harina de trigo dura es la siguiente:

Tabla No. 1. Composición nutricional de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) todo uso (dura) por porción de 100 g.

Componente	Cantidad
Agua	11,92 g
Proteína	10,33 g
Grasa	0,98 g
Carbohidratos	76,31 g
Fibra dietética total	2,70 g
Ceniza	0,47 g
Calcio	15,00 mg
Hierro	108,00 mg
Fósforo	1,17 mg
Tiamina	0,12 mg
Riboflavina	0,04 g
Niacina	1,25 mg
Potasio	107,00 mg
Sodio	2,00 mg
Cinc	0,70 mg
Magnesio	22,00 mg
Vitamina B ₆	0,04 mg

Fuente: (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 2007)

6.2.Pataxte (*Theobroma bicolor*)

6.2.1. Origen y distribución

Es originario de la región amazónica de Colombia, Ecuador y Perú; su área de distribución actual va desde México hasta Brasil y Bolivia. Es ampliamente cultivado a nivel casero en las amazonas y más esporádicamente en América Central.

En Guatemala se encuentra distribuido en su mayoría en la Boca Costa de la Región VI Sur Occidental, siendo el departamento con mayor presencia, Suchitepéquez. (Otzoy Rosales, 2012)

6.2.2. Importancia del cultivo

Se consume el fruto completo, dejando únicamente el pericarpio, que muchas veces es utilizado para elaborar recipientes. Las semillas del pataxte, por su similitud con las del cacao son utilizadas para la elaboración de chocolate, así también, para la producción de bebidas artesanales como el camolín o pinol, panecito y tiste.

Se han desarrollado estudios utilizando las semillas del fruto de pataxte para la elaboración de chocolate, determinando que, cuando mayor es la concentración de harina de semillas de pataxte, mayor es el contenido de proteínas, fibra y cenizas; caso contrario en el contenido de grasa, haciendo que éste se reduzca y disminuya también el contenido de ácido palmítico (un ácido graso saturado). A continuación, se presentan algunas características de las semillas del fruto de pataxte. (Arriaga, 2007)

Tabla No. 2. Composición química proximal de las semillas de pataxte (*Theobroma bicolor*) en base seca

Componente	<i>Theobroma bicolor</i> (Gálvez-Marroquín, y otros, 2016)	<i>Theobroma bicolor</i> (Furlan & Bressani, 1999)	<i>Theobroma bicolor</i> (Otzoy Rosales, 2012)
Proteína	21,30 %	24,42 %	18,10 %
Fibra	ND*	30,86 %	ND*
Carbohidratos	49,24 %	9,53 %	ND*
Grasa	22,38 %	25,48 %	ND*
Cenizas	3,53 %	4,14 %	3,2 %
Humedad	3,55 %	5,57 %	ND*

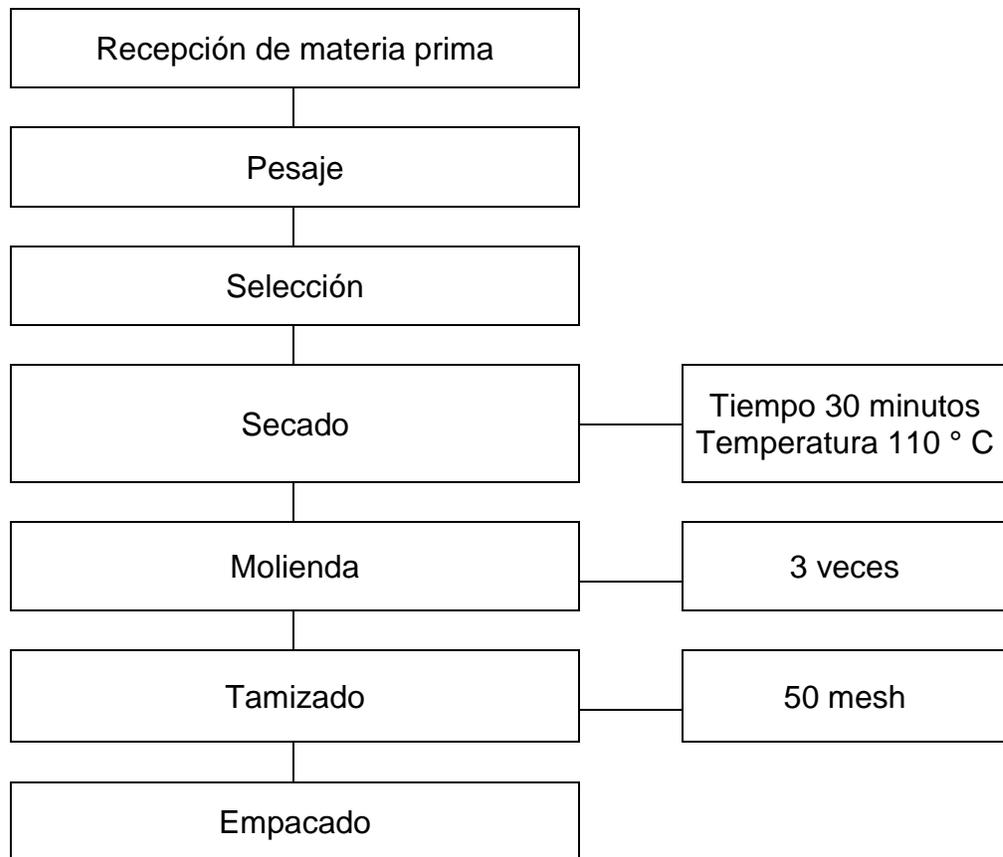
Fuente: elaboración propia, 2017.

*ND= No Determinado.

En todos los análisis se resalta el contenido de proteínas, de las cuales contienen todos los aminoácidos esenciales, siendo el aminoácido limitante el triptófano. El valor de digestibilidad representa un valor cercano a 85 para ser catalogada como una proteína de alta calidad (Azurdia, 2016).

6.2.3. Elaboración de harina de semillas de pataxte

La harina de semillas de pataxte consiste en el proceso de selección, lavado, secado y tamizado. Es una materia prima de importancia a nivel artesanal en la elaboración de chocolate y bebidas; por su parentesco con el cacao, actualmente se elaboran barras 100% pataxte. El procedimiento para la elaboración de la harina de semillas de pataxte es el siguiente:



Fuente: elaboración propia, 2017.

6.3. Galleta

Según la norma CODEX-STAN-074-1981 del Codex alimentarius (1991), “es el alimento para lactantes y niños, basado en cereales, elaborados por cocción al horno, que pueden utilizarse directamente o, después de una pulverización, con la adición de agua, leche, u otro líquido conveniente”.

6.3.1. Las galletas y la alimentación escolar

Las galletas han sido por excelencia la opción más viable para la alimentación escolar, al ser un alimento que resulta atractivo para los niños.

6.3.1.1. Origen de la galleta nutricional

En 1986, a solicitud del Ministerio de Educación de Guatemala, el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá -INCAP- desarrolló un alimento sólido para ser entregado a los niños del sistema escolar oficial del país como complemento a su dieta diaria. El INCAP generó y transfirió a panificadores artesanales la tecnología de producción de la galleta nutricionalmente mejorada, un alimento sólido con alto contenido energético-proteínico destinado a contribuir, junto con el vaso de avena y leche, a resolver los problemas nutricionales de la población escolar. (De León, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 1995)

6.3.2. Elaboración de galletas

6.3.2.1. Materias primas

Para la elaboración de galletas se necesitan los siguientes ingredientes:

Harina de trigo: este producto es el principal componente de las galletas, por el alto contenido de proteínas y su característica de formar grumos y ser pegajosa cuando se mezcla con agua.

Azúcar: los azúcares tienen la característica de ser dulces, solubles en agua, proporcionan energía para la nutrición, al ser calentados oscurece su color o se caramelizan, dan cuerpo y consistencia a las soluciones, y con facilidad son fermentados por microorganismos, pero en grandes cantidades se emplean como preservantes, ya que previenen el crecimiento de microorganismos.

El azúcar contiene 99,10% de carbohidratos, 0,7% de agua y 0,2% de cenizas. (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 2007)

Margarina: es un alimento manufacturado económico, se obtienen mediante procedimientos industriales a partir de grasas insaturadas de origen vegetal o bien a partir de grasas de origen animal y vegetal mezcladas. Las margarinas 100% vegetales,

se obtienen a partir de grasas con un elevado porcentaje de ácido linoleico, una parte del cual debe ser saturado con hidrógeno para que el alimento sea más estable.

La margarina contiene 80,5% de grasa, 15,7% de agua, 2% de cenizas y 0,9% de carbohidratos y proteína. (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 2007)

Huevos: es un gran alimento, debido a la calidad y cantidad de sus proteínas y a su relativo bajo costo. Un huevo de gallina se compone de tres partes: la cáscara, la clara y la yema, la clara contiene fundamentalmente las proteínas; la yema materias grasas y, a pesar de su poco volumen, es seis veces más nutritiva que la clara, además de que contiene gran cantidad de fósforo.

Los huevos contienen 75,81% de agua, 12,58% de proteína, 9,98% de grasa, 0,86% de cenizas y 0,77% de carbohidratos. (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 2007)

Leche: la leche es un alimento indispensable en la dieta humana gracias a su aporte de calcio, fósforo y otros minerales. Además, contiene la proteína denominada caseína, proteína completa (contiene todos los aminoácidos esenciales en las cantidades adecuadas).

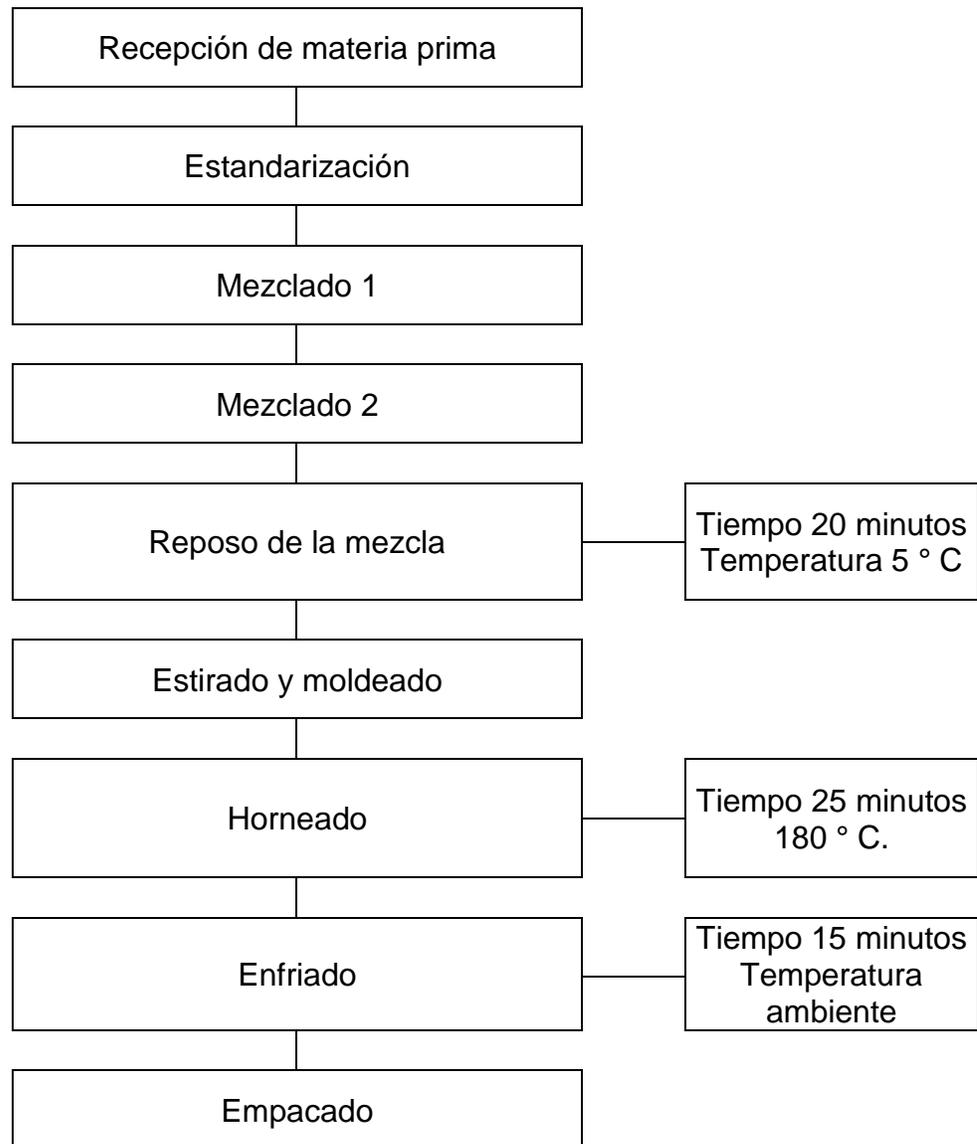
La leche contiene 88,32% de agua, 4,52% de carbohidratos, 3,25% de grasa, 3,22% de proteína y 0,69% de cenizas. (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 2007)

Sal: es el aditivo más antiguo y más usado en alimentación, por mantener los alimentos en buen estado para su posterior consumo, su fórmula química es NaCl, se le llama también cloruro de sodio, sal marina y sal común.

La sal de mesa contiene 99,8% de cenizas y 0,2% de agua. (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 2007)

6.3.2.2.Procedimiento

Los pasos para la elaboración de galletas son:



Fuente: (Baptista, 2012) .

6.4.Seguridad alimentaria y nutricional en Guatemala

El concepto de Seguridad Alimentaria surge en la década del 70, basado en la producción y disponibilidad alimentaria a nivel global y nacional. En los años 80, se añadió la idea del acceso, tanto económico como físico. Y en la década del 90, se llegó al concepto actual que incorpora la inocuidad y las preferencias culturales, y se reafirma la Seguridad Alimentaria como un derecho humano.

Según el Instituto de Nutrición para Centroamérica y Panamá -INCAP-, la Seguridad Alimentaria y Nutricional es un estado en el cual todas las personas gozan, en forma oportuna y permanente, de acceso físico, económico y social a los alimentos que necesitan, en cantidad y calidad, para su adecuado consumo y utilización biológica, garantizándoles un estado de bienestar general que coadyuve al logro de su desarrollo.

Las variables complejas que comprende la seguridad alimentaria son la disponibilidad, acceso, consumo y utilización biológica de alimentos. La disponibilidad se determina por el consumo aparente de alimentos, calculado con base a producido y consumido en el país, así como exportaciones e importaciones; el pilar de acceso hace referencia al nivel económico de la población, sus ingresos y egresos, así como la capacidad adquisitiva; el consumo abarca los hábitos alimentarios y las prácticas usuales relacionadas con la alimentación y la utilización biológica comprende el estado de salud del individuo, lo que determina su aprovechamiento de nutrientes ingeridos (Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional, s.f.).

6.4.1. Situación de Seguridad Alimentaria y Nutricional en el contexto guatemalteco

Guatemala es un país multiétnico y pluricultural. Políticamente se divide en ocho regiones, y 22 departamentos; las regiones se dividen en Región Metropolitana, Norte, Nor-Oriente, Sur-Oriente, Central, Sur-Occidente, Nor-Occidente y Petén. A continuación, se presenta en la Tabla No. 1: clasificación de categorías de vulnerabilidad nutricional de niños y niñas en edad escolar por regiones administrativas, en la cual se muestran en forma descendente las regiones más afectadas.

Tabla No. 3. Clasificación de categorías de vulnerabilidad nutricional de niños y niñas en edad escolar por regiones administrativas.

Región	Categoría de vulnerabilidad nutricional
Región VII Nor-Occidente	Muy alta
Región II Norte	Muy alta
Región VI Sur-Occidente	Alta
Región III Nor-Oriente	Alta
Región V Central	Moderada
Región IV Sur-Oriente	Moderada
Región VIII Petén	Baja
Región I Metropolitana	Baja

Fuente: (INE, 2015)

Cabe mencionar que, aunque las regiones VIII y I se encuentran en la categoría de vulnerabilidad nutricional baja, ninguno de los municipios se encuentra abajo del 2,5% que cataloga la Organización Mundial de la Salud –OMS- como normal en una población.

Al analizar los datos por edades, se observa que las diferencias en prevalencia de desnutrición crónica entre los diferentes años de edad muestran que estas son mayores para los niños y niñas de ocho y nueve años con prevalencias de 45,7% y 54,2% respectivamente, mientras que para los niños y niñas de seis y siete años las prevalencias encontradas fueron de 30,9% y 32,7%, lo cual evidencia que entre mayor es la edad de los niños y las niñas que asistieron al primer grado mayor es el daño nutricional.

Con relación al área de residencia, se observa que en áreas urbanas y rurales las prevalencias reportadas son de 20,9% y de 41,7% respectivamente, lo que demuestra que el área rural está más afectada que la urbana con una diferencia del 20,8% entre áreas.

Es importante mencionar que, con el objeto de estandarizar la información, se calcularon las prevalencias de retardo en talla de los cuatro censos realizados en la República de Guatemala (1986, 2001, 2008 y 2015) utilizando los estándares de referencia recomendados por la OMS en 2007. Los valores promedio nacional de la prevalencia de

desnutrición crónica en escolares reportados en los cuatro censos nacionales de talla realizados son 51,1% en 1986, 49,8% en 2001, 45,6% en 2008 y 3,6% en 2015; la tendencia indica que cada año los porcentajes de prevalencia de desnutrición en escolares irán bajando, conforme se apliquen las políticas de la Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional –SESAN-. (INE, 2015)

A nivel de Suchitepéquez, departamento de la Región VI Sur Occidente, todos los municipios se encuentran catalogados en prevalencia de desnutrición alta en niños y niñas de edad escolar. El peor lugar lo ocupa San Antonio Suchitepéquez, municipio ubicado en la Boca Costa; por su clima, humedad y riqueza de tierra hace que sea posible el desarrollo de una gran diversidad agronómica de importancia para abordar la Seguridad Alimentaria y Nutricional.

6.5.Evaluación sensorial

Es la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído.

6.5.1. Tests de respuesta objetiva

En estos métodos el juez no considera su preferencia personal, evalúa el producto según su conocimiento previo, utilizando su facultad de discriminar al analizarlo. Estos tests requieren un entrenamiento previo, el panel debe haber cumplido la etapa de selección y entrenamiento en las técnicas de degustación, tener conocimiento del producto que se va a evaluar, incluyendo las características sensoriales de éste y sabores y olores extraños que pudieran aparecer en él. En estos tests se espera del degustador que tenga la habilidad en repetir los juicios, lo que se traduce en seguridad sobre los resultados de la investigación. Entre los tests de respuesta objetiva se encuentran los de valoración, los de diferencia y los analíticos.

6.5.1.1.Tests de valoración

- Descriptivo
- Numérico
- De puntaje compuesto.

6.5.1.2. Test de diferencia

- De estímulo único
- De comparación pareada
- Dúo – trío
- Triangular
- De comparación múltiple.

6.5.1.3. Test analíticos

- De muestra única
- De sabor extraño específico
- Análisis descriptivo o perfil analítico.

6.5.2. Test de respuesta subjetiva

Aquí se utiliza la sensación emocional que experimenta el juez en la evaluación espontánea del producto, y da su preferencia en ausencia completa de influencia externa y de entrenamiento.

Este tipo de test permite verificar los factores psicológicos que influyen sobre la preferencia y aceptación de un producto. Estos se dividen en tests de preferencia y de aceptabilidad.

6.5.2.1. Test de preferencia

- De simple preferencia o pareado de preferencia
- De ordenamiento
- De escala hedónica.
 - Escala hedónica verbal: Están destinadas a medir cuánto agrada o desagrade. Para estas pruebas se utilizan escalas categorizadas, que pueden tener diferente número de categorías y que comúnmente van desde “me gusta muchísimo”, pasando por “no me gusta ni me disgusta”, hasta me disgusta muchísimo. Los panelistas indican el grado en que les agrada cada muestra, escogiendo la categoría adecuada. (Watts, Ylimaki, Jeffery, & Elías)

- Escala hedónica facial: Esta escala es especialmente para cuando los panelistas son niños, el objetivo del uso de la escala hedónica facial es visualizar el nivel de agrado o desagrado que provoca la muestra en el niño. (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 2001)

6.5.2.2. Test de aceptabilidad

- De panel piloto
- De panel de consumidores.

6.5.3. Paneles de evaluación sensorial

Estos se agrupan en tres tipos:

- Paneles de expertos altamente adiestrados
- Paneles de laboratorio donde se utilizan jueces entrenados
- Paneles de consumidores donde se utiliza un número grande de jueces no entrenados.

6.5.4. Pruebas orientadas al producto

Los paneles entrenados se utilizan para identificar diferencias entre productos alimenticios similares o para medir la intensidad de características como el sabor, olor, textura o apariencia. Por lo general estos paneles constan de (15 – 25) personas entrenadas para la tarea que se realizará. Los panelistas entrenados no deben utilizarse para evaluar la aceptabilidad de los productos por su agudeza (Watts, Ylimaki, Jeffery, & Elías).

6.5.5. Pruebas orientadas al consumidor

En las pruebas orientadas al consumidor, se selecciona una muestra aleatoria compuesta por personas representativas de la población de posibles usuarios, con el fin de obtener información sobre las actitudes o preferencias de los consumidores. En las pruebas con consumidores no se emplean panelistas entrenados ni seleccionados por su agudeza sensorial; sin embargo, los panelistas deben ser usuarios del producto.

Por lo general, para este tipo de pruebas se entrevistan de 100 a 500 personas. Los resultados se utilizan para predecir actitudes de una población determinada. Las

entrevistas o pruebas pueden realizarse en un lugar central tal como un mercado, una escuela, centro comercial o centro comunitario, o también en los hogares de los consumidores. Una verdadera prueba orientada al consumidor requiere seleccionar un panel representativo de la población escogida como objetivo. Debido a que este proceso es caro y requiere bastante tiempo, frecuentemente se utilizan paneles internos de consumidores en la etapa inicial de los estudios de aceptabilidad de un producto. (Watts, Ylimaki, Jeffery, & Elías)

6.5.6. Muestras

Para realizar los distintos paneles de Evaluación Sensorial, las muestras de los alimentos se sirven a la temperatura a la que se consume el alimento, las muestras también deben ser uniformes y representativas del producto alimenticio, identificadas mediante un código y presentadas en recipientes limpios, incoloros y sin ningún sabor.

Los alimentos pequeños como dulces, chocolates, caramelos: la muestra debe ser una unidad. Los alimentos grandes o a granel: veinticinco gramos. Los alimentos líquidos como sopas o cremas: una cucharada equivalente a veinticinco mililitros. (Hernández Alarcón, 2005)

6.6. Análisis químico proximal

Se entiende por análisis químico proximal a la determinación de un grupo de sustancias estrechamente emparentadas; los métodos buscan investigar una serie de elementos, en algunos casos de forma genérica. Es por ello que se suele usar el término “bruto” o general para indicar que lo que se determina no son compuestos individuales, sino conjuntos de sustancias más o menos próximas estructural o funcionalmente. Estas determinaciones comprenden:

- Agua
- Cenizas totales
- Fibra bruta
- Extracto etéreo
- Proteína bruta y
- Extracto libre de nitrógeno.

A partir de la determinación de algunas de estas sustancias, se pueden identificar sus elementos constitutivos; así, por ejemplo, una vez extraído el extracto etéreo, se identifican los ácidos grasos o, en el caso de las proteínas, se puede determinar qué aminoácidos la constituyen. El objetivo del análisis proximal es alcanzar a tener un conocimiento general del valor alimenticio de un alimento.

Los métodos utilizados en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos corresponden a los propuestos por la AOAC (Asociación de las Comunidades Analíticas, por sus siglas en inglés), la cual tiene por objetivo ser un proveedor activo en el ámbito mundial, responsable de la organización, desarrollo, empleo y armonización de métodos analíticos validados y programados de aseguramiento de la calidad de los servicios de laboratorio. (AOAC Internacional: Sección Latinoamérica y El Caribe, 2008)

6.7. Análisis estadístico

El análisis estadístico es un conjunto de técnicas estadísticas que permiten detectar patrones de comportamiento ocultos y, basándose en los mismos, establecer predicciones.

6.7.1. Media aritmética o promedio

Es la suma de todos los números que conforman un grupo, dividido entre el número de sumandos.

6.7.2. Varianza

La varianza es la media de las diferencias de los valores con la media, elevadas al cuadrado. Su cálculo se basa en estimar la media y posteriormente a cada número o valor de los datos que analizamos, se le resta la media y se eleva el resultado al cuadrado (la diferencia elevada al cuadrado), es decir, es la sumatoria del cuadrado de estas diferencias.

6.7.3. Desviación estándar

La desviación estándar es la raíz cuadrada de la varianza y tanto la desviación estándar como la varianza se utilizan cuando la medida de tendencia central es la media. La interpretación de la varianza también es aplicable para la desviación estándar, es decir, un alto valor de la varianza indica que los datos están alejados del promedio o la media.

6.7.4. Diseño con arreglo completamente al azar

El objetivo de este estudio es tener comparaciones precisas entre los tratamientos bajo estudio. Utilizar bloques es una forma de reducir y controlar la varianza del error experimental para tener mayor precisión.

Usar bloque estratifica a las unidades experimentales en grupos homogéneos. Una buena elección del criterio de bloqueo resulta en menor variación entre las unidades experimentales dentro de los bloques, comparada con la variación entre unidades experimentales de diferentes bloques.

6.7.5. Análisis de varianza -ANOVA- mediante el método de Fischer

Es una de las técnicas más utilizadas en los análisis de los datos de los diseños estadísticos. Se utiliza cuando se quiere contrastar más de dos medias, por lo que puede verse como una extensión de la prueba t para diferencias de dos medias.

Básicamente es un procedimiento que permite dividir la varianza de la variable dependiente en dos o más componentes, cada uno de los cuales puede ser atribuido a una fuente (variable o factor) identificable. Para concluir el análisis de varianza mediante el método de Fischer el factor calculado debe ser mayor al factor tabulado o factor crítico de F o en su defecto menor. Cuando la F calculada es mayor se concluye que existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos sometidos a evaluación.

6.7.6. Prueba comparativa de Tukey

El método de Tukey se utiliza en ANOVA para crear intervalos de confianza para todas las diferencias en parejas entre las medias de los niveles de los factores mientras controla la tasa de error por familia en un nivel especificado.

7. Objetivos

7.1.General

- 7.1.1.** Comparar el contenido de proteína de galletas formuladas a partir de la sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de semillas de pataxte (*Theobroma bicolor*) respecto a galletas con una formulación testigo de trigo.

7.2.Específicos

- 7.2.1.** Estandarizar el proceso de producción de las formulaciones de galletas de harina de trigo (*Triticum aestivum*) y harina de semillas de pataxte (*Theobroma bicolor*).
- 7.2.2.** Estandarizar la formulación de galletas con mezcla de harina de trigo y harina de semillas de pataxte (*Theobroma bicolor*) por medio de panel piloto de evaluación sensorial.
- 7.2.3.** Determinar la aceptabilidad de la formulación estándar de galletas con mezcla de harina de trigo (*Triticum aestivum*) y harina de semillas de pataxte (*Theobroma bicolor*) en niños de edad escolar del área rural de San Antonio Suchitepéquez por medio de panel de consumidores.
- 7.2.4.** Determinar el contenido de proteína de la galleta testigo de trigo (*Triticum aestivum*) y las galletas de harina de trigo (*Triticum aestivum*) y harina de semillas de pataxte (*Theobroma bicolor*).
- 7.2.5.** Comparar el contenido de proteína de la galleta testigo de trigo (*Triticum aestivum*) y las galletas de harina de trigo (*Triticum aestivum*) y harina de semillas de pataxte (*Theobroma bicolor*).

8. Hipótesis

Las galletas formuladas a partir de la sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de semillas de pataxte presentarán un aumento mayor a 1% en el contenido de proteína, respecto a una formulación de galletas testigo de trigo.

9. Recursos

9.1. Humanos

- Estudiante: TPA. Erikson Josué de León Coc
- Asesores:
 - Principal: Dr. Marco Antonio del Cid Flores
 - Adjunto: Inga. Silvia Marisol Guzmán Téllez
- Q.B. Gladys Calderón Castilla, Docente encargada del Laboratorio de Evaluación Sensorial de la Carrera de Ingeniería en Alimentos del Centro Universitario de Sur Occidente
- Estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Alimentos que hayan aprobado el curso de Evaluación Sensorial o que lo estén cursando.

9.2. Institucionales

- Biblioteca del Centro Universitario de Sur Occidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Laboratorio de Evaluación Sensorial de la Carrera de Ingeniería en Alimentos del Centro Universitario de Sur Occidente.
- Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Organización No Gubernamental –ONG- Semillas para el Futuro.
- Escuela Oficial Rural Mixta Aldea Margaritas del Rosario, Jornada Vespertina.

9.3. Económicos

Todos los gastos fueron cubiertos por el estudiante.

9.4. Materiales y equipo

9.4.1. Estandarización del proceso de producción de galletas

- Termómetro
- Cronómetro
- Lapicero.

9.4.2. Elaboración de harina de semillas de pataxte (*Theobroma bicolor*)

- Balanza analítica con exactitud de 0,1 gramo
- Semillas de pataxte
- Cubeta plástica
- Termómetro
- Horno de convección
- Cilindro de gas propano
- Bandejas de acero inoxidable para horneado
- Molino de discos y tamiz (50 mesh)
- Cronómetro.

9.4.3. Elaboración de galletas testigo y con la mezcla de harinas de trigo y pataxte

- Harina dura de trigo (*Triticum aestivum*)
- Harina de semillas de pataxte (*Theobroma bicolor*)
- Leche
- Margarina
- Sal
- Azúcar
- Agua purificada
- Bandejas de acero inoxidable para horneado
- Batidora
- Horno de convección
- Cilindro de gas propano
- Termómetro
- Bolillos plásticos
- Cuchillos
- Raspadores plásticos
- Bolsas de polietileno de baja densidad
- Cronómetro.

9.4.4. Prueba de evaluación sensorial

- Muestras
- Vasos plásticos
- Platos plásticos
- Servilletas
- Agua pura
- Lapiceros
- Etiquetas
- Boletas impresas de escala hedónica verbal, facial y de comparación múltiple.

10. Marco operativo

10.1. Metodología de la elaboración de harina de semillas de pataxte

10.1.1. Recepción

Se obtuvo las semillas del fruto de pataxte y se procedió al pesaje en una balanza analítica. Se pesó la totalidad de las semillas.

10.1.2. Selección

Se seleccionó las semillas en óptimo estado para ser procesadas, aquellas que estaban quebradas y podrida se retiraron.

10.1.3. Lavado

Las semillas fueron lavadas para eliminar la suciedad y restos de mucílago del fruto.

10.1.4. Secado

Se secaron las semillas a una temperatura de 110 °C durante 30 minutos para que la actividad acuosa de las semillas disminuyera y así obtener un producto molido seco.

10.1.5. Molienda

Las semillas de pataxte secas fueron procesadas en un molino de discos hasta obtener harina fina.

10.1.6. Tamizado

Las semillas molidas fueron tamizadas para obtener la harina fina final, misma que fue utilizada para la elaboración de galletas. El material que quedó en el tamiz fue descartado.

10.2. Metodología para la elaboración de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte (*Theobroma bicolor*)

En la presente investigación se elaboraron tres formulaciones con la mezcla de harina de trigo y harina de semillas de pataxte y una únicamente con harina de trigo que funcionó como testigo para determinar la variación en el contenido de proteínas.

10.2.1. Recepción de la materia prima

Operación importante para la inspección de las materias primas que se utilizaron para la producción de galletas, toda materia prima que no se encontraba en estado óptimo fue desechada.

10.2.2. Estandarización

Se realizó el pesado de todos los ingredientes, de acuerdo a la formulación. Para esta operación se utilizó una balanza analítica con una precisión de 0,1 g.

10.2.3. Primera mezcla

En la batidora, se agregó la margarina junto con los huevos y se batió a baja velocidad por un tiempo de cinco minutos; luego se añadió el azúcar y se aumentó la velocidad de la batidora, hasta lograr una mezcla homogénea.

10.2.4. Segunda mezcla

Se empezó añadiendo la dilución (sal + leche, según la formulación) en la primera mezcla y se adicionaron las harinas de trigo y de semillas de pataxte. Se batió hasta obtener una mezcla homogénea.

10.2.5. Reposo de la masa

Se realizó con la finalidad de brindarle fuerza a la mezcla y que fuese más moldeable. La mezcla total, cubierta con nylon, se introdujo al refrigerador a una temperatura de 5 °C durante 20 minutos. En esta etapa se encendió el horno para que éste se encontrara a la temperatura óptima de 180 ° C inmediatamente después del moldeado.

10.2.6. Estirado y moldeado de la mezcla

Con la ayuda de un rodillo se procedió a estirar la masa para airearla y obtener una mezcla más voluminosa. El estirado de la masa es importante, porque de ahí depende el peso ideal de las galletas (12 – 15) g; se procedió a realizar el moldeado de las galletas con un molde de 3,5 cm * 3,5 cm * 0,5 cm y se colocaron en las bandejas sobre papel encerado.

10.2.7. Horneado

Las bandejas se introdujeron al horno previamente calentado y se trataron térmicamente durante 25 minutos a 180 ° C.

10.2.8. Enfriado

Las galletas horneadas fueron transferidas a bandejas con fondo tipo tamiz para evitar que absorban humedad de la bandeja de horneado.

10.3. Metodología para la elaboración de galletas de harina de trigo

Se debe seguir el mismo procedimiento que la elaboración de galletas con la mezcla de harina de trigo y harina de semillas de pataxte (*Theobroma bicolor*), a excepción de la segunda mezcla en donde únicamente se añadió la harina de trigo dura.

10.4. Estandarización del proceso de producción de galletas testigo de trigo y galletas de harina de trigo (*Triticum aestivum*) y semillas de pataxte (*Theobroma bicolor*)

La finalidad de estandarizar un proceso de producción es establecer las condiciones bajo las cuales se obtienen los mejores resultados para el producto final. En este caso se evaluaron las principales fases del proceso donde existe variación y que influyen directamente en la calidad del producto, siendo estas, el proceso de mezcla y la cocción.

Para la fase de mezcla de las materias primas o ingredientes, se tomó en cuenta la variable del tiempo y, para la fase de cocción u horneado, se tomaron en cuenta las variables de tiempo y temperatura.

Se tomó el dato de las variables de 6 lotes de producción para cada una de las formulaciones de galletas (trigo y trigo + pataxte). Cada lote de producción fue de un kilogramo de mezcla.

El proceso fue el siguiente:

- Cronometrar el tiempo de batido o mezclado de los ingredientes hasta obtener una masa no adherente a la superficie del tazón de la batidora y que sea manejable con la mano. Esto se realizó con cada lote de producción de cada formulación.
- Fijar la temperatura del horno a 180 °C y cronometrar el tiempo de horneado. Se tomaron dos lotes de producción de cada formulación para cada una de las condiciones de horneado: (20, 25 y 30) minutos a 180 °C.

Las galletas fueron puestas bajo observación por parte del investigador, determinando así el procedimiento general para la elaboración de galletas y las variables a tomar en cuenta para cada formulación. Luego de estandarizar el proceso de producción para la elaboración de galletas, éstas fueron sometidas a panel piloto de evaluación sensorial para establecer la formulación que mejores características presenta.

10.5. Formulación de galletas con mezcla de harina de trigo y harina de semillas de pataxte (*Theobroma bicolor*)

En la formulación de la galleta testigo no se utilizó harina de semillas de pataxte; las otras tres formulaciones variaron en cuanto al porcentaje de harina de trigo que se sustituyó por harina de semillas de pataxte. A continuación, se presentan las formulaciones que fueron sometidas a evaluación sensorial para estandarizar la formulación.

Tabla No. 4. Formulaciones para las galletas elaboradas con mezcla de harina de trigo y harina de semillas de pataxte.

Componentes	Galleta testigo de trigo	Formulación 1 (50:50 harina de trigo y harina de pataxte (Código 188)	Formulación 2 (70:30 harina de trigo y harina de pataxte) (Código 247)	Formulación 3 (80:20 harina de trigo y harina de pataxte) (Código 515)	Porcentaje
Harina de trigo dura	47	23,5	32,9	37,6	
Harina de semillas de pataxte	-	23,5	14,1	9,4	
Azúcar	16,7	16,7	16,7	16,7	
Huevos	16,4	16,4	16,4	16,4	
Margarina	15,1	15,1	15,1	15,1	
Leche	4,5	4,5	4,5	4,5	
Sal	0,3	0,3	0,3	0,3	
Total	100	100	100	100	

Fuente: elaboración propia, 2017.

10.6. Evaluación sensorial

10.6.1. Estandarización de la formulación

Para la estandarización de la formulación se realizaron dos paneles piloto de evaluación sensorial. Estos tuvieron lugar en el Laboratorio de Evaluación Sensorial

de la Carrera de Ingeniería en Alimentos y se utilizó una boleta con una escala hedónica de siete puntos para evaluar los aspectos de color, olor, sabor y textura (ver apéndice No.1, página 62). El grupo de panelistas estuvo conformado por 25 personas, todos estudiantes de la carrera de Ingeniería en Alimentos.

10.6.1.1. Procedimiento

- Se dio a conocer al grupo de panelistas la finalidad de la evaluación sensorial.
- Se proporcionaron tres muestras de galletas con los códigos 188, 247 y 515, una servilleta, un vaso para descarte y un vaso con agua, además de lapicero y una boleta con la escala hedónica verbal.
- El panelista evaluó y calificó, de acuerdo a su percepción y marcó con una “X” en la escala la respuesta que consideró.
- Se recomienda evaluar primero el color y el olor, posteriormente el sabor y textura.

En el segundo panel piloto de evaluación sensorial se cambiaron los códigos de las muestras a 284, 635 y 983, las cuales tenían las mismas relaciones de harina de trigo y harina de semillas de pataxte que las muestras 188, 247 y 515, respectivamente.

10.6.2. Comparación entre galletas de trigo y galletas formuladas con harina de trigo y harina de semillas de pataxte

Las mismas condiciones que la estandarización se aplicaron en ésta, la diferencia fue que en esta evaluación se incluyó la muestra patrón (galleta de trigo) y se les indicó a los panelistas cuál era.

10.6.2.1. Procedimiento

- Se dio a conocer la finalidad de la prueba de comparación múltiple.
- Se proporcionaron las tres muestras con los códigos 188, 247, 515 y la muestra patrón (galleta de trigo), además de una servilleta, un vaso para descarte y un vaso de agua, lapicero y la boleta de comparación múltiple.
- El panelista evaluó y calificó, de acuerdo a su percepción en la escala que considere respecto al patrón (galleta de trigo).
- Se le solicitó al panelista que indicara sí las demás muestras eran de calidad mayor o inferior respecto al patrón.

10.6.3. Determinación de la aceptabilidad

La formulación estandarizada por el panel piloto fue sometida a evaluación en niños de edad escolar primaria de la Escuela Rural Mixta Las Margaritas del Rosario, jornada vespertina. Tomando en cuenta que la escuela solo cuenta con niños desde el segundo a sexto grado de primaria, se utilizó una boleta de escala hedónica facial (caritas) (ver apéndice No. 3, página 65). El grupo de niños que integró el panel de consumidores estuvo conformado por 187 niños varones.

10.6.3.1. Procedimiento

- Se dio a conocer al grupo de niños la finalidad de esta actividad.
- Se proporcionó una galleta elaborada con la formulación estandarizada por el panel piloto.
- Los niños de segundo a cuarto grado de primaria probaron la galleta y según el gesto que éste hizo, el estudiante marcó la apreciación en la boleta con escala hedónica facial; los niños de quinto a sexto grado, responderán por si mismos en la boleta, marcando con una “X” debajo de la carita que crean conveniente.

10.6.4. Metodología para el análisis de resultados

10.6.4.1. Estandarización del proceso de producción de galletas de trigo y galletas de trigo y pataxte (*Theobroma bicolor*)

En esta fase se determinó el tiempo promedio para la mezcla de cada formulación de galletas y la desviación estándar o variación que existió. Se analizaron los datos de los seis lotes de producción de cada formulación para establecer un patrón de producción. A continuación, se muestra la fórmula para el cálculo de la media aritmética o promedio:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

Donde,

X = valor obtenido en cada medición

N = número total de valores obtenidos.

Para calcular la desviación estándar o variación, primero se debe calcular la varianza muestral. A continuación, se muestra la fórmula para el cálculo de la varianza:

$$S^2 = \frac{\sum(\bar{X} - X_i)^2}{n} =$$

Para el cálculo de la desviación estándar o promedio de las variaciones es necesario aplicar raíz cuadrada a la varianza. En cuanto al proceso de cocción u horneado, se determinó el tiempo óptimo para la cocción de las galletas tomando en cuenta una temperatura de 180 °C. Las respuestas fueron dadas por el investigador.

10.6.4.2. Estandarización de la formulación de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte

Se utilizó un diseño simple con arreglo completamente al azar. Cada panelista constituyó un bloque y cada formulación, un tratamiento. Se utilizó el análisis de varianza mediante el Método de Fisher para las variables dependientes que implica el análisis sensorial de la galleta formulada con mezcla de harina de trigo y harina de semillas de pataxte (sabor, olor, color y textura).

Puesto que existió diferencia estadísticamente significativa, se recurrió a la prueba comparativa de medias de Tukey, esto con la finalidad de establecer si entre la media mejor ponderada y las otras dos, existe diferencia estadísticamente significativa.

El número de panelistas para la estandarización de la fórmula fue de 25, como lo indica el método de la escala hedónica verbal. Se utilizaron las fórmulas siguientes:

Tabla No. 5. Fórmulas para el análisis de varianza de un diseño completamente aleatorizado

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	Fc	Ft
Tratamientos	SCT	k - 1	$CMT = \frac{SCT}{k - 1}$	$\frac{CMT}{CME}$	Tabla de valores de Fischer
Error	SCE	n - k	$CME = \frac{SCE}{n - k}$		
Total	SCT + SCE	n - 1			

Fuente: (Sweeney, Williams, & Anderson, 2008)

Donde la suma de cuadrados de los tratamientos es:

$$\mathbf{SCT} = \# \text{ Bloques } (\bar{x} \text{ Tratamientos} - \bar{x} \text{ Total})$$

Y la suma de cuadrados del error es:

$$\mathbf{SCE} = \# \text{ Tratamientos } (\bar{x} \text{ Bloques} - \bar{x} \text{ Total})$$

k, se encuentra dado por el número de tratamientos (formulaciones) y **n**, por el número total de datos (las respuestas de los panelistas de las tres muestras). La **Ft**, se encuentra en la Tabla de valores de Tukey, interceptando los grados de libertad de los tratamientos en las columnas y los grados de libertad del error en las filas. Ver en el apéndice No. 1, página 57, la Tabla de distribución de valores de Fischer.

Con esto se pudo saber si existía diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos evaluados (formulaciones) respecto a un atributo en específico. Sin embargo, fue necesario conocer entre cuáles de los tratamientos se encontraba dicha diferencia, por lo tanto, se realizó la prueba comparativa de Tukey. Se utilizaron las siguientes fórmulas:

Tabla No. 6. Fórmulas para la prueba comparativa de Tukey

HSD	<i>Multiplicador</i> * $\sqrt{\frac{\text{Promedio cuadrado del error}}{n}}$
Multiplicador	Tabla de valores de Tukey
Promedio cuadrado del error	Tomarlo del análisis de varianza
n	Número de respuestas por cada tratamiento

Fuente: elaboración propia, 2018.

La HSD o Diferencia Honestamente Significativa, por sus siglas en inglés, permitió identificar entre qué tratamientos se encontraba la diferencia estadísticamente significativa que arrojó el análisis de varianza. El **multiplicador** es encontrado interceptando los grados de libertad de los tratamientos del análisis de varianza en las columnas y los grados de libertad del error en las filas.

El siguiente paso es realizar una resta entre las medias obtenidas de los tratamientos (formulaciones); se planteó restar la media mejor ponderada de la segunda y la mejor

media ponderada de la tercera, de esa forma, aquellas diferencias que sobrepasaron la HSD, contenían la diferencia estadísticamente significativa.

En el caso de la comparación múltiple se utilizó el cálculo porcentual, a partir de un universo de respuestas:

$$\% \text{ de calidad mayor al patrón} = \frac{\text{No. muestras con calidad mayor}}{\text{No. muestras totales}} * 100$$

Para conocer el porcentaje de muestras con calidad menor al patrón se restó del 100% el porcentaje de muestras con calidad menor al patrón. Este cálculo se realizó para cada una de las formulaciones: 188, 247 y 515.

10.6.4.3. Determinación de la aceptabilidad de la galleta estándar por medio de panel de consumidores

La fórmula estándar fue evaluada por un panel de consumidores, conformado por 187 niños en edad escolar (7 – 12) años de la Escuela Oficial Rural Mixta Aldea Margaritas del Rosario, Jornada Vespertina, para determinar cuan aceptable es la galleta. Los datos del panel de consumidores fueron analizados de la misma manera que los de la comparación múltiple en el panel piloto para la estandarización de la galleta.

10.7. Metodología del análisis químico proximal

La galletas sometidas a evaluación sensorial, la harina de semillas de pataxte y la galleta testigo fueron sometidas a análisis químico proximal, realizado por el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos Campus Central; se determinó el contenido de proteínas, grasa, fibra, cenizas, humedad y carbohidratos, y se determinó si existía variación en el contenido de proteínas entre la galleta testigo y las formuladas con harina de semillas de pataxte.

10.7.1. Toma y manejo de muestras

La cantidad de material que solicita el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia es de una libra. Las muestras serán trasladadas en condiciones de temperatura ambiente en bolsa plástica con cierre hermético, dentro de una caja de cartón para evitar la exposición al ambiente.

11. Resultados y discusión de resultados

11.1. Estandarización del proceso de producción de galletas de trigo (*Triticum aestivum*) y galletas de trigo (*Triticum aestivum*) y harina de semillas de pataxte (*Theobroma bicolor*)

En la estandarización de las galletas, se realizaron pruebas experimentales a nivel de laboratorio para su acondicionamiento. En esta etapa se establecieron condiciones para el secado de las semillas de pataxte, en primera instancia, y se determinaron los tiempos de mezcla para lotes de un kilogramo de galletas. Así mismo, las condiciones óptimas para el horneado de las galletas tomando como base una temperatura de 180 °C, en diferentes tiempos. El proceso estándar de producción de galletas es el siguiente:

11.1.1. Recepción de materia prima

Inspeccionar que las materias primas se encuentren en óptimas condiciones para la producción de galletas. Toda materia prima que no se encuentre en buen estado deberá ser desechada.

11.1.2. Estandarización/pesaje

Las materias primas deberán ser pesadas de acuerdo a la formulación de cada galleta. Ver tabla No. 4, página 30.

11.1.3. Mezcla

El proceso de mezcla se realizó tomando en cuenta el tiempo necesario hasta que la mezcla no se adhiriera a la superficie del tazón de la batidora y fuese manejable con las manos para que se pudiese estirar fácilmente. Los datos de esta etapa a continuación:

Tabla No. 7. Tiempos para el proceso de mezclado para elaboración de galletas

Lote de producción	Testigo	Fórmula 515	Fórmula 247	Fórmula 188
		Tiempo		
1	2 minutos 58 s	3 minutos 34 s	3 minutos 51 s	4 minutos 48 s
2	3 minutos 01 s	3 minutos 20 s	3 minutos 57 s	4 minutos 55 s
3	3 minutos 07 s	3 minutos 40 s	3 minutos 47 s	4 minutos 51 s
4	2 minutos 59 s	3 minutos 28 s	4 minutos 04 s	5 minutos 04 s
5	3 minutos 05 s	3 minutos 37 s	3 minutos 53 s	5 minutos 01 s
Promedio + Desviación estándar	3 minutos 2 s, +/- 4 s	3 minutos 32 s, +/- 8 s	3 minutos 54 s, +/- 6 s	4 minutos 56 s, +/- 7 s

Fuente: elaboración propia, 2018.

El proceso de mezcla se ve influenciado por la cantidad de harina de semillas de pataxte que se encuentra en cada formulación. De tal forma que, en la formulación testigo tarda, en promedio, 1 minuto con 54 segundos menos que la formulación 188 que contiene la proporción 50:50 harina de trigo y harina de semillas de pataxte. La razón de esto puede ser la cantidad de grasa que se encuentra en las semillas de pataxte y que no fue extraída previo a su inserción en la formulación de galletas, puesto que, no favorece la absorción de los materiales acuosos como la leche, haciendo que el proceso sea posible, pero con un tiempo mayor. Cabe resaltar que estos tiempos son exclusivos para lotes de producción de un kilogramo, se desconoce cuánto tiempo se deba invertir en lotes de mayor volumen.

11.1.4. Refrigeración

El proceso de refrigeración favorece la cristalización de la grasa que se encuentra en la mezcla y, el estirado y moldeado. Se recomienda refrigerar a 5 °C durante 20 minutos.

11.1.5. Moldeado

La masa refrigerada debe estirarse sobre una superficie plana con un espesor de 5 mm mínimo, puesto que el molde tiene esa medida. Para que una galleta tenga el peso de 12 a 15 g, se debe utilizar un molde de (3,5 * 3,5 * 0,5) cm.

11.1.6. Horneado

El proceso de horneado se realizó a 180 °C y se evaluaron diferentes tiempos para esta fase. Se utilizaron dos lotes de cada formulación para los diferentes tiempos de horneado, y se evaluaron las características de color, olor, sabor y textura

Tabla No. 8. Resultados del proceso de horneado para elaboración de galletas

Tiempo	Color	Olor	Sabor	Textura
20 minutos	Brillante	Mantequilloso, crudo.	Mantequilloso.	Suave, parecido a un pan.
25 minutos	Mate	Agradable, dulce.	Agradable.	Crujiente, característico.
30 minutos	Levemente oscuro	Aparición de olor a quemado.	Ligero sabor a tostado.	Duro, parecido a un chip de tortilla.

Fuente: elaboración propia, 2018.

Según las pruebas realizadas, el mejor tiempo para hornear una galleta con cada una de las formulaciones propuestas a una temperatura de 180 ° C, es de 25 minutos. Estas

condiciones responden a galletas con las especificaciones de peso y medidas antes mencionadas, estas condiciones pueden variar con otro tipo de espesor, principalmente.

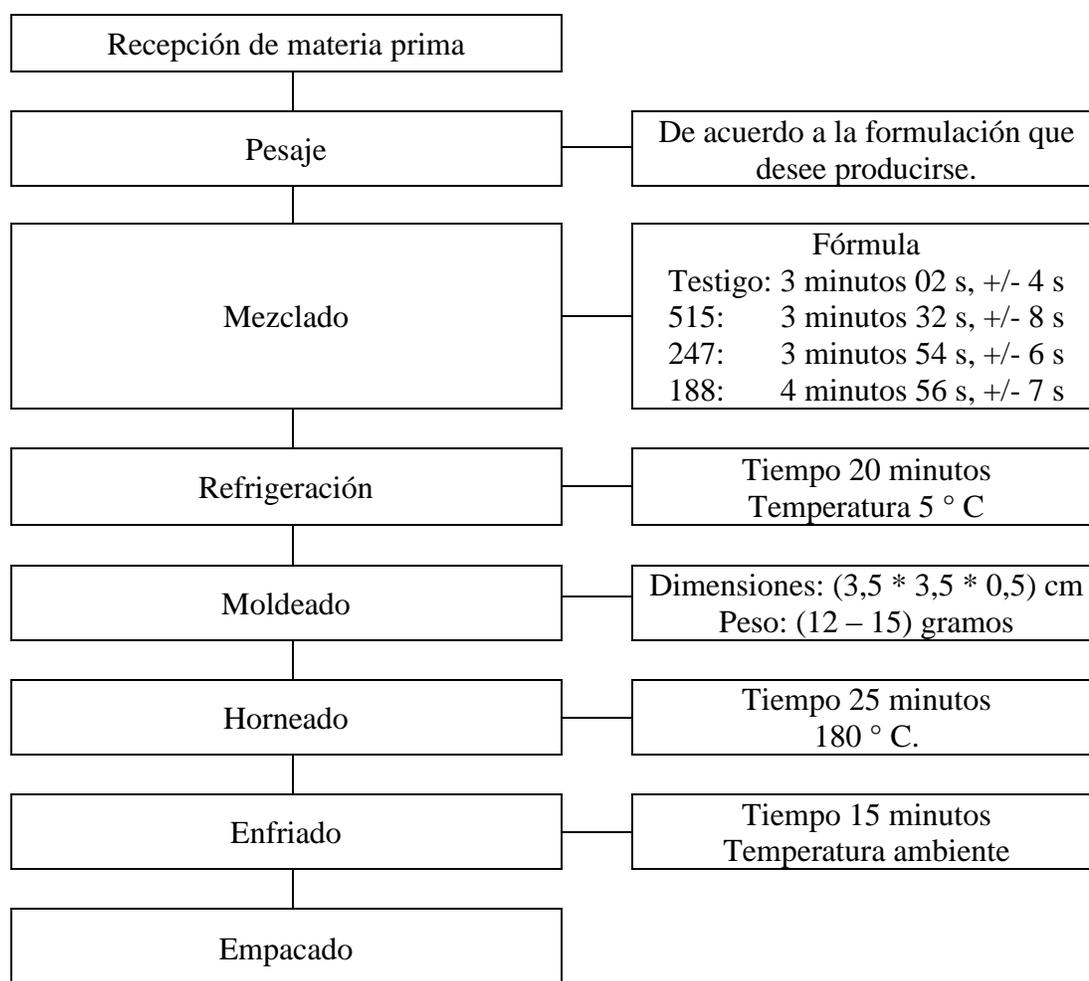
11.1.7. Enfriado

Este proceso debe hacerse en bandejas metálicas con fondo calado para evitar la formación de condensado en la parte inferior de la galleta. Se enfriará a temperatura ambiente durante 15 minutos.

11.1.8. Empacado

Se almacenaron en un recipiente plástico hermético hasta realizar la estandarización por medio de panel piloto de evaluación sensorial. Se recomienda para fines comerciales utilizar bolsas de polietileno de baja densidad o bolsas de celofán.

Gráfica No. 1. Diagrama de bloques para la producción estándar de 1 kg de galletas



Fuente: elaboración propia, 2018.

11.2. Estandarización sensorial de la formulación de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte

Se realizaron dos paneles piloto de evaluación sensorial, en los cuales se evaluaron los atributos del color, olor, sabor y textura (crujencia), en tres muestras de galletas formuladas con harina de trigo y harina de semillas de pataxte (188, 247 y 515). Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente por medio de un análisis de varianza -ANOVA-, y se tomó el criterio de conclusión siguiente: si el factor calculado (F_c) es mayor al factor tabulado (F_t), entonces existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras evaluadas.

11.2.1. Primer panel piloto de evaluación sensorial (estandarización)

A continuación, se presenta la tabla No. 9, donde se puede observar el factor calculado y el tabulado; puesto que, el factor calculado es mayor al tabulado en los cuatro atributos evaluados (color, olor, sabor y textura) en las tres formulaciones propuestas, se concluye que existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos (formulaciones). Ver apéndice No. 4: tabulación de datos del primer panel piloto de evaluación sensorial, página No. 66.

Tabla No. 9. Valores del análisis de varianza del primer panel piloto de evaluación sensorial a galletas de trigo y harina de semillas de pataxte

Atributo	Factor calculado	Factor tabulado	Conclusión
Color	7,073	3,124	Existe diferencia estadísticamente significativa.
Olor	6,204	3,124	
Sabor	4,976	3,124	
Textura (Crujencia)	12,413	3,124	

Fuente: elaboración propia, 2018.

El primer atributo evaluado por los panelistas fue el color, este se ve influenciado en gran medida por la harina de semillas de pataxte y el proceso de producción de estas.

Tabla No. 10. Media ponderada para el atributo color de las tres formulaciones de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte en el primer panel piloto

Código de muestra	Media	Calificación
188	4,68	Ni me gusta ni me disgusta
247	5,76	Me gusta ligeramente
515	5,04	Me gusta ligeramente

Fuente: elaboración propia, 2018.

Las tres formulaciones presentadas a los panelistas tenían como variante la relación de harina de trigo y harina de semillas de pataxte. Las muestras 188, 247 y 515, contienen una relación de 50:50, 70:30 y 80:20, respectivamente.

En este caso, conforme iba aumentando la concentración de harina de semillas de pataxte, parecía que era mayor la aceptación por medio del panel piloto; sin embargo, en la galleta que tiene mayor cantidad de harina de pataxte pasa desapercibido el color, calificándola en la escala como ‘Ni me gusta ni me disgusta’.

La razón está relacionada directamente con la harina de semillas de pataxte, y es que esta al estar elaborada con la semilla entera (con cáscara) y el proceso de secado al que fueron sometidas, se obtiene un color marrón, haciendo que la formulación 188 no sea muy bien percibida, al contener mayor contenido de harina de pataxte y proveer un color más oscuro a la galleta.

En cambio, las muestras 247 y 515, que contienen menor cantidad de harina de semillas de pataxte que la 188, fueron calificadas bajo la apreciación de ‘Me gusta ligeramente’. Al realizar la prueba comparativa de Tukey, se determinó que existe diferencia estadísticamente significativa entre la muestra 188 y 247, y entre la 247 y 515, puesto que la diferencia entre estos sobrepasa la Diferencia Honestamente Significativa (HSD).

Tabla No. 11. Valores de la prueba de Tukey para el atributo color del primer panel piloto

HSD	(247 – 188)	(247 – 515)	Conclusión
0,695	1,08	0,72	Existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos

Fuente: elaboración propia, 2018.

El segundo atributo evaluado, fue el olor. La harina de semillas de pataxte sola, tiene el olor característico al fruto, aunque en menor intensidad.

Tabla No. 12. Media ponderada para el atributo olor de las tres formulaciones de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte en el primer panel piloto

Código de muestra	Media	Calificación
188	5,68	Me gusta ligeramente
247	4,92	Ni me gusta ni me disgusta
515	4,60	Ni me gusta ni me disgusta

Fuente: elaboración propia, 2018.

De acuerdo a la media de cada muestra, se puede deducir que a mayor cantidad de harina de semillas de pataxte mayor fue su aceptabilidad de parte del panel piloto; esto pudo deberse al aroma de la harina y a su capacidad de reducir el aroma a margarina de la galleta formulada solo con la harina de trigo.

Si bien es cierto, la margarina puede no presentar beneficios al olor de la galleta, según (Baptista, 2012): “la margarina permite una textura y estructura más uniforme, mejorando la emulsión y el sabor”.

Al analizar los datos por medio de la prueba comparativa de Tukey se determina que las diferencias entre la muestra mejor ponderada (188) respecto a las otras (247 y 515), es estadísticamente significativa. En la tabla No. 13, se muestra los valores respectivos.

Tabla No. 13. Valores de la prueba de Tukey para el atributo olor del primer panel piloto

HSD	(188 – 247)	(188 – 515)	Conclusión
0,748	0,76	1,08	Existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos

Fuente: elaboración propia, 2018.

El tercer atributo evaluado fue el sabor, y al igual que en el atributo olor, entre mayor era la cantidad de harina de semillas de pataxte en la formulación, mejor calificada era por el panel piloto.

Tabla No. 14. Media ponderada para el atributo sabor de las tres formulaciones de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte en el primer panel piloto

Código de muestra	Media	Calificación
188	5,44	Me gusta ligeramente
247	4,40	Ni me gusta ni me disgusta
515	4,60	Ni me gusta ni me disgusta

Fuente: elaboración propia, 2018.

La harina de semillas de pataxte le confiere un sabor agradable. Según los panelistas, la galleta con mayor contenido de harina de pataxte es la mejor aceptada, calificándola en la escala como ‘Me gusta ligeramente’ y las muestras 247 y 515 fueron calificadas como ‘Ni me gusta ni me disgusta’.

De acuerdo a la prueba de Tukey, las diferencias entre las medias de las muestras 188 (mayor ponderación) y los dos restantes, son estadísticamente significativas.

Tabla No. 15. Valores de la prueba de Tukey para el atributo sabor del primer panel piloto

HSD	(188 – 247)	(188 – 515)	Conclusión
0,831	1,04	0,84	Existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos

Fuente: elaboración propia, 2018.

El pataxte es utilizado en la producción de chocolate por su parentesco al cacao, sobre todo el sabor amargo y su menor costo comercial; sin embargo, esa característica amarga no fue marcada por los panelistas, al contrario, se vio favorecida la formulación que contiene mayor concentración de harina de semillas de pataxte.

El último atributo evaluado fue la textura, específicamente la característica crujencia. Es acá donde la harina de semillas de pataxte mejora notablemente la galleta en cuanto a su textura, y es que a las semillas no se les extrajo la grasa, sino que fue utilizada en su totalidad.

Por lo tanto, la capacidad de retención de agua y emulsión respecto a la harina de trigo es menor y confiere una mayor soltura y ‘crunch’ a las galletas.

Tabla No. 16. Media ponderada para el atributo textura de las tres formulaciones de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte en el primer panel piloto

Código de muestra	Media	Calificación
188	5,44	Me gusta ligeramente
247	4,68	Ni me gusta ni me disgusta
515	3,88	Me disgusta ligeramente

Fuente: elaboración propia, 2018.

De acuerdo a la calificación de los panelistas, se puede concluir que a mayor cantidad de harina de pataxte, mayor es la aceptación. De tal manera, la muestra 188 fue calificada como ‘Me gusta ligeramente’, la 247 como ‘Ni me gusta ni me disgusta’ y la 515 (la de menor cantidad de harina de pataxte) como ‘Me disgusta ligeramente’.

Asimismo, al comparar la muestra patrón (solo con harina de trigo) con las galletas formuladas con la mezcla de harinas, se obtienen los siguientes resultados (ver apéndice No. 5: tabulación de datos de la comparación múltiple del primer panel piloto de evaluación sensorial, página No. 75):

Tabla No. 17. Valores obtenidos de la comparación múltiple de galletas con trigo y pataxte vs galletas de trigo del primer panel piloto

Calidad respecto a la muestra patrón	Muestra 188	Muestra 247	Muestra 515
		%	
Mayor	72	60	36
Menor	28	41	64
Total	100	100	100

Fuente: elaboración propia, 2018.

De la misma forma, que cuando se realizó la evaluación entre formulaciones con harina de trigo y harina de semillas de pataxte, la calificación fue mayor cuando el contenido de harina de pataxte era mayor (al menos en los atributos de olor, sabor y textura). sin embargo, al comparar éstas con la muestra patrón (solo trigo), se observa que no todas las muestras tienen una calidad mayor, aunque las muestras 188 y 247, fueron calificadas como ‘calidad mayor al patrón’ por el 72% y 60% del panel, respectivamente. Ver detalles en el apéndice No. 5, página 70.

11.2.2. Segundo panel piloto de evaluación sensorial (estandarización)

El segundo panel piloto de evaluación sensorial utilizó para confrontar los datos del primero, y de esa manera, evaluar la reproducibilidad de la respuesta de los panelistas respecto a las muestras de galletas formuladas con harina de trigo y harina de semillas de pataxte, y las que solamente fueron formuladas con harina de trigo.

A continuación, se presenta la tabla No. 18, donde se puede observar el factor calculado y el tabulado; puesto que, el factor calculado es mayor al tabulado en los cuatro atributos evaluados (color, olor, sabor y textura) en las tres formulaciones propuestas, se concluye que existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos (formulaciones). Ver en el apéndice No. 6: tabulación de datos del segundo panel piloto de evaluación sensorial, página No. 72.

Tabla No. 18. Valores del análisis de varianza del segundo panel piloto de evaluación sensorial a galletas de trigo y harina de semillas de pataxte

Atributo	Factor calculado	Factor tabulado	Conclusión
Color	4,545	3,124	Existe diferencia estadísticamente significativa.
Olor	5,497	3,124	
Sabor	4,880	3,124	
Textura (Crujencia)	4,420	3,124	

Fuente: elaboración propia, 2018.

Puesto que se conoce que existe diferencia estadísticamente significativa entre las formulaciones evaluadas en todos sus atributos, es necesario comprobar si entre cada uno de los atributos hay diferencia estadísticamente significativa entre la muestra mejor ponderada y los dos restantes; para ello se utilizó, al igual que en el primer panel, la prueba comparativa de Tukey, de esta forma se pudo determinar si, en efecto, se reproducen los datos del primer panel piloto. El primer atributo evaluado fue el color.

Tabla No. 19. Media ponderada para el atributo color de las tres formulaciones de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte en el segundo panel piloto

Código de muestra	Media	Calificación
188	4,92	Ni me gusta ni me disgusta
247	5,72	Me gusta ligeramente
515	5,00	Me gusta ligeramente

Fuente: elaboración propia, 2018.

En efecto, los datos obtenidos demuestran que existe reproducibilidad de los datos, existiendo una diferencia nula respecto al primer panel piloto. Al igual que en el primer panel la muestra 247, representa la mejor media ponderada, aunque comparte la calificación de ‘Me gusta ligeramente’ con la muestra 515. Por lo tanto, es necesario utilizar la prueba de Tukey para determinar si existe diferencia estadísticamente significativa entre la muestra 247 (mejor media ponderada) y las otras dos (188 y 515). A continuación, se muestran las comparaciones de medias basado en la prueba de Tukey:

Tabla No. 20. Valores de la prueba de Tukey para el atributo color del segundo panel piloto

HSD	(247 – 188)	(247 – 515)	Conclusión
0,69	0,8	0,72	Existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos

Fuente: elaboración propia, 2018.

El segundo atributo evaluado fue el olor. A continuación, se muestran las medias de las puntuaciones obtenidas de las tres muestras presentadas a los panelistas.

Tabla No. 21. Media ponderada para el atributo olor de las tres formulaciones de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte en el segundo panel piloto

Código de muestra	Media	Calificación
188	5,84	Me gusta ligeramente
247	5,04	Me gusta ligeramente
515	4,84	Ni me gusta ni me disgusta

Fuente: elaboración propia, 2018.

Se observó la misma tendencia del primer panel: a mayor cantidad de harina de pataxte, mayor calificación obtuvieron las muestras. Sin embargo, hubo un incremento en la calificación de la muestra 247 y ascendió a la calificación de ‘Ni me gusta ni me disgusta’ a ‘Me gusta ligeramente’.

Al medir las diferencias de las medias por medio de la prueba de Tukey, se obtuvo que sí existe diferencia estadísticamente significativa entre la 188 (mejor media ponderada) y las dos restantes (247 y 515).

Tabla No. 22. Valores de la prueba de Tukey para el atributo olor del segundo panel piloto

HSD	(188 – 247)	(188 – 515)	Conclusión
0,758	0,80	1,00	Existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos

Fuente: elaboración propia, 2018.

El atributo sabor, arroja las siguientes medias obtenidas de las puntuaciones de los panelistas a las tres muestras presentadas:

Tabla No. 23. Media ponderada para el atributo sabor de las tres formulaciones de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte en el segundo panel piloto

Código de muestra	Media	Calificación
188	5,80	Me gusta ligeramente
247	5,12	Me gusta ligeramente
515	5,00	Me gusta ligeramente

Fuente: elaboración propia, 2018.

A diferencia del primer panel piloto, en donde las muestras 247 y 515 se encontraban en la calificación de ‘Ni me gusta ni me disgusta’, en el segundo panel las tres muestras se encuentran calificadas en ‘Me gusta ligeramente’.

De acuerdo a la prueba de Tukey, la diferencia entre la muestra con mejor media ponderada (188) y las dos restantes (247 y 515), es estadísticamente significativa.

Tabla No. 24. Valores de la prueba de Tukey para el atributo sabor del segundo panel piloto

HSD	(188 – 247)	(188 – 515)	Conclusión
0,656	0,68	0,80	Existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos

Fuente: elaboración propia, 2018.

Al evaluar el atributo de textura, se pudo observar que existe la misma tendencia respecto al primer panel. A continuación, se muestran las medias obtenidas de las puntuaciones de los panelistas a las tres muestras presentadas.

Tabla No. 25. Media ponderada para el atributo textura de las tres formulaciones de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte en el segundo panel piloto

Código de muestra	Media	Calificación
188	5,72	Me gusta ligeramente
247	4,88	Ni me gusta ni me disgusta
515	4,80	Ni me gusta ni me disgusta

Fuente: elaboración propia, 2018.

De acuerdo a los datos obtenidos del segundo panel piloto, se puede observar que la muestra 515, que en el primer panel fue calificada como ‘Me disgusta ligeramente’, mejoró y en este segundo panel se calificó como ‘Me gusta ligeramente’. Las diferencias entre las medias son estadísticamente significativas entre la muestra con mejor media ponderada y las dos restantes, esto basado en la prueba de Tukey. A continuación, se muestran los resultados de dicha prueba:

Tabla No. 26. Valores de la prueba de Tukey para el atributo sabor del segundo panel piloto

HSD	(188 – 247)	(188 – 515)	Conclusión
0,814	0,84	0,92	Existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos

Fuente: elaboración propia, 2018.

De igual forma, al comparar la muestra patrón (solo con harina de trigo) con las galletas formuladas con la mezcla de harinas, se obtuvieron los siguientes resultados (ver apéndice No. 7: tabulación de datos de la comparación múltiple del segundo panel piloto de evaluación sensorial, página No. 76):

Tabla No. 27. Valores obtenidos de la comparación múltiple de galletas con trigo y pataxte vs galletas de trigo del segundo panel piloto

Calidad respecto a la muestra patrón	Muestra 188	Muestra 247	Muestra 515
		%	
Mayor	76	68	52
Menor	16	28	36
Sin diferencia	8	4	12
Total	100	100	100

Fuente: elaboración propia, 2018.

Al igual que en los atributos en general, cada muestra obtuvo mejores calificaciones que en el primer panel piloto. Comparando las formulaciones con harina de pataxte y la que carece de ésta, se sigue manteniendo la tendencia, donde a mayor cantidad de esta harina mayor es la calificación que las galletas reciben.

La única galleta que se mantiene en sus cuatro atributos, es la codificada 188. A diferencia de las demás muestras (247 y 515) donde las respuestas del panel piloto variaron de un panel a otro. A continuación, los valores para el atributo sabor, en el cual se invierten los resultados del primer panel:

Tabla No. 28. Comparación entre medias ponderadas del atributo sabor del primer y segundo panel piloto

Muestra	Media primer panel	Media segundo panel
188	5,44	5,80
247	4,40	5,12
515	4,60	5,00

Fuente: elaboración propia, 2018.

El aumento o disminución de las puntuaciones de los atributos de los dos paneles piloto de evaluación se vio influenciado por el criterio heterogéneo de los participantes, y pudieron estar influenciados por:

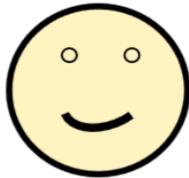
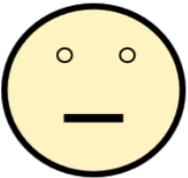
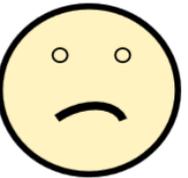
- La hora en que se realizaron los paneles piloto. Según (Pena, 2001): “la mejor hora para realizar una evaluación sensorial es entre 10:00 y 11:30 horas, donde parece haber mayor frescura mental”. Sin embargo, a esa hora no se hubiese podido contar con los panelistas necesarios para realizar la evaluación.
- El estado de ánimo de los panelistas, ya que si no se encuentran psicológicamente bien. no apreciarán correctamente las características sensoriales.
- El tipo de prueba utilizada. Se utilizó una prueba subjetiva, por eso mismo la calificación puede variar de un panelista a otro. En este tipo de pruebas no existe una escala objetiva de medición.
- Falta de experiencia y entrenamiento. La mayoría de los panelistas sostenían sus primeras pruebas sensoriales.

11.3. Determinación de la aceptabilidad por medio de panel de consumidores

La aceptabilidad fue determinada por un panel conformado por 187 niños de la Escuela Rural Las Margaritas, Jornada Vespertina, ubicada en la Aldea Las Margaritas de San Antonio Suchitepéquez.

Dado que la muestra estándar fue la 188, misma que contiene la mayor cantidad de pataxte, fue la que se sometió al panel de aceptabilidad. Y para ello se utilizó una escala hedónica facial, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla No. 29. Resultados del panel de aceptabilidad de la formulación de galletas estándar de harina de trigo y harina de semillas de pataxte

				
Me gusta mucho	Me gusta poco	Ni me gusta ni me disgusta	Me disgusta poco	Me disgusta mucho
139 (74,33%)	23 (12,30%)	-	25 (13,37%)	-

Fuente: elaboración propia, 2018.

La galleta estándar tuvo una aceptación del 86,63% de la población estudiantil de dicha escuela y solamente a un 13,37% no gustó.

Según (De León, 2017), los productos que se usan como base para la inserción de otras materias primas deben ser de consumo popular y de acuerdo a la edad en la que se encuentre el mercado objetivo. Las galletas por su naturaleza han sido elegidas en los programas de alimentación escolar, pues, es un producto llamativo para los niños.

Según (Arriaga, 2007), en sus formulaciones de chocolate, cuando mayor era la cantidad de cacao que sustituía por pataxte, el sabor se veía afectado y era menos aceptado. En el caso de las galletas no es así, por lo tanto, la inserción de la harina de semillas de pataxte en una galleta es bien aceptada por la población objetivo determinada para los fines de esta investigación y, además, esta sustitución hace que las características nutricionales como el contenido de proteína, fibra, cenizas y grasa aumenten.

11.4. Análisis químico proximal en galletas formuladas con harina de trigo y harina de semillas de pataxte, galletas testigo de trigo y harina de semillas de pataxte

Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Dichos resultados sirvieron para realizar la comparación en el contenido de proteínas de las galletas formuladas con la mezcla de harinas y la galleta testigo de trigo, la harina de semillas de pataxte fue analizada para ofrecer información acerca de esta.

11.4.1. Harina de semillas de pataxte

De acuerdo al análisis químico proximal (ver anexo No. 3, página No. 59), la harina de semillas de pataxte está compuesta por:

Tabla No. 30. Composición químico proximal de la harina de semillas de pataxte

Compuesto	Porcentaje (%)
Extracto etéreo	36,16
Fibra cruda	28,58
Proteína cruda	19,20
Cenizas	3,67

Fuente: Laboratorio de bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, USAC, 2018.

La harina de semillas de pataxte posee una cantidad considerable de proteína, alcanzando el 19,20%. Según (Azurdia, 2016), las semillas de pataxte contienen todos los aminoácidos esenciales, siendo el aminoácido limitante el triptófano, y representa un nivel de digestibilidad del 87% respecto a la caseína de la leche (95).

Según (Arriaga, 2007), la grasa de las semillas de pataxte contienen 4 ácidos grasos, entre ellos dos saturados y dos insaturados, de los cuales, estos últimos representan el 48,73% de la grasa total. En cuanto a la fibra y cenizas, se desconoce cómo estén compuestas, aunque las cantidades que arrojó el análisis químico proximal son de interés.

Esto ubica a la harina de semillas de pataxte como una materia prima de interés para ser utilizada en la alimentación de niños y también de adultos. En este caso, teóricamente, al mezclarse con harina de trigo para la elaboración de galletas, se logra obtener una proteína de buena calidad biológica (digestibilidad y escore).

11.4.2. Galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte vs galletas testigo de trigo

De acuerdo al análisis químico proximal (ver anexo No. 3, página No. 59 y 60), las galletas están compuestas por:

Tabla No. 31. Composición químico proximal de galletas formuladas con harina de trigo y harina de pataxte, y galletas testigo de trigo

Compuesto	Muestra testigo	Muestra 188	Muestra 247	Muestra 515	%				
Extracto etéreo	15,08	24,22	21,06	18,86					
Fibra cruda	6,92	17,88	14,70	12,25					
Proteína cruda	10,79	12,52	12,37	11,61					
Cenizas	1,30	1,90	1,55	1,42					

Fuente: Laboratorio de bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, USAC, 2018.

Dado que las galletas formuladas con las mezclas de harinas de trigo y harina de semillas de pataxte contienen mayor cantidad de proteína que la galleta formulada solo con harina de trigo, se recomienda llevar a cabo la producción de este y otros alimentos para fines de alimentación escolar en zonas de alta prevalencia de desnutrición, principalmente porque fue la formulación con mayor proporción de harina de trigo y harina de semillas de pataxte la que fue presentó mejores características sensoriales, según el panel piloto y, a la vez, fue aceptada por la mayoría del panel de niños en edad escolar primaria del área rural de San Antonio, Suchitepéquez.

El contenido de proteína en las galletas formuladas con la mezcla de harinas de trigo y de semillas de pataxte, fue directamente proporcional al contenido o relación de harina de semillas de pataxte que se planteó en las formulaciones. De tal manera, la galleta estándar con código 188 (50:50 trigo pataxte) contiene 12,57% de proteína, y de acuerdo a las Recomendaciones dietéticas diarias del -INCAP- para niños en edad escolar de 7 a 12 años (ver anexo No. 4, página No. 61), la galleta estándar cumple con los siguientes porcentajes del requerimiento diario de proteína:

Tabla No. 32. Requerimiento diario de proteína cubierto por la formulación estándar de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte, por 100 gramos de porción comestible

Edad	Peso promedio (Kg)		Requerimiento proteínico cubierto (%)	
	Niños	Niñas	Niños	Niñas
7 – 7,9	22,58	21,87	74,92	77,36
8 – 8,9	25,01	24,57	66,75	67,94
9 – 9,9	27,57	27,56	60,55	60,57
10 – 11,9	32	33	52,17	51,27
12 – 13,9	41	42	41,26	41,40

Fuente: (Menchú, Torún, & Elías, 2012)

La sustitución parcial de la harina de trigo por harina de pataxte en la elaboración de galletas, además de aumentar el contenido de proteína, también aumenta el contenido de grasa, fibra y cenizas, comparado con una galleta de trigo solamente.

12. Conclusiones

- 12.1.** Se acepta la hipótesis planteada para las galletas formuladas con mezcla de harina de trigo y harina de semillas de pataxte con código No. 188 y 247, ya que, presentaron un aumento mayor a 1% de proteína, 1,73% y 1,58% de proteína respectivamente, comparado con la muestra testigo de trigo.
- 12.2.** Se rechaza la hipótesis planteada para las galletas formuladas con mezcla de harina de trigo y harina de semillas de pataxte con código No. 515, ya que, presentaron un aumento menor a 1% de proteína, 0,82% de proteína comparado con la muestra testigo de trigo.
- 12.3.** Al comparar, cuantitativamente, las galletas formuladas a partir de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de semillas de pataxte y la formulación testigo de trigo, las primeras obtuvieron mejores contenidos de proteína; cualitativamente, se asume que la proteína de la harina de trigo y la harina de semillas de pataxte, se complementó, obteniendo una proteína con todos los aminoácidos esenciales.
- 12.4.** La estandarización del proceso de producción de galletas de trigo y de trigo y harina de semillas de pataxte, permitió establecer las condiciones óptimas para el procesamiento de lotes de producción de un kilogramo de galletas con un peso de (12 – 15) g y dimensiones de (3,5 * 3,5 * 0,5) cm, bajo un tratamiento térmico ideal a 180 °C durante 25 minutos e identificando variaciones en el tiempo de mezclado, directamente proporcional a la cantidad de harina de semillas de pataxte presente.
- 12.5.** De acuerdo a la percepción de los panelistas, la formulación sensorialmente estándar fue la 188 (50:50 trigo pataxte), la cual presentó mejores características sensoriales en los atributos olor, sabor y textura (crujencia).
- 12.6.** De acuerdo a la percepción de los niños que conformaron el panel de consumidores, la galleta estándar (muestra 188) fue aceptada por el 86,63% de éstos. El 74,33% respondió ‘Me gusta mucho’ y el 12,30% ‘Me gusta poco’, contrastados con un 13,37% que respondió ‘Me disgusta poco’.
- 12.7.** Se determinó por medio de análisis químico proximal que las muestras No. 188, 247, 515 y la muestra testigo, contienen 12,52%, 12,37%, 11,61% y 10,79% de proteína, respectivamente.

13. Recomendaciones

- 13.1.** Utilizar la harina de semillas de pataxte como fuente de proteína y fibra, en la elaboración de otros productos de panificación o bebidas calientes como los atoles, ya que, estas contienen 19,20% y 28,58% de proteína y fibra, respectivamente.
- 13.2.** Para lotes de producción de galletas de mayor volumen, con diferentes dimensiones y pesos, validar las condiciones de procesamiento (tiempo y temperatura).
- 13.3.** Determinar la calidad biológica de la proteína (digestibilidad y escore) de las galletas formuladas con la mezcla de harinas de trigo y harina de semillas de pataxte por medio de pruebas *in vivo* con animales de experimentación.
- 13.4.** Evaluar la adición de colorantes alimentario para mejorar el atributo color en las formulaciones de galletas con la mezcla de harinas de semilla de trigo y harina de semillas de pataxte, ya que, conforme a mayor cantidad de harina de pataxte fue sustituida en la formulación testigo, la aceptación era menor.
- 13.5.** Determinar la vida útil de las galletas formuladas con la mezcla de harinas de trigo y harina de semillas de pataxte con fines de comercialización.
- 13.6.** Someter a panel de consumidores conformado por personas adultas las galletas formuladas con la mezcla de harinas de trigo y harina de semillas de pataxte para determinar la factibilidad de comercialización.

14. Referencias

- 14.1. Arana, J. A. (2012). *Propuesta de mejora del sistema de aseguramiento de calidad de una empresa productora de harina de trigo*. Guatemala.
- 14.2. Arriaga, C. L. (2007). *Contenido de ácidos grasos de la manteca proveniente de mezclas, en distintas fracciones, de semillas de Theobroma cacao y Theobroma bicolor y su uso en la manufactura de chocolate*. Guatemala.
- 14.3. Azurdia, C. (2016). *Plantas Mesoamericanas subutilizadas en la alimentación humana: una revisión del pasado hacia un revisión actual*. Guatemala.
- 14.4. Baptista, E. D. (2012). *Los ingredientes en el pan*. Recuperado el 20 de octubre de 2018 de www.lachefpanadera.com/2012/10/los-ingredientes-en-el-pan-las-grasas
- 14.5. AOAC Internacional (2008). *¿Qué es AOAC y cuáles son sus funciones?*. Recuperado el 03 de noviembre de 2017 de <http://www.aoa-latina.com.ar>
- 14.6. Charley, H. (1987). *Tecnología de alimentos: operaciones unitarias en la industria alimentaria*. México: Editorial Limusa.
- 14.7. De León, L. (1995). *La galleta escolar nutricionalmente mejorada*. Recuperado el 01 de octubre de 2017 de <http://www.incap.org.gt>
- 14.8. Estrada, C. (2008). *Determinación de la aceptabilidad de galletas para niños en edad escolar elaboradas a partir de harina de semilla de pan (Artocarpus altilis) en el municipio de San Lorenzo del departamento de Suchitepéquez*. Guatemala: Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- 14.9. Furlan, A., & Bressani, R. (1999). *Recursos vegetales con potencial de explotación agroindustrial de Guatemala. Caracterización química de la pulpa y la semilla de Theobroma bicolor*. Sociedad Latinoamericana de Nutrición. Archivos latinoamericanos de nutrición. Universidad del Valle de Guatemala.
- 14.10. Gálvez, L., Reyes, C., Mendoza-López, A., & Díaz Fuentes, V. (2016). *Pataxte (Theobroma bicolor), especie subutilizada en México. Agroproductividad*, 41-47.

- 14.11. Hernández Alarcón, E. (2005). *Evaluación sensorial*. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia -UNAD-.
- 14.12. INCAP (2001). *Los alimentos nutricionalmente mejorados; una alternativa diferente para los programas de alimentación complementaria*. Guatemala.
- 14.13. INCAP (2001). *Análisis sensorial, herramienta básica en el control de la calidad de productos alimenticios*. Guatemala.
- 14.14. INCAP (2007). *Tabla de composición de alimentos*. Guatemala
- 14.15. Marina, L. (2011). *Calidad sensorial*. Recuperado el 04 de octubre de 2017 de <http://calidadsensorial.blogspot.com/los-metodos-en-la-evaluacion-sensorial>
- 14.16. Menchú, M., Torún, B., & Elías, L. (2012). *Recomendaciones dietéticas diarias del INCAP*. Guatemala: INCAP.
- 14.17. Otzoy, M. R. (2012). *Evaluación de la variabilidad y preservación de parientes silvestres de cacao (*Theobroma bicolor*) y (*Theobroma angustifolium*) provenientes de la región suroccidental de Guatemala*. Guatemala: SENACYT
- 14.18. Pena, E. W. (2001). *Evaluación sensorial, una metodología actual para tecnología de alimentos*.
- 14.19. Sweeney, D., Williams, T., & Anderson, D. (2008). *Estadística para administración y economía* (10 ed.). Ciudad de México: Cengage Learning.
- 14.20. Watts, B., Ylimaki, G., Jeffery, L., & Elías, L. (s.f.). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*.


Vo.Bo. M.Sc. Ana Teresa de González
Bibliotecaria CUNSUROC



15. Anexos

15.1. Anexo No. 1: tabla de valores para la distribución de Fisher para un nivel de significancia de 0,05

En las columnas se encuentran los grados de libertad del numerador.

En las filas se encuentran los grados de libertad del denominador.

Gl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15	20
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.62	4.56
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.94	3.87
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.51	3.44
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.22	3.15
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.01	2.94
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.85	2.77
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.72	2.65
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.62	2.54
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.53	2.46
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.46	2.39
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48	2.40	2.33
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42	2.35	2.28
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38	2.31	2.23
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.27	2.19
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31	2.23	2.16
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28	2.20	2.12
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.18	2.10
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23	2.15	2.07
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.24	2.20	2.13	2.05
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.22	2.18	2.11	2.03
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.09	2.01
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.07	1.99
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.17	2.13	2.06	1.97
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12	2.04	1.96
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.14	2.10	2.03	1.94
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.13	2.09	2.01	1.93
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.04	2.00	1.92	1.86
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.95	1.92	1.84	1.75
70	3.98	3.13	2.74	2.50	2.35	2.23	2.14	2.07	2.02	1.97	1.93	1.89	1.84	1.79
80	3.96	3.11	2.72	2.49	2.33	2.21	2.13	2.06	2.00	1.95	1.91	1.88	1.82	1.77
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.91	1.87	1.83	1.75	1.66

Fuente: (Sweeney, Williams, & Anderson, 2008)

15.2. Anexo No. 2: tabla de valores para la distribución de Tukey con un nivel de significancia de 0,05

gl	Número de condiciones de la variable independiente									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	17,970	36,980	32,820	37,080	40,410	43,120	45,400	47,360	49,070	50,600
2	6,085	8,331	9,798	10,880	11,732	12,436	13,026	13,539	13,989	14,392
3	4,501	5,910	6,825	7,502	8,037	8,478	8,853	9,177	9,462	9,714
4	3,927	5,040	5,757	6,287	6,707	7,053	7,347	7,602	7,826	8,026
5	3,635	4,602	5,218	5,673	6,033	6,330	6,582	6,802	6,995	7,167
6	3,461	4,339	4,896	5,305	5,628	5,895	6,122	6,319	6,493	6,648
7	3,344	4,165	4,681	5,060	5,359	5,606	5,815	5,998	6,158	6,301
8	3,261	4,041	4,529	4,886	5,167	5,399	5,597	5,767	5,918	6,053
9	3,199	3,949	4,415	4,756	5,024	5,244	5,432	5,595	5,739	5,866
10	3,151	3,877	4,327	4,654	4,912	5,124	5,305	5,461	5,599	5,721
11	3,113	3,820	4,256	4,574	4,823	5,028	5,202	5,353	5,487	5,605
12	3,082	3,773	4,199	4,508	4,751	4,950	5,119	5,265	5,395	5,510
13	3,055	3,735	4,151	4,453	4,690	4,885	5,049	5,192	5,318	5,431
14	3,033	3,702	4,111	4,407	4,639	4,829	4,990	5,131	5,254	5,363
15	3,014	3,674	4,076	4,367	4,595	4,782	4,940	5,077	5,198	5,306
16	2,998	3,649	4,046	4,333	4,557	4,741	4,897	5,031	5,150	5,256
17	2,984	3,628	4,020	4,303	4,524	4,705	4,858	4,991	5,108	5,212
18	2,971	3,609	3,997	4,277	4,495	4,673	4,824	4,956	5,071	5,173
19	2,960	3,593	3,977	4,253	4,469	4,645	4,794	4,924	5,038	5,139
20	2,950	3,578	3,958	4,232	4,445	4,620	4,768	4,896	5,008	5,108
24	2,919	3,532	3,901	4,166	4,373	4,541	4,684	4,807	4,915	5,011
30	2,888	3,486	3,845	4,102	4,302	4,464	4,602	4,720	4,824	4,917
40	2,858	3,442	3,791	4,039	4,232	4,389	4,521	4,635	4,735	4,824
60	2,829	3,399	3,737	3,977	4,163	4,314	4,441	4,550	4,646	4,731
100	2,806	3,364	3,695	3,929	4,109	4,255	4,378	4,484	4,577	4,659
120	2,800	3,356	3,684	3,917	4,096	4,241	4,363	4,467	4,559	4,641
1000	2,771	3,313	3,632	3,857	4,029	4,169	4,285	4,386	4,473	4,551
∞	2,772	3,314	3,633	3,858	4,030	4,170	4,286	4,387	4,474	4,552

Fuente: (Sweeney, Williams, & Anderson, 2008)

15.3. Anexo No. 3: informe de análisis químico proximal

Resultados de análisis químico proximal a harina de semillas de pataxte, galleta testigo de trigo y galletas de trigo y pataxte (muestra 188 y 247)



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

Solicitado por:

ERIKSON DE LEÓN.

Dirección

CIUDAD, GUATEMALA.

No. 553

Fecha de recibida la muestra:

23-10-2018.

Fecha de realización:

DEL 29 AL 31- 10-2018.



Edificio M6, 2° Nivel, Ciudad I
Ciudad de Guatemala
Telefax: 24188307 Teléfono
E-mail: bromato2000@yahoo

FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA CRUDA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D %	Lignina %	Dig. Pepsina %	PH	TND %	E.B. Kcal/Kg
759	HARINA DE SEMILLA DE PATAXTE	SECA	13.24	86.76	40.53	32.95	22.20	4.23	0.10	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	35.16	28.58	19.26	3.67	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
760	GALLETA DE TRIGO	SECA	17.08	82.92	18.13	8.34	13.01	1.57	58.95	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	15.03	6.92	10.79	1.30	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
761	GALLETA DE TRIGO Y PATAXTE 50:50 (188)	SECA	15.66	84.34	28.72	21.20	14.84	2.25	32.98	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	24.22	17.88	12.52	1.90	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
762	GALLETA DE TRIGO Y PATAXTE 70:30 (247)	SECA	17.35	82.65	25.49	17.89	14.96	1.87	39.79	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	21.06	14.79	12.37	1.55	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

OBSERVACIONES:

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

TOTAL DE MUESTRAS REPORTADAS EN ESTA HOJA 4

T. L. Hans A. Moya R.
Laboratorista

Resultados 2018/553-
31/10/18

Lic. Miguel Ángel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología



Fuente: Laboratorio de bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, USAC, 2018.

Resultados de análisis químico proximal a galletas de trigo y pataxte (muestra 515)



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

Fecha de recibida la muestra:

FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

ERIKSON DE LEÓN.

Dirección

CIUDAD, GUATEMALA.

No. 554

23-10-2018.

Fecha de realización:

DEL 29 AL 31- 10-2018.



Edificio M6, 2° Nivel, Ciudad Uni
Ciudad de Guatemala
Telefax: 24188307 Teléfono: 2
E-mail: bromato2000@yahoo.es

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA CRUDA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D %	Lignina %	Dig. Pepsina %	PH	TND %	E.B. Kcal/Kg
763	GALLETA DE TRIGO Y PATAXTE 80:20 (515)	SECA	16.31	83.69	22.53	14.64	13.87	1.69	47.27	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	18.86	12.25	11.61	1.42	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
---	-----	SECA	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO																
		SECA																
		COMO ALIMENTO																
		SECA																
		COMO ALIMENTO																

OBSERVACIONES:

Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Sé prohíbe la producción parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.

TOTAL DE MUESTRAS REPORTADAS EN ESTA HOJA 1

T. L. Hans A. Moya R.
Laboratorista

Resultados 2018/554
31/10/18

Lic. Miguel Ángel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología



Fuente: Laboratorio de bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, USAC, 2018.

15.4. Anexo No. 4: recomendaciones dietéticas diarias del INCAP (proteína) para niños y niñas de 7 a 12 años de edad

Tabla No. 33. Requerimiento diario de proteína en niños en edad de 7 a 12 años

Edad (años)	Peso (Kg)	Requerimiento promedio (g/Kg/día)
Niños		
7 – 7,9	22,58	0,74
8 – 8,9	25,01	0,75
9 – 9,9	27,57	0,75
10 – 11,9	32	0,75
12 – 13,9	41	0,74
Niñas		
7 – 7,9	21,87	0,74
8 – 8,9	24,57	0,75
9 – 9,9	27,56	0,75
10 – 11,9	33	0,74
12 – 13,9	42	0,72

Fuente: (Menchú, Torún, & Elías, 2012)

16. Apéndice

16.1. Apéndice No. 1: boleta de escala hedónica verbal para estandarización de la fórmula

Boleta de evaluación sensorial de galletas formuladas con harina de trigo y harina de semillas de pataxte

Boleta No. _____

Fecha: _____ Hora: _____

Instrucciones: a continuación, se le presentan tres muestras de galletas formuladas con harina de trigo y harina de semillas de pataxte, las cuales debe evaluar y calificar de acuerdo a su percepción, marcándola con una "X". Debe beber agua previa a degustar alguna muestra.

Color

Apreciación	188	247	515
Me gusta extremadamente			
Me gusta mucho			
Me gusta ligeramente			
Ni me gusta ni me disgusta			
Me disgusta ligeramente			
Me disgusta mucho			
Me disgusta extremadamente			

Observaciones: _____

Olor

Apreciación	188	247	515
Me gusta extremadamente			
Me gusta mucho			
Me gusta ligeramente			
Ni me gusta ni me disgusta			
Me disgusta ligeramente			
Me disgusta mucho			
Me disgusta extremadamente			

Observaciones: _____

Sabor

Apreciación	188	247	515
Me gusta extremadamente			
Me gusta mucho			
Me gusta ligeramente			
Ni me gusta ni me disgusta			
Me disgusta ligeramente			
Me disgusta mucho			
Me disgusta extremadamente			

Observaciones: _____

Textura (crujencia)

Apreciación	188	247	515
Me gusta extremadamente			
Me gusta mucho			
Me gusta ligeramente			
Ni me gusta ni me disgusta			
Me disgusta ligeramente			
Me disgusta mucho			
Me disgusta extremadamente			

Observaciones: _____

16.2. Apéndice No. 2: boleta de evaluación sensorial para la comparación múltiple

**Boleta para la comparación entre galletas de trigo y galletas de harina de trigo y
harina de semillas de pataxte.**

Boleta No. _____

Instrucciones: sírvase degustar la muestra patrón (K) y enseguida las muestras problema:
188, 247 y 515.

Estas muestras pueden o no ser diferentes del patrón. Califique para cada muestra la
diferencia según la escala siguiente:

Escala	Puntaje
No hay diferencia	0
Hay diferencia muy leve	1
Hay diferencia leve	2
Hay diferencia moderada	3
Hay diferencia grande	4
Hay diferencia extremadamente grande	5

Por favor, informe además sobre el grado de diferencia con el estándar, respecto del olor,
sabor, etc. Por ejemplo, señale con +, ++, +++, -, --, ---, más fuerte a más débil. Indique
además si la calidad es superior, igual o inferior al estándar.

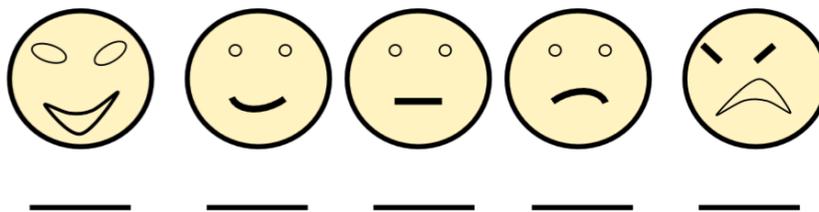
Muestra No.	Grado de diferencia	Calidad respecto al estándar	Puntaje
188			
247			
515			

16.3. Apéndice No. 3: boleta de escala hedónica facial utilizada para determinar la aceptación en niños de edad escolar primaria.

Boleta para la determinación de aceptabilidad de las galletas formuladas con harina de trigo y harina de semillas de pataxte

Boleta No. _____

Instrucciones: marque con una “ X “ abajo de la cara que usted pondría al probar la galleta.



16.4. Apéndice No. 4: tabulación de datos del primer panel piloto de evaluación sensorial

Tabla No. 34. Puntuaciones obtenidas en el primer panel piloto para el atributo color de las tres formulaciones de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte

Panelista No.	Color		
	188	247	515
1	6	7	6
2	5	6	3
3	6	6	6
4	6	7	5
5	6	6	5
6	5	6	6
7	3	6	5
8	4	6	7
9	4	6	5
10	5	6	5
11	6	5	7
12	5	6	5
13	6	5	3
14	3	5	6
15	5	6	3
16	5	5	6
17	4	5	3
18	3	6	4
19	5	5	5
20	5	5	5
21	2	6	5
22	5	6	5
23	5	6	4
24	5	7	6
25	3	4	6
Media	4,68	5,76	5,04

Fuente: elaboración propia, 2018.

Tabla No. 35. Puntuaciones obtenidas en el primer panel piloto para el atributo olor de las tres formulaciones de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte

Panelista No.	Olor		
	188	247	515
1	5	5	4
2	5	6	3
3	5	6	5
4	6	7	5
5	6	6	5
6	7	5	6
7	6	2	3
8	5	6	7
9	6	5	4
10	5	5	5
11	6	7	5
12	7	5	4
13	5	4	4
14	5	6	6
15	6	5	3
16	5	5	6
17	5	4	4
18	6	6	5
19	6	6	6
20	5	3	4
21	6	2	3
22	6	5	5
23	5	2	4
24	7	4	5
25	6	6	4
Media	5,68	4,92	4,6

Fuente: elaboración propia, 2018.

Tabla No. 36. Puntuaciones obtenidas en el primer panel piloto para el atributo sabor de las tres formulaciones de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte

Panelista No.	Sabor		
	188	247	515
1	5	5	7
2	6	5	2
3	6	6	6
4	6	7	3
5	5	5	4
6	6	2	3
7	6	5	3
8	5	6	5
9	7	5	6
10	4	5	6
11	6	7	6
12	6	3	5
13	6	5	4
14	5	2	5
15	6	5	5
16	5	5	4
17	5	3	5
18	5	3	5
19	5	5	3
20	4	3	4
21	7	3	6
22	6	4	6
23	5	2	4
24	5	6	5
25	4	3	3
Media	5,44	4,4	4,6

Fuente: elaboración propia, 2018.

Tabla No. 37. Puntuaciones obtenidas en el primer panel piloto para el atributo textura (crujencia) de las tres formulaciones de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte

Panelista No.	Textura		
	188	247	515
1	6	6	5
2	6	5	3
3	5	4	6
4	5	5	3
5	5	4	3
6	4	3	4
7	5	4	5
8	5	6	6
9	7	5	6
10	5	5	5
11	7	5	6
12	7	3	5
13	6	5	5
14	5	3	5
15	6	2	5
16	5	3	5
17	4	1	4
18	5	4	5
19	5	6	3
20	5	3	3
21	6	1	5
22	5	3	5
23	6	4	4
24	6	3	5
25	5	4	6
Media	5,44	3,88	4,68

Fuente: elaboración propia, 2018.

16.5. Apéndice No. 5: tabulación de datos de la comparación múltiple del primer panel piloto de evaluación sensorial

Tabla No. 38. Puntuaciones obtenidas de la comparación entre galletas formuladas con la mezcla de harina de trigo y pataxte vs galleta de trigo

Panelista No.	188		247		515	
	Puntaje	Calidad respecto al patrón	Puntaje	Calidad respecto al patrón	Puntaje	Calidad respecto al patrón
1	1	+	2	+	3	+
2	3	+	2	+	1	+
3	1	+	2	-	4	-
4	2	+	3	+	3	-
5	2	-	3	-	4	-
6	1	+	2	+	3	+
7	1	+	2	-	3	-
8	2	+	3	+	2	-
9	3	-	4	+	2	-
10	3	+	2	+	1	+
11	1	+	3	+	2	+
12	2	-	3	-	4	-
13	2	+	4	+	3	-
14	1	+	2	-	4	-
15	3	+	2	+	1	-
16	4	-	2	-	1	-
17	2	-	2	+	3	+
18	2	+	3	-	3	-
19	3	+	2	+	1	-
20	1	+	3	+	2	-
21	3	-	2	-	2	+
22	1	+	3	-	4	-
23	3	+	2	+	3	-
24	4	-	3	-	2	+
25	2	+	3	+	2	-

Fuente: elaboración propia, 2018.

+ = calidad mayor a la muestra patrón o testigo.

- = calidad menor a la muestra patrón o testigo.

* Los puntajes responden a una escala establecida. Ver apéndice No. 2, página No. 69.

Tabla No. 39. Interpretación de datos de la comparación múltiple (calidad mayor a la muestra patrón) del primer panel piloto de evaluación sensorial

Escala	188		247		515	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
No hay diferencia	0	0	0	0	0	0
Hay diferencia muy leve	8	32	0	0	3	12
Hay diferencia leve	5	20	8	32	3	12
Hay diferencia moderada	5	20	5	20	3	12
Hay diferencia grande	0	0	2	8	0	0
Hay diferencia extremadamente grande	0	0	0	0	0	0
Total	18	72	15	60	9	36

Fuente: elaboración propia, 2018.

Tabla No. 40. Interpretación de datos de la comparación múltiple (calidad menor a la muestra patrón) del primer panel piloto de evaluación sensorial

Escala	188		247		515	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
No hay diferencia	0	0	0	0	0	0
Hay diferencia muy leve	0	0	0	0	1	4
Hay diferencia leve	3	12	5	20	5	20
Hay diferencia moderada	2	8	5	20	5	20
Hay diferencia grande	2	8	0	0	5	20
Hay diferencia extremadamente grande	0	0	0	0	0	0
Total	8	28	10	40	16	64

Fuente: elaboración propia, 2018.

16.6. Apéndice No. 6: tabulación de datos del segundo panel piloto de evaluación sensorial

Tabla No. 41. Puntuaciones obtenidas en el segundo panel piloto para el atributo color de las tres formulaciones de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte

Panelista No.	Color		
	188	247	515
1	4	6	5
2	3	6	7
3	6	6	5
4	5	6	5
5	6	7	4
6	5	5	6
7	6	4	4
8	5	6	7
9	6	5	4
10	3	7	6
11	4	7	6
12	5	6	7
13	6	6	3
14	5	6	6
15	5	5	3
16	5	6	5
17	5	5	4
18	6	6	5
19	6	6	5
20	6	5	4
21	3	6	7
22	5	6	6
23	5	5	3
24	4	5	4
25	4	5	4
Media	4,92	5,72	5

Fuente: elaboración propia, 2018.

Tabla No. 42. Puntuaciones obtenidas en el segundo panel piloto para el atributo olor de las tres formulaciones de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte

Panelista No.	Olor		
	188	247	515
1	6	4	5
2	7	7	7
3	7	4	4
4	6	6	5
5	6	6	5
6	5	5	6
7	6	5	4
8	5	6	7
9	6	6	5
10	6	7	6
11	6	7	6
12	6	6	3
13	5	5	3
14	6	3	6
15	5	4	3
16	5	6	4
17	5	4	3
18	6	5	5
19	7	4	3
20	6	4	3
21	5	3	6
22	6	6	7
23	7	5	5
24	6	5	5
25	5	3	5
Media	5,84	5,04	4,84

Fuente: elaboración propia, 2018.

Tabla No. 43. Puntuaciones obtenidas en el segundo panel piloto para el atributo sabor de las tres formulaciones de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte

Panelista No.	Sabor		
	188	247	515
1	6	4	5
2	7	7	7
3	6	5	4
4	6	6	3
5	6	7	4
6	7	3	6
7	5	4	5
8	6	6	6
9	7	5	5
10	5	7	6
11	5	7	6
12	5	6	5
13	5	5	5
14	5	3	5
15	6	6	5
16	6	4	4
17	5	4	5
18	6	4	4
19	6	5	5
20	6	4	5
21	6	5	6
22	6	7	6
23	6	5	5
24	6	5	4
25	5	4	4
Media	5,8	5,12	5

Fuente: elaboración propia, 2018.

Tabla No. 44. Puntuaciones obtenidas en el segundo panel piloto para el atributo textura (crujencia) de las tres formulaciones de galletas de harina de trigo y harina de semillas de pataxte

Panelista No.	Textura		
	188	247	515
1	5	6	5
2	6	7	6
3	7	3	4
4	6	4	5
5	5	5	6
6	6	6	2
7	6	4	3
8	7	5	6
9	7	5	6
10	6	6	6
11	5	7	7
12	6	5	5
13	5	2	2
14	5	7	6
15	5	5	6
16	4	4	5
17	5	4	3
18	6	4	3
19	7	4	4
20	6	4	5
21	5	6	4
22	6	6	7
23	6	3	4
24	6	5	4
25	5	5	6
Media	5,72	4,88	4,80

Fuente: elaboración propia, 2018.

16.7. Apéndice No. 7: tabulación de datos de la comparación múltiple del segundo panel piloto de evaluación sensorial

Tabla No. 45. Puntuaciones obtenidas de la comparación entre galletas formuladas con la mezcla de harina de trigo y pataxte vs galleta de trigo

Panelista No.	188		247		515	
	Puntaje	Calidad respecto al patrón	Puntaje	Calidad respecto al patrón	Puntaje	Calidad respecto al patrón
1	2	+	3	-	3	+
2	4	+	3	+	0	=
3	5	+	2	-	1	+
4	1	+	0	=	1	+
5	1	+	3	+	4	-
6	1	-	4	+	2	-
7	4	+	3	+	1	+
8	2	+	1	+	1	+
9	2	+	2	+	4	-
10	3	-	2	+	1	+
11	3	-	4	-	5	-
12	2	+	1	+	0	=
13	4	+	2	+	1	+
14	2	+	1	-	2	-
15	2	+	1	+	0	=
16	5	+	4	+	3	+
17	4	+	3	-	2	-
18	5	+	2	+	1	+
19	4	+	3	+	4	-
20	3	-	1	+	2	+
21	4	+	3	+	2	-
22	0	=	3	+	4	+
23	5	+	4	+	2	+
24	3	+	2	-	1	+
25	0	=	2	+	3	-

Fuente: elaboración propia, 2018.

+ = calidad mayor a la muestra patrón o testigo.

- = calidad menor a la muestra patrón o testigo.

* Los puntajes responden a una escala establecida. Ver apéndice No. 2, página No. 69.

Tabla No. 46. Interpretación de datos de la comparación múltiple (calidad mayor a la muestra patrón) del segundo panel piloto de evaluación sensorial

Escala	188		247		515	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
No hay diferencia	0	0	0	0	0	0
Hay diferencia muy leve	2	8	4	16	8	32
Hay diferencia leve	6	24	4	16	2	8
Hay diferencia moderada	1	4	6	24	2	8
Hay diferencia grande	6	24	3	12	1	4
Hay diferencia extremadamente grande	4	16	0	0	0	0
Total	19	76	17	68	13	52

Fuente: elaboración propia, 2018.

Tabla No. 47. Interpretación de datos de la comparación múltiple (calidad menor o igual a la muestra patrón) del segundo panel piloto de evaluación sensorial

Escala	188		247		515	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
No hay diferencia	2	8	1	4	3	12
Hay diferencia muy leve	2	8	2	8	1	4
Hay diferencia leve	2	8	2	8	4	16
Hay diferencia moderada	0	0	2	8	0	0
Hay diferencia grande	0	0	1	4	3	12
Hay diferencia extremadamente grande	0	0	0	0	1	4
Total	6	24	8	32	12	48

Fuente: elaboración propia, 2018.

17. Glosario

17.1. Correlación

Relación recíproca entre dos o más acciones o fenómenos; que los cambios de una variable dependen de otra.

17.2. Bromatología

Estudio de los alimentos, de su composición, de sus propiedades, del proceso de fabricación, de almacenamiento y sus ingredientes.

17.3. Arancel

Tarifa oficial que determina los derechos que se han de pagar en varios ramos, como el de los puertos, transporte o aduanas.

17.4. Homogénea

Sistema conformado por varias fases pero que a simple vista no se puede distinguir una de otra.

17.5. Instituto Nacional de Estadística -INE-

Organismo guatemalteco con entidad estatal descentralizada. Tiene como objetivo principal formular y realizar la política estadística nacional, así como planificar, dirigir, coordinar y supervisar las actividades del Sistema Estadístico Nacional de Guatemala.

17.6. pH (potencial de iones de hidrógeno)

Es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El pH indica la concentración de iones de hidrógeno presentes en determinadas sustancias.

17.7. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá -INCAP-

Centro especializado en alimentación y nutrición. Institución del sistema de la Integración Centroamericana.

17.8. Codex Alimentarius

Es una colección reconocida internacionalmente de estándares, códigos de prácticas, guías y otras recomendaciones relativas a los alimentos, su producción y seguridad alimentaria, bajo el objetivo de la protección del consumidor.

17.9. Prevalencia de desnutrición

Indicador de demuestra que cierta población es susceptible a la desnutrición.

17.10. Organización Mundial de la Salud -OMS-

Autoridad directiva y coordinadora de la acción sanitaria en el sistema de las Naciones Unidas.

17.11. Titulación (química)

También llamado valoración, es un método de análisis químico cuantitativo en el laboratorio que se utiliza para determinar la concentración desconocida de un reactivo a partir de un reactivo de concentración conocida.

Mazatenango, 02 de mayo del 2019

Señores Miembros de Comisión de Trabajo de Graduación

Carrera de Ingeniería en Alimentos

Centro Universitario de Suroccidente

Ciudad

Señores:

Lo saludo cordialmente deseándole éxitos en sus labores diarias.

El motivo de la presente, es para indicarles que hemos tenido a bien orientar como asesores del trabajo de graduación titulado: **“Comparación del contenido de proteína de galletas formuladas a partir de la sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de semillas de pataxte (*Theobroma bicolor*) y una galleta testigo de trigo (*Triticum aestivum*)”, del estudiante: Erikson Josué de León Coc, Carné 201240515.** El cual consideramos cumple con todos los requisitos del Reglamento de Trabajo de Graduación, para ser sometido a evaluación de Seminario II.

Agradeciendo la atención prestada a la presente, nos despedimos de ustedes.

Deferentemente,



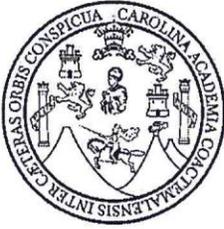
Dr. Marco Antonio del Cid Flores

Asesor Principal



Inga. Silvia Guzmán Téllez

Asesora Adjunto



Mazatenango, Suchitepéquez, abril de 2019

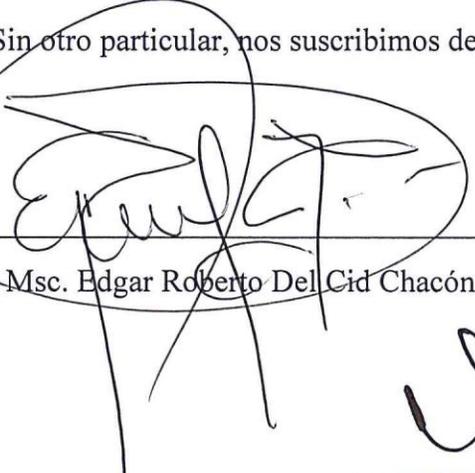
Comisión de Trabajo de Graduación
Carrera de Ingeniería en Alimentos
Centro Universitario de Sur Occidente
Presente.

Distinguidos señores de la Comisión de Trabajo de Graduación.

Por este medio hacemos constar, que como evaluadores del Seminario I del estudiante: Erikson Josué de León Coc, quien se identifica con carné estudiantil No. 2012 40515 y CUI 2588 73086 1001, hemos finalizado el proceso de revisión del trabajo titulado: **“Comparación de contenido de proteína de galletas formuladas a partir de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de semillas de pataxte (*Theobroma bicolor*) y una galleta testigo de trigo (*Triticum aestivum*)”**, el cual fue corregido de acuerdo a las sugerencias hechas por esta terna.

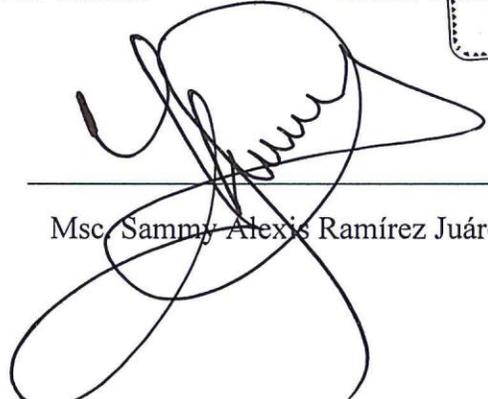
En virtud de lo anterior, consideramos que el estudiante Erikson Josué de León Coc, puede continuar con el proceso establecido para los trabajos de graduación.

Sin otro particular, nos suscribimos de ustedes, atentamente,


Msc. Edgar Roberto Del Cid Chacón


Licda. Gladys Domínguez Castellón

Química Bióloga
Colegiado No. 1613


Msc. Sammy Alexis Ramírez Juárez



Mazatenango, 02 de mayo de 2019.

Msc. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador carrera de Ingeniería en Alimentos.
CUNSUROC -USAC-.
Presente.

Le escribo cordialmente, deseándole éxitos en sus labores diarias.

El motivo de la presente, es para informarle que la comisión de trabajo de graduación ha recibido el informe revisado de los asesores nombrados y las correcciones correspondientes de la terna evaluadora de la evaluación de seminario II, del Trabajo de Graduación titulado: **Comparación del contenido de proteína de galletas formuladas a partir de la sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de semillas de pataxte (*Theobroma bicolor*) y una galleta testigo de trigo (*Triticum aestivum*)**, del (la) estudiante: **Erikson Josué de León Coc**, identificado (a) con número de carné: **201240515**.

El documento antes mencionado presenta los requisitos establecidos de redacción y corrección, para que proceda con los trámites correspondientes.

Deferentemente.

Ing. Marvin Manolo Sánchez López.
Secretario de comisión de trabajo de graduación





Mazatenango, 02 de mayo de 2019.

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano.
Director del Centro Universitario del sur Occidente.
CUNSUROC –USAC–.
Presente.

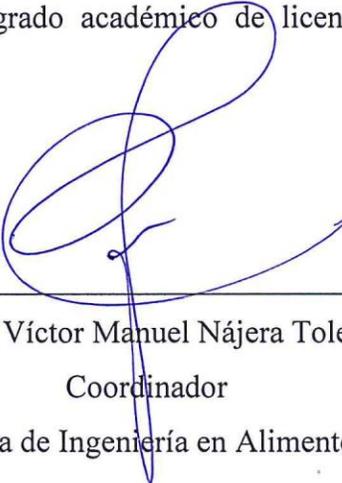
Le escribo cordialmente, deseándole éxitos en sus labores diarias.

De conformidad con el cumplimiento de mis funciones, como Coordinador de la Carrera de Ingeniería en Alimentos del Centro Universitario del Suroccidente –CUNSUROC–, de la Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC–, he tenido a bien revisar el informe de trabajo de gradación titulado: **Comparación del contenido de proteína de galletas formuladas a partir de la sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de semillas de pataxte (*Theobroma bicolor*) y una galleta testigo de trigo (*Triticum aestivum*).** El cual ha sido presentado por el (la) estudiante: **Erikson Josué de León Coc**, quien se identifica con número de carné: **201240515**.

El documento antes mencionado llena los requisitos necesarios para optar al título de Ingeniero en Alimentos. En el grado académico de licenciado, por lo que solicito la autorización del imprímase.

Deferentement




M. Sc. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador
Carrera de Ingeniería en Alimentos.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

CUNSUROC/USAC-I-05-2019

DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, nueve de mayo de dos mil diecinueve_____

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes de la Comisión de Tesis y del Secretario del comité de Tesis, "COMPARACIÓN DEL CONTENIDO DE PROTEÍNA DE UNA GALLETA FORMULADA A PARTIR DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*) POR HARINA DE SEMILLAS DE PATAXTE (*Theobroma bicolor*) Y UNA GALLETA TESTIGO DE TRIGO (*Triticum aestivum*)" del estudiante Erikson Josué de León Coc, carné No. 201240515. CUI: 2588 73086 1001 de la carrera Ingeniería en Alimentos.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


~~Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano~~
Director - CUNSUROC -USAC-



/gris