

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**ELABORACIÓN DE HARINA DE TRIGO FORTIFICADA CON CHÍA PARA LA
PRODUCCIÓN DE ROLES DE CANELA**

POR:

LIZZY ALEJANDRA DUARTE PACHECO

INFORME FINAL



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

DICIEMBRE, 2023

ELABORACIÓN DE HARINA DE TRIGO FORTIFICADA CON CHÍA PARA LA
PRODUCCIÓN DE ROLES DE CANELA

POR:

LIZZY ALEJANDRA DUARTE PACHECO

JHUNIOR ABRAHAM MARCIA FUENTES

Asesor Principal

INFORME FINAL

PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO

AGRICULTURA COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL

TÍTULO DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA ALIMENTARIA

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

DICIEMBRE, 2023

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

A Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y su mano de fidelidad y amor han estado conmigo hasta el día de hoy y por permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre Olga Pacheco que con su amor, paciencia y esfuerzo me ha permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanas y sobrino por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.

A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

A mis mentores y profesores por ser un apoyo incondicional en mi formación profesional y formar parte de este proceso.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todas mis amigos y compañeros, por apoyarme cuando más las necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, de verdad mil gracias, siempre los llevaré en mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, doy gracias a Dios por sus bendiciones y misericordia a lo largo de este extenso recorrido llamado vida, sé que sin ti no hubiera podido llegar hasta donde estoy.

Mi profundo agradecimiento y admiración a mi madre, sobrino y mis hermanas por ser un pilar fundamental en mi vida, por siempre brindarme el apoyo y motivación para siempre poder perseguir mis sueños y nunca darme por vencido.

También quiero expresar mi gratitud hacia la Universidad Nacional de Agricultura por permitirme crear experiencias nuevas que contribuyeron a mi conocimiento y formación profesional. Mi más sincero agradecimiento y admiración al Dr. Jhuniórc Marcía, al Ing. Jaime Salgado y al M. Sc. Ramón Herrera por compartir sus conocimientos, por creer en mí y en mis capacidades y permitirme poder trabajar con ellos.

Mi más sincera gratitud a Elisa Benites y Verónica Caceres por su apoyo en el desarrollo de este proyecto, pero sobre todo por todos los momentos que compartimos que sin duda conservaré en mi corazón.

Por último y no menos importante agradecer a mis amigos que estuvieron conmigo durante estos cuatro años y siempre me apoyaron y me motivaron a nunca darme por vencido:

Ashly Castro, Diana Trochéz, Kensy Flores, Kerin Hernández, Lizbeth Portillo.

Para ellos, muchas gracias por todo.

CONTENIDO

	Pág.
I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCIÓN	2
III. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
IV. REVISIÓN LITERARIA	4
4.1. El trigo	4
4.2. Harina de trigo	4
4.3. Sustitución de harina de trigo en la panificación.....	6
4.4. La chía	7
4.4.1. Chía: una fuente natural de ácido graso.....	8
4.4.2. Composición química de la semilla de chía	8
4.4.3. Usos de la harina de chía	9
4.4.4. Harina de chía en la panificación	10
4.5. Roles de canela	11
4.6. Análisis sensorial.....	12
4.6.1. Pruebas afectivas	13
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
5.1. Lugar de investigación.....	14
5.2. Materiales y equipo	15
5.3. Metodología de investigación.....	16
5.3.1. Obtención de las materias primas	16
5.3.2. Elaboración de los roles de canela.....	17
5.4. Variables por evaluar.....	18
5.4.1. Determinación de la aceptación sensorial	18

5.5. Análisis de datos.....	19
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
6.1. Fase I. Se obtuvieron las distintas materias primas necesarias para la elaboración de roles de canela.	20
6.1.1. Obtención de Harina de chía.	20
6.2. Fase II. se desarrollaron cuatro formulaciones de roles de canela	20
6.3. Fase III. Evaluación sensorial.....	21
6.4. Índice de Aceptabilidad.....	27
VII. CONCLUSIONES	28
VIII. RECOMENDACIONES.....	29
IX. BIBLIOGRAFÍA	30
X. ANEXOS.....	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición nutricional de 100g de harina de trigo.....	5
Tabla 2. Composición nutricional de la harina de chía	9
Tabla 3. Composición nutricional de los roles de canela por 100g de porción comestible. 12	
Tabla 4. Materiales y equipo necesarios para el desarrollo de la investigación	15
Tabla 5. Porcentajes de sustitución parcial de harina de trigo por harina chía.....	18
Tabla 6. Escala hedónica de nueve puntos	19
Tabla 7. Representación de las 3 formulaciones seleccionadas y la formulación testigo. ..	21
Tabla 8. Análisis de las características organolépticas de los roles de canela fortificados con harina de chía	22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la Universidad Nacional de Agricultura	14
Figura 2. Diagrama de flujo de procesos para la elaboración de roles de canela.....	18
Figura 3. Análisis de las características organolépticas de la textura.....	22
Figura 4. Análisis de las características organolépticas del aroma.	23
Figura 5. Análisis de las características organolépticas del color.	24
Figura 6. Análisis de las características organolépticas del sabor.....	25
Figura 7. Análisis de las características organolépticas de la aceptabilidad general.....	26
Figura 8. Índice de aceptabilidad de las características organolépticas de los cuatro tratamientos.	27

I. RESUMEN

La chía *Salvia hispánica L.* Es un alimento completo y funcional por la gran cantidad de antioxidantes, además de no contener gluten, no contiene porcentajes de colesterol. Para los consumidores conscientes de la salud, esto confiere ventajas muy grandes en el comercio de productos a base de chía. El objetivo de esta investigación consistió en elaborar roles de canela con características sensoriales aceptables para el consumidor, mediante la sustitución parcial de harina de trigo por harina de chía. La investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad Nacional de Agricultura se desarrolló en diferentes formulaciones de roles de canela agregando la harina de chía como ingrediente funcional teniendo 3 tratamientos el tratamiento testigo que es 0% de harina de chía y 100% de harina de trigo, el primer tratamiento la adición de 5% de harina de chía, el segundo tratamiento es la adición 10% y el tercer tratamiento es adicionar el 15% de harina de chía. Seguidamente se realizaron pruebas sensoriales donde se evaluó la aceptación sensorial. Estas pruebas sensoriales fueron realizadas por 75 jueces donde evaluaron textura, sabor, color, olor y aceptación en una escala hedónica de 9 puntos, mediante el análisis sensorial se determinó que el T1 y T4 los cuales obtuvieron un 0.62% de aceptación, por lo tanto, estos tratamientos fueron aceptado por los jueces, dando como resultado la importancia de estas semillas por sus propiedades nutricionales y lo novedoso que es ya que se pueden elaborar alimentos a partir de semillas de chía.

Palabras Claves: funcional, calidad, nutricional, aceptación.

II. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de tecnologías de transformación de granos que favorecen de manera considerable la elaboración de una gran cantidad de productos que aportan propiedades benéficas para la salud, ha generado un incremento importante en la elaboración de productos de harina de trigo sustituidas con harinas obtenidas de otros granos, ya que estos pueden aportar componentes como fibra, proteínas, aceites esenciales y componentes bioactivos derivados de la transformación propia de estos granos enteros (Vásquez *et al.* 2016).

La FAO define a las harinas compuestas como aquellas mezclas elaboradas para producir alimentos a base de trigo, como pan, pastas y galletas. Estas harinas pueden prepararse a base de otros cereales diferentes al trigo o de otras fuentes de origen vegetal, y pueden o no contener harina de trigo. Las condiciones generales de procesamiento y el producto final obtenido pueden ser comparable a los elaborados solo de trigo, pero también pueden presentar diferencias, entre ellas las características reológicas (Elías 1996).

El consumo de pan está incrementando y en la mayoría de los países la elaboración del pan y productos derivados de trigo ha generado la necesidad de importar este grano, dado que la producción interna no es suficiente, ya sea por condiciones climáticas y/o de suelo que no permiten el crecimiento del grano adecuadamente. La tendencia del mercado para introducir productos diferenciados y la amplia aceptación entre los consumidores, hace de la chíá una materia prima que puede alcanzar un gran valor comercial (Vásquez *et al.* 2016).

Es por ello por lo que, este trabajo se enfoca en la elaboración de roles de canelas a partir de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de chíá, con el fin de obtener producto panificado de mayor valor nutritivo, con características sensoriales aceptables para los consumidor.

III. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Elaborar roles de canela con características sensoriales aceptables para el consumidor, mediante la sustitución parcial de harina de trigo por harina de chía (*Salvia hispánica L.*)

2.2. Objetivos específicos

Determinar el porcentaje de sustitución parcial de harina de trigo por harina de chía que brinde las mejores características organolépticas a los roles de canela.

Evaluar las características organolépticas de los roles de canela fortificados con harina de chía obtenidas en las formulaciones mediante pruebas sensoriales de aceptación hedónica de nueve puntos.

Obtención de harina de trigo fortificada con harina de Chía a escala de laboratorio.

IV. REVISIÓN LITERARIA

4.1. El trigo

El trigo es un cereal originario del oeste de Asia que se cultiva desde hace más de 6000 años. Actualmente constituye el cultivo más difundido en el mundo abarcando una superficie cosechada de 219 millones de ha por año, seguido por el maíz (177 millones ha), el arroz (162 millones ha) y la soja (108 millones de ha). Estos cuatro cultivos cubren el 50% de la superficie cosechada mundial.

Desde el punto de vista productivo, el trigo ocupa el cuarto lugar a nivel mundial luego de la caña de azúcar, el maíz y el arroz con cáscara. Si se computa solamente la producción que podría utilizarse como alimento humano, el trigo ocupa el segundo lugar luego del maíz. Sin embargo, como la mayor parte del maíz se utiliza como alimento forrajero, actualmente el trigo constituye el principal alimento humano seguido por el arroz, la papa, la soja y el maíz (Abbate *et al.* 2017).

4.2. Harina de trigo

La harina de trigo es el producto finamente triturado resultante de la molturación del grano de trigo (*Triticum aestivum*) industrialmente limpio o la mezcla de éste con el *Triticum durum*, en la proporción máxima del (80 % y 20 %), procedente principalmente del endospermo del grano. Los productos finamente triturados de otros cereales deberán llevar adicionado, al nombre genérico de la harina, el del grano del cual procedan. Por otro lado, si el producto resultante de la molturación del grano de trigo o de cualquier otro cereal responde a la del grano de cereal íntegro (es decir, en su composición están presentes las capas externas del cereal, el endospermo y el germen) estaríamos hablando de harina integral (Vásquez *et al.* 2016).

En el caso de la harina de trigo, en función de las características fisicoquímicas de los trigos de partida y del proceso de molturación que se siga, el producto resultante puede presentar variaciones en su composición (la relación existente entre proteínas, tipo de proteínas, porcentaje de almidón y mayor o menor presencia de almidón dañado) que lo hacen más indicado para unos u otros usos industriales: panificación tradicional, panificación industrial, bollería, galletas

La harina de trigo contiene principalmente hidratos de carbono complejos. Su contenido en proteínas, lípidos, vitaminas (tiamina, riboflavina y niacina) y minerales es relativamente importante. De estos últimos destaca el fósforo. Entre las proteínas, la más representativa es el gluten, que confiere a la harina la característica típica de elasticidad durante la panificación, para llegar a obtener un producto final poroso y esponjoso. Las proteínas no tienen un gran valor biológico son deficientes en lisina y en treonina; sin embargo, actualmente las harinas se suelen enriquecer con estos aminoácidos y algunas vitaminas y minerales (Coral y Gallegos 2015).

El contenido en proteínas varía según el tipo de trigo, época de cosecha y grado de extracción (proporción de grano completo que se emplea para obtener una cantidad determinada de harina). La harina integral, al tener un alto grado de extracción, por conservar la cubierta, el germen y la capa de aleurona, al no haber sido sometido el grano a un proceso de refinado, aporta mayor cantidad de proteínas, grasas (aceite en el germen), minerales, vitaminas del grupo B (particularmente de ácido fólico).

Pero sobre todo de fibra. Por otro lado, un componente que destaca en el trigo es el ácido fítico, el cual se encuentra en la capa de aleurona; así, la harina integral que contiene salvado y aleurona podrá dificultar la absorción de determinados minerales, como hierro y calcio, presentes en la harina misma o en otros alimentos (Anchundia Romero y Martillo Ortegano 2019).

Tabla 1. Composición nutricional de 100g de harina de trigo

Elemento	Cantidad
Energía (kcal)	375.0
Proteínas (g)	9.3
Lípidos totales (g)	1.2
Carbohidratos (g)	80.0
Fibra (g)	3.4
Agua (g)	6.1
Calcio (mg)	15.0
Hierro(mg)	1.1
Yodo (µg)	1.0
Magnesio(mg)	28.0
Zinc (mg)	0.8
Sodio (mg)	3.0
Potasio (mg)	130.0
Fosforo (mg)	120.0
Selenio (µg)	4.0

Fuente Moreiras (2019).

4.3. Sustitución de harina de trigo en la panificación

En muchos países, el consumo de pan está incrementando continuamente y en la mayoría de estos la elaboración del pan y productos derivados de trigo ha generado la necesidad de importar este grano, dado que la producción interna no es suficiente, ya sea por condiciones climáticas y/o de suelo que no permiten el crecimiento del grano adecuadamente o representa dificultades para su desarrollo. Por esta razón es que surge la necesidad de reemplazar el trigo con otras harinas obtenidas en las propias regiones (Seibel 2006). Sin embargo, además de lo anterior y los altos costos del trigo regido por mercados internacionales son puntos para considerar cuando utilizamos este cereal en la producción de pan y sus derivados, lo que nos hace buscar alternativas en la utilización de otros cereales para elaborar productos más accesibles o de menor costo a la población.

Dentro de estas harinas vegetales empleadas en la sustitución de harina de trigo con la finalidad de mejorar las características nutricionales, organolépticas e incluso bajar los costos de producción se encuentran principalmente las harinas de granos de sorgo, mijo, avena, centeno, triticale, arroz, amaranto, tapioca, cebada, gluten de maíz, harinas de germen de maíz desgrasado y harinas de maíz germinado, entre otras (Chavan *et al.* 1993).

Pero la sustitución de la harina de trigo por otras puede generar cambios importantes a considerar. Se ha observado que la sustitución de harina de trigo disminuye la elasticidad de la masa. Es por ello por lo que sustituciones de 10 a 20% de harina de trigo han demostrado producir pan de calidad aceptable sin un impacto importante en el color, estructura de la miga, textura y vida de anaquel (Seibel 2006, Mepba *et al.* 2007).

Estudios realizados por Falade y Akingbala (2008), al elaborar pan con harinas compuestas de 10% de casava y 90% de trigo observaron un comportamiento muy favorable con respecto al pan elaborado solamente de harina de trigo. Aunque el gluten, componente muy importante en panificación, sufre una dilución por sustitución, muchas de las harinas alternativas tienen propiedades que complementan al gluten (Ohimain 2015).

4.4. La chía

Salvia hispanica L. (*Lamiaceae*), conocida tradicionalmente como “chía”, es una especie de interés dietario-medicinal, ya que además de ser una buena fuente de ácidos grasos omega-6 y omega-3, proteínas y antioxidantes, es rica en fibras solubles e insolubles. Se consumen las semillas enteras, la harina parcialmente desgrasada y la fibra (Cahill 2003).

La chía es una planta herbácea, crece de uno a un metro y medio de altura, posee tallos cuadrangulares, acanalados, vellosos, hojas opuestas, pecioladas, aserradas y flores reunidas en espigas auxiliares o terminales. Cada fruto lleva 24 semillas muy pequeñas en forma oval, lisas, brillantes, de color grisáceo con manchas rojizas. En la mayor parte de las variedades las flores son azules, pero en la llamada chía blanca, las flores, así como las semillas son blancas. Se cultiva para la producción de semilla de la que se obtienen hasta 3000 kg por

hectárea. Se emplea para preparar bebidas refrescantes. Contiene fécula mucílago y aceite, éste en una proporción del 30 al 35 % (Xingu Lopez *et al.* 2017).

Habitualmente se denomina semilla al fruto de chía, el que se clasifica dentro de los frutos secos indehiscentes. Su tamaño es de 1 mm a 1,2 mm de ancho y 2 mm a 2,2 mm de largo aproximadamente; tiene una forma oval y la capacidad de desarrollar un mucílago cuando se hidrata. Posee además una superficie lisa y brillante. Se caracteriza por presentar mezcla de colores y tonalidades diferentes (Rovati *et al.* 2006).

4.4.1. Chía: una fuente natural de ácido graso

La chía es un alimento completo y funcional por la gran cantidad de antioxidantes (ácido clorogénico, ácido caféico, miricetina, quercetina y kaempferol flavonoles), niveles seguros de metales pesados, y por ser libre de micotoxinas, además de no contener gluten (Mohd Ali *et al.* 2012). La inigualable estabilidad de los ácidos alfa-linolénico (ALA).

El ácido eicosapentaenoico (EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA), de la chía, es el resultado de los antioxidantes naturales que contiene; lo que evita el envejecimiento prematuro y las enfermedades degenerativas como el cáncer, enfermedades cardiovasculares, cataratas, declinación del sistema inmunológico y disfunción cerebral (Migliavacca *et al.* 2014).

Otra característica importante es que la chía no contiene porcentajes de colesterol. En esto difiere de otros alimentos que contienen cantidades muy significativas. Para los consumidores conscientes de la salud, esto confiere ventajas muy grandes en el comercio de productos a base de chía.

4.4.2. Composición química de la semilla de chía

Las semillas de chía es oleaginosa, distinta a las demás oleaginosas por su contenido graso, dos tercios del aceite de chía son ácidos grasos esenciales Omega-3 (Poli Insaturados), y solo el 10 % son ácidos grasos saturados, durante tiempo se ha investigado y se presenta como un potencial ingrediente novedoso y funcional debido a sus excelentes propiedades nutricionales y bioactivos (Villalobos Pineda 2020), además, de su excelente contenido en Omega-3, la chía tiene también otros componentes muy interesantes para la nutrición humana como antioxidantes, fibra, proteínas, vitaminas B1, B2, B3, y minerales tales como fósforo, calcio, potasio, magnesio, hierro, zinc y cobre.

La chía contiene aproximadamente un 20% de proteína, nivel que resulta más alto que el que contiene algunos cereales tradicionales como el trigo (13,7%), el maíz (9,4%), el arroz (6,5%), la avena (16,9%) y la cebada (12,5%) (Ullah *et al.* 2016). Las semillas de chía además de tener un alto contenido de proteínas se han hecho interesantes comparada con otras semillas como el trigo, la avena, la cebada y el centeno por no tener gluten.

Tabla 2. Composición nutricional de la harina de chía

Componente	Cantidad
Humedad	7.86±0.22
Cenizas	3.63±0.01
Lípidos totales	21.69±0.21
Proteína cruda	21.52±0.19
Carbohidratos	45.30±0.36

Fuente. Sargi *et al.* (2013).

4.4.3. Usos de la harina de chía

Según menciona Sandoval Oliveros (2012) la harina de la semilla de chía se ha caracterizado por ser una buena fuente ácidos grasos, fibra dietética total, proteína y antioxidantes, además

de ser una harina libre de gluten es por ello, la importancia que tiene en la aplicación para obtener alimentos como: pastas, productos de panificación (panes, galletas, grisines), premezclas de harina para panificación, barras de cereales, entre otros.

En un estudio que realizaron aseguran que para los aztecas y mayas representó un grano importante, usado: en alimentación, preparación de pinturas, elaboración de medicinas y en uso ceremonial mediante ofrendas. Por otra parte, los numerosos usos culinarios, medicinales, artísticos y religiosos convirtieron al grano y su harina en las materias primas más usadas de la época de la conquista española, formando parte de los cuatro granos más importantes que conformaron la base de la dieta alimentaria (Cahill 2004).

4.4.4. Harina de chía en la panificación

En un estudio realizado por Coelho y Salas Mellado (2013), fueron evaluados tecnológicamente panes con adición de 2 y 20% de harina de chía, testeando el uso de harina de chía hidratada y no hidratada en el procesamiento. Encontraron que las concentraciones más bajas de harina de chía no afectaron las características tecnológicas del pan en comparación con el control. La concentración más alta de harina de chía afectó directamente el volumen específico y la dureza de los panes. Además, los panes preparados con harina de chía hidratada obtuvieron mejores resultados.

Espinosa Rodríguez (2021) estudió la sustitución de harina de trigo por harina de semillas de chía en la elaboración de productos horneados como tortas y galletas; y al analizar valores de dureza en la masa de las galletas, dureza y fracturabilidad en las galletas horneadas, adhesividad, cohesividad, dureza y compresibilidad en la masa de tortas y dureza, firmeza y elasticidad en las tortas horneadas, los resultados demuestran que la harina de trigo no se puede sustituir fácilmente por harina de chía ya que esta aumenta considerablemente la dureza de las galletas y disminuye la esponjosidad de las tortas. Además, partiendo de un análisis sensorial, concluyó que también genera una sensación poco agradable al consumir los productos.

De la misma forma Cordova Yucra (2017), determinó el porcentaje óptimo de sustitución de harina de trigo por harina de chía (*Salvia hispánica* L.) en función a las características sensoriales, físicas y químicas del pan de molde. Concluyó que la concentración óptima de harina de chía es de 11.96 %; y producen un pan de molde con: proteínas 12.25 %; lípidos 6.38%; carbohidratos 43.03 %; humedad 34.98 %; cenizas 1.76 %; fibra cruda 1.62 % con 278.58 kcal, con un valor de 2,021 kg/cm² de presión en textura.

Asimismo Navarro Martínez y Pereira Jalilie (2020) desarrollaron varias formulaciones para reemplazar la harina de trigo por harina de chía y quínoa en un pan de molde; las cuales están comprobadas como libres de gluten; así mismo, se buscaron evaluar sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales.

Para determinar la formulación que cumpliera con los criterios de aceptabilidad; por lo que determinaron que la formulación que contenía 28% harina de Chía y 72% harina de Quinoa, obtuvo mayor aceptación en la población encuestada. Por otra parte, frente a los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos no presentó una diferencia significativa en comparación con las otras formulaciones.

4.5. Roles de canela

El rollo de canela (también llamado pan de canela, espiral de canela o rol de canela) es un rollo (un tipo de pan dulce) creado en la década de 1920 en Suecia y Dinamarca. Si bien el rollo de canela era conocido desde la segunda mitad del siglo XIX, solo era horneado en hogares con suficientes recursos económicos, por el coste de sus ingredientes (Almonacid y Dangé 2009).

En la actualidad, es una especialidad repostería típica de los Estados Unidos y del norte de Europa. En Suecia se lo conoce con el nombre de "kanelbulle". Es un panecillo muy popular para acompañar el café. Desde 1999, se celebra el Día del Rollo de Canela, cada 4 de octubre. Consiste en un rollo de masa abriochada con canela y mezcla de azúcar (y pasas en algunos

casos), rociado sobre una delgada capa de mantequilla. La masa es enrollada, cortada en porciones individuales y horneada. A los rollos de canela se les glasea con azúcar o una crema de queso (Almonacid y Dangé 2009).

Tabla 3. Composición nutricional de los roles de canela por 100g de porción comestible

Elemento	Cantidad
Energía (Kcal)	452.0
Proteínas (g)	4.45
Lípidos totales (g)	26.6
Carbohidratos (g)	48.6
Fibra (g)	1.20
Agua (g)	19.0
Calcio (mg)	183.0
Hierro(mg)	1.37
Magnesio(mg)	14.0
Zinc (mg)	0.53
Sodio (mg)	305.0
Potasio (mg)	102.0
Fosforo (mg)	131.0
Selenio (µg)	13.0

Fuente. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (2019).

4.6. Análisis sensorial

De acuerdo con Torricela Morales *et al.* (2007) la evaluación sensorial es una disciplina de la química analítica de los alimentos y se ocupa de los métodos y procedimientos de medición en los cuales los sentidos humanos constituyen el instrumento. El análisis sensorial es una herramienta imprescindible para obtener información sobre algunos aspectos de la calidad de los alimentos, a los que no se puede tener acceso con otras técnicas analíticas.

Como se conoce, uno de los objetivos de esta disciplina es interpretar las respuestas de los consumidores apreciadas principalmente por los sentidos, cuando valoran la calidad o la aceptabilidad de los productos. Los resultados permiten determinar cómo el procesamiento y la formulación de un producto afectan la aceptabilidad de un alimento. Por tanto, el uso de esta herramienta es valioso, ya que no debe minimizarse la calidad desde el punto de vista del consumidor, es decir, aquella que éste quiere y necesita (Rodríguez *et al.* 2015).

4.6.1. Pruebas afectivas

Según Cárdenas-Mazón *et al.* (2018) el objetivo de las pruebas afectivas es conocer el gusto, la aceptación o reacción de los consumidores ante un determinado producto o productos. Lo más importante en estas pruebas es la selección de un grupo de degustadores representativos de los consumidores. Por lo general, se requieren grupos grandes de individuos (más de 200), ya que, la participación de una población no representativa puede provocar un sesgo tal que desvirtúe los resultados e impida su utilización, ni aún como orientación preliminar.

Las pruebas afectivas de escala hedónica es la más popular, generalmente se utilizan las estructuradas, de 7 puntos, que van desde “me gusta muchísimo”, hasta “me disgusta muchísimo” (Torricella Morales *et al.* 2007).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Lugar de investigación

El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de nutrición y alimentación (LNA), el comedor estudiantil y los análisis sensoriales en el salón de audiovisuales. Este campus se ubica en el departamento de Olancho en la carretera hacia Dulce Nombre de Culmí, kilómetro 215, Barrió El Espino ciudad de Catacamas, Honduras. La extensión de Catacamas es de 7,228.5 km², la ciudad de Catacamas está situada entre los (14°; 54', 04''), latitud Norte y (85°; 55', 31''), del Meridiano de Greenwich.

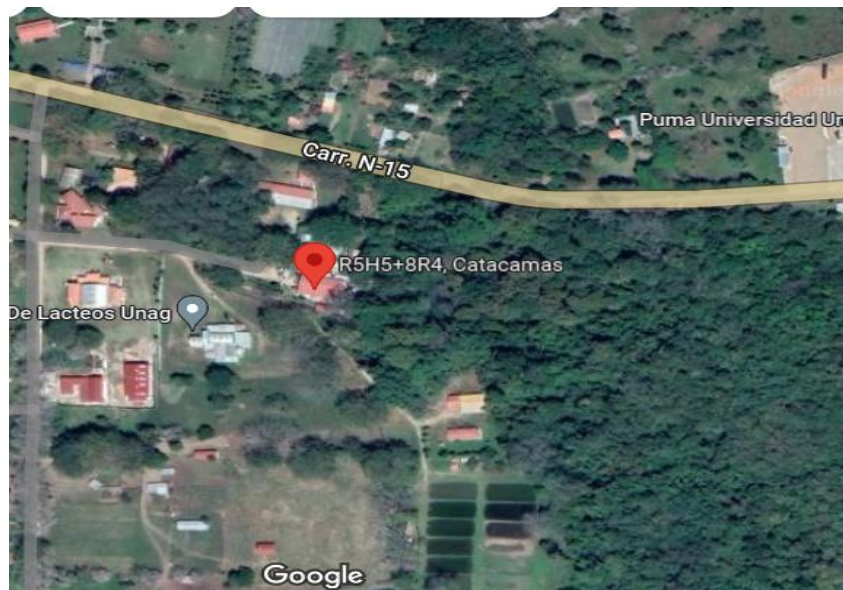


Figura 1. Ubicación geográfica Universidad Nacional de Agricultura.

5.2. Materiales y equipo

En la tabla cuatro se pueden observar los materiales, equipos y materia prima necesarios que se necesitaron en el trabajo de investigación.

Tabla 4. Materiales y equipo necesarios para el desarrollo de la investigación

Materia prima	Descripción
Harina de trigo	Harina Gold Star® de Trigo
Harina de chíá	Elaborada con semilla de <i>Salvia hispánica</i> L.
Azúcar	Azúcar Morena Doña Matilde®
Margarina	Margarina Pickford's Premiun®
Huevos	Huevos de Gallina Suli®
Levadura	Levadura Fermipan®
Canela	Canela molida Don Julio®
Sal	Sal Yodada Fina Cris-Sal®
Leche	Leche entera Sula®
Equipos y materiales	Descripción
Molino	Tipo dentado de 3 kg de fuerza
Tamices	De malla, tipo comercial
Balanza Analítica	XB220A, con capacidad para 1 kg y 5 kg
Ollas industriales	Pórtico, con capacidad para 10 litros
Horno	Deshidratador de alimentos con sistema de flujo convectivo de la marca VinRC modelo LT-27
Cuchillo y cucharas	Acero inoxidable
Recipientes	Industriality, con capacidad de 1 kg y 5 kg
Guantes, Mascarilla y redecilla	Tela, desechable
Mesas	Pórtico

Fuente: Elaboración propia

5.3. Metodología de investigación

El método que se empleó en la investigación es el diseño de bloque al azar a escala de laboratorio. La metodología se llevó a cabo en tres fases experimentales: en la primera fase, se obtuvieron las distintas materias primas necesarias para la elaboración de roles de canela; en la segunda fase se desarrollaron cuatro formulaciones de roles de canela, teniendo un patrón con 100% harina de trigo y otros tres con una sustitución parcial de harina de trigo por 5%, 10% y 15% de harina de chía.

Lo anteriormente mencionado se basó en estudios preliminares de la misma índole, y recomendaciones realizadas por Coelho y Salas Mellado (2013). En la última fase, se seleccionó la formulación idónea, a través de pruebas sensoriales de tipo afectiva, en la que participaron 75 jueces.

5.3.1. Obtención de las materias primas

Para la obtención de la harina de chía, se siguió la metodología recomendada por Quiroga y colaboradores (2014), el cual recomienda realizar una limpieza para eliminar las impurezas presentes en las semillas, posteriormente someter a deshidratación la chía con una temperatura inferior a 40°C para no perder nutrientes. Ellos sometieron la chía en dos tiempos y dos diferentes temperaturas, la primera temperatura a la que la que fue sometida la chía es de 32°C durante 7 horas, sometiéndola por segunda vez a una temperatura de 38° C durante 6 horas. Seguidamente se siguió la metodología recomendada por el manual de guías y prácticas del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (2016), donde se muele la semilla de chía a 3600 rpm por un tiempo de 30 segundos. Por último, se tamizan hasta alcanzar un tamaño de partícula de 500 μm (0.5 mm).

Y se almacenan en bolsas herméticas a temperatura ambiente. Con respecto a la harina de trigo, y demás materiales para la elaboración de los roles de canela, estos se obtuvieron de sitios comerciales cercanos a la Universidad de Agricultura.

5.3.2. Elaboración de los roles de canela

Con el fin de determinar el tiempo de mezclado, fermentado y horneado se realizarón pruebas preliminares siguiendo el flujo de procesos e ingredientes para elaborar los rollos de canela. Para la elaboración de los roles de canela se siguieron los procedimientos utilizados por Almonacid y Dangé (2009) los cuales consisten en:

1. Pesar los ingredientes necesarios para la elaboración de roles de canela.
2. Mezclar y amasar durante 20 minutos la harina de trigo, margarina, leche, huevos, azúcar morena, levadura y sal, hasta obtener una masa suave y homogénea.
3. Reposar la masa durante 30 minutos para que se fermente.
4. Amasar nuevamente la masa y estirlarla con ayuda de un rodillo hasta obtener un grosor de aproximadamente cinco milímetros.
5. Rellenar la masa con canela, y enrollarla.
6. Cortar los rollos aproximadamente a una pulgada de grosor, y dejar reposar durante 10 minutos.
7. Hornear los roles de canela a 180 °C durante 30-40 minutos.

En la figura 2 se muestran los procedimientos que se utilizaron para la elaboración de roles de canela.

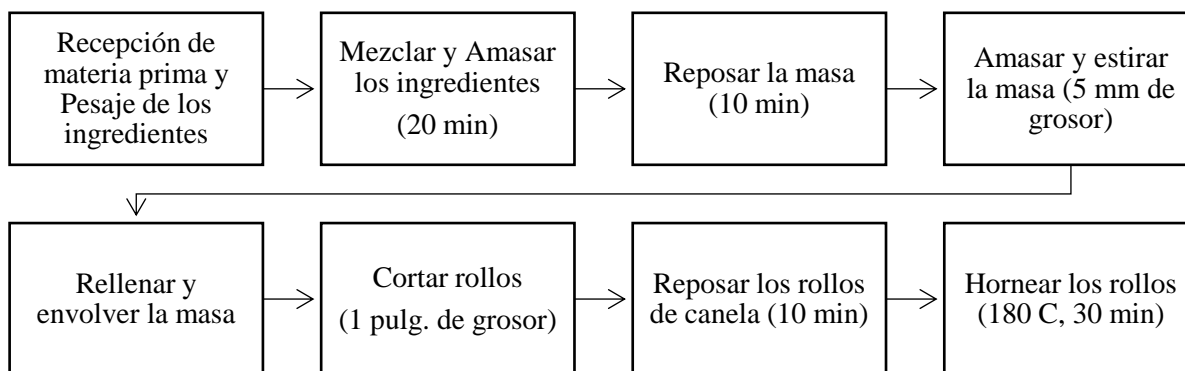


Figura 2. Diagrama de flujo de procesos para la elaboración de roles de canela.

Para la elaboración de roles de canela, se hizo la sustitución parcial del harina de trigo por un 5, 10 y 15% de harina de chía, esto tomando en cuenta los valores máximos de sustitución reportados por Cordova Yucra (2017) el cual menciona que el porcentaje óptimo de sustitución del harina de trigo por harina de chía es de un 12%. De tal manera que se obtuvieron cuatro tratamientos: T0: Testigo, T1: Roles de canela con 5% de harina de chía, T2: Roles de canela con 10% de harina de chía, y T3: Roles de canela con 15% de harina de chía (Tabla 5).

Tabla 5. Porcentajes de sustitución parcial de harina de trigo por harina chía

Tratamiento	Harina de trigo	Harina de chía
0	100%	0.0%
1	95.0%	5.0%
2	90.0%	10.0%
3	85.0%	15.0%

Elaboración propia.

5.4. Variables por evaluar

5.4.1. Determinación de la aceptación sensorial

Las distintas formulaciones de los roles de canela fueron sometidas a una evaluación sensorial a escala piloto, tomando como variables de respuesta las características organolépticas como ser la textura, aroma, color, sabor y aceptabilidad general; a partir de pruebas hedónicas de nueve puntos con 75 jueces, con edades entre los 18 y 50 años.

Tabla 6. Escala hedónica de nueve puntos

Me gusta muchísimo	9 puntos
Me gusta mucho	8 puntos
Me gusta bastante	7 puntos
Me gusta ligeramente	6 puntos
Ni me gusta, ni me disgusta	5 puntos
Me disgusta ligeramente	4 puntos
Me disgusta bastante	3 puntos
Me disgusta mucho	2 puntos
Me disgusta muchísimo	1 puntos

5.5. Análisis de datos

Los resultados fueron procesados haciendo uso de los programas Microsoft Excel versión 2020 para la tabulación de los datos e Infostat para realizar pruebas de comparación y análisis de medias y varianzas a los resultados de las evaluaciones sensoriales. Se ejecutaron pruebas estadísticas descriptivas exploratorias para determinar si la información tiene una distribución normal mediante la prueba de Kolmogorov Smirnov. Además, se utilizó el ANOVA de un factor y la prueba de comparación de media Tukey-b, para determinar si hay diferencia significativa entre las evaluaciones de aceptación sensorial de los roles de canela.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Fase I. Se obtuvieron las distintas materias primas necesarias para la elaboración de roles de canela.

En esta fase se obtuvieron las distintas materias primas a los alrededores de la Universidad Nacional de Agricultura como la harina de trigo, huevos, canela, chía, azúcar, levadura, sal, leche y margarina.

6.1.1. Obtención de Harina de chía.

Para la obtención de harina de chía se siguió la metodología recomendada por Quiroga y colaboradores (2014), primeramente, retiramos las impurezas encontradas en las semillas, seguidamente fueron deshidratadas secado de curva por aspersion.

Para la deshidratación se colocaron a deshidratar 1,360g de semilla de chía a las 11:14 a.m. a una temperatura de 40°C para no perder nutrientes de esta. El peso de las semillas de chía después de deshidratado a las 2:14p.m. fue de 1,320g, pero se le restaron 26g de la bandeja donde fueron pesadas siendo un total de 1,294g a un equivalente de 66g perdidos.

Posteriormente fueron nuevamente sometidas a otras 3 horas de deshidratación su peso inicial a las 2:34p.m. era de 1,294g siendo la temperatura de deshidratación de 40°C pasadas las 3 horas fueron sacadas a las 5:34 p.m. con un peso de 1,227g – 26g de la bandeja donde fueron pesadas las semillas de chía siendo su peso final de 1,201g siendo un total de 93g perdidos. Seguidamente se molieron las semillas de chía en un molino de mano, después de molidas se tamizaron y para finalizar se almacenaron en bolsas herméticamente a temperatura ambiente.

6.2. Fase II. se desarrollaron cuatro formulaciones de roles de canela

Se realizaron tres formulaciones y la formulación testigo teniendo un patrón con 1,000g harina de trigo y otros tres con una sustitución parcial de 5%, 10% y 15% de harina de chía. Para poder determinar la mejor formulación se realizaron pruebas preliminares; mismas que sirvieron para establecer si la cantidad de ingredientes daba un buen resultado al combinarlos en base a 1000g.

Tabla 7. Representación de las 3 formulaciones seleccionadas y la formulación testigo.

Ingrediente	Formulación			
	0	1	2	3
Harina de trigo	1000 g	950 g	900 g	850 g
Harina de chía	0 g	50 g	100 g	150 g
Levadura	40 g	40 g	40 g	40 g
Leche	250 ml	250 ml	250 ml	250 ml
Azúcar morena	150 g	150 g	150 g	150 g
Margarina	250 g	250 g	250 g	250 g
Huevos	4 u	4 u	4 u	4 u
Canela	50 g	50 g	50 g	50 g
Sal	10 g	10 g	10 g	10 g

Elaboración propia.

6.3. Fase III. Evaluación sensorial.

La evaluación sensorial consistió en servir las muestras de los roles de canela (identificadas únicamente por su codificación), el T1 su codificación fue (724) con el 5% de harina de teosinte, el T2 es el (724) con el 10% de teosinte y el T3 su codificación es (910) con el 15% de harina de chía. Se utilizaron 75 jueces entre estudiante y empleados no entrenados. Luego se evaluó la prueba de aceptación del producto mediante una escala hedónica. La prueba de aceptación buscó evaluar cuánto gustó el producto a los jueces, siendo 1, en la escala hedónica, indica "me disgusta muchísimo" y 9 "me gusta muchísimo". La evaluación sensorial se realizó a una hora correctamente establecida para que no influenciara al momento de evaluar el producto y de esa manera se obtuvo un mejor resultado.

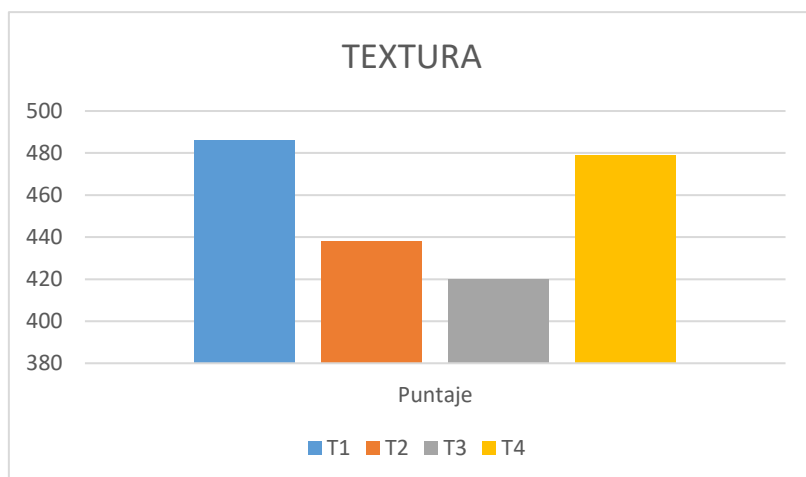
Tabla 8. Análisis de las características organolépticas de los roles de canela fortificados con harina de chía

Características sensoriales					
Tratamientos	Textura	Aroma	Color	Sabor	Aceptabilidad
1	6.48±1.86 _B	6.88±1.73 _B	7.30±1.59 _C	6.78±1.96 _B	6.97±1.51 _B
2	5.84±1.70 _{AB}	5.82±1.77 _A	6.04±1.87 _{AB}	5.94±2.17 _A	6.22±1.85 _{AB}
3	5.60±1.85 _A	5.53±1.97 _A	5.37±1.89 _A	5.41±1.95 _A	5.57±2.04 _A
4	6.38±1.90 _B	6.73±1.54 _B	6.24±1.77 _B	6.86±1.72 _B	6.96±1.74 _B

En la tabla se dan a conocer las características sensoriales evaluadas como ser textura, aroma, color, sabor y aceptabilidad general, se puede observar que existieron diferencias significativas en cuanto a textura en el T1 con el 0% con un promedio de 6.48 de harina de chía en el T2 con el 5% con un promedio de 5.48 de harina de chía, en T3 con el 10% de harina de chía con un promedio de 5.60 y el T4 con un 15% con promedio de 6.38 siendo el único que no presentó diferencia significativa con el T1. Con respecto al color si hubo diferencia significativa en los cuatro tratamientos, dando como resultado un diferente color por el porcentaje de concentración de harina de chía en los cuatro tratamientos, seguidamente en la aceptabilidad general si se encontró diferencia significativa con el T2 con un promedio de 6.22 y el T3 con un promedio de 5.57, mientras que en el T1 con promedio de 6.97 y el T4 con un 6.96 no presentan diferencia significativa, siendo ambos tratamientos aceptados por los jueces que participaron en la evaluación general. Para el atributo de sabor el T4 obtuvo un promedio de 6.86 siendo este el más alto con respecto al T1 con un promedio de 6.78, obteniendo el T2 y el T3 un promedio de 5.94 y 5.41 respectivamente. Para la característica sensorial del aroma se presentó diferencia significativa entre el T1 con un promedio de 6.88 y el T3 con un promedio de 5.53.

Textura.

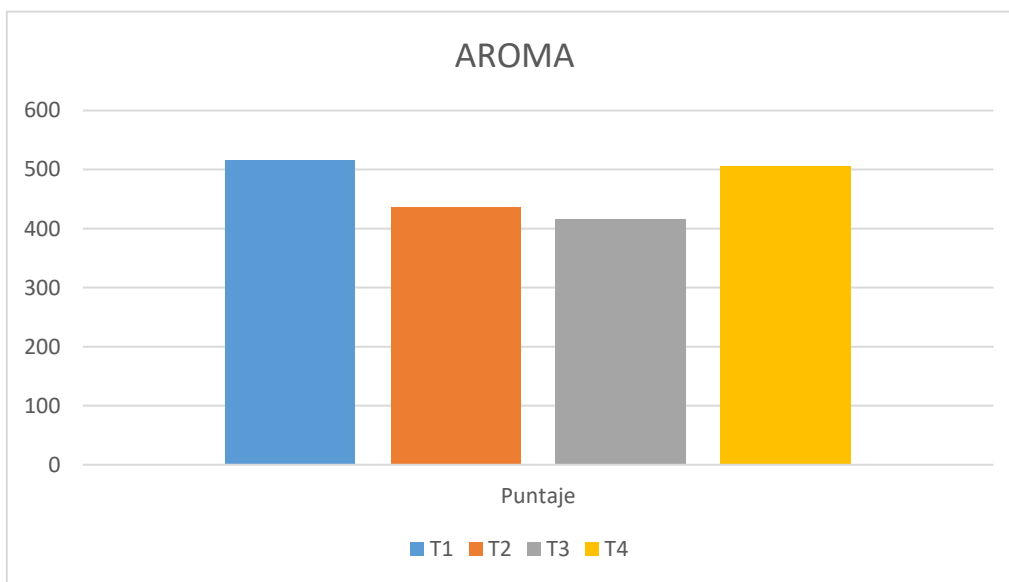
Figura 3. Análisis de las características organolépticas de la textura.



Como se puede observar en la figura 3. el atributo de textura el T1 contenía una concentración de 0% de harina de chía, el T2 5%, el T3 10% y el T4 15%, para el caso de la textura se puede observar que, si hubo mucha diferencia significativa en el T2 con un puntaje de 438 y el T3 con un puntaje de 420, y que el T1 y el T4 fueron los más altos, con un puntaje de 486 para el T1 y 479 para el T4.

Aroma.

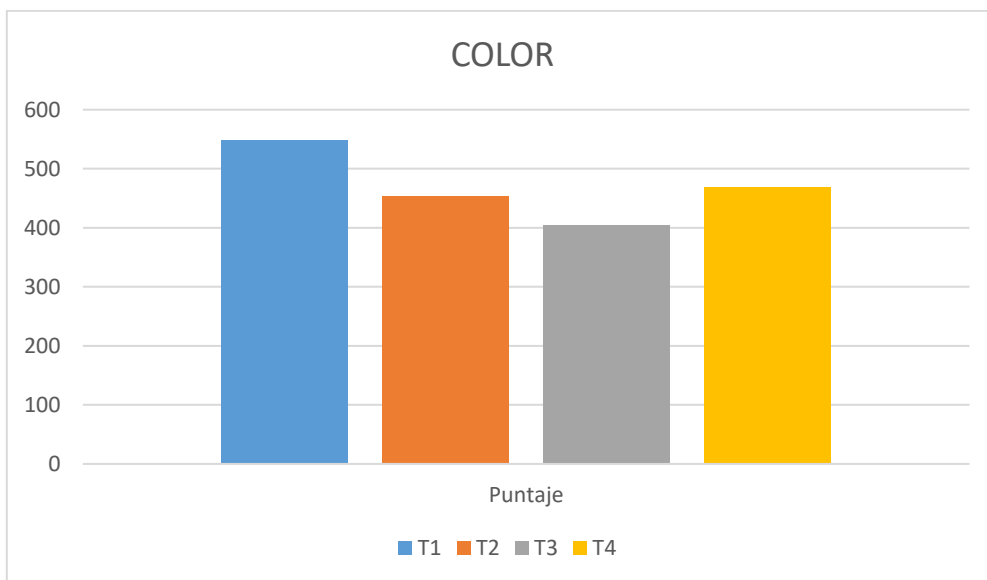
Figura 4. Análisis de las características organolépticas del aroma.



Como se puede observar en la figura 4. con los resultados obtenidos del atributo aroma el T1 contenía una concentración de 0% de harina de chía, el T2 el 5%, el T3 10% y el T4 con el 15% para el caso del aroma se puede observar que el T1 con un puntaje de 516 y el T4 con un puntaje de 505 no presentan diferencia significativa es igual con el caso del T2 con un puntaje de 437 y T3 con un puntaje de 415 en este caso no muestran diferencia significativa entre sí, lo que da a conocer que los panelistas no encontraron diferencias significativas en cuanto al aroma de estas muestras.

Color.

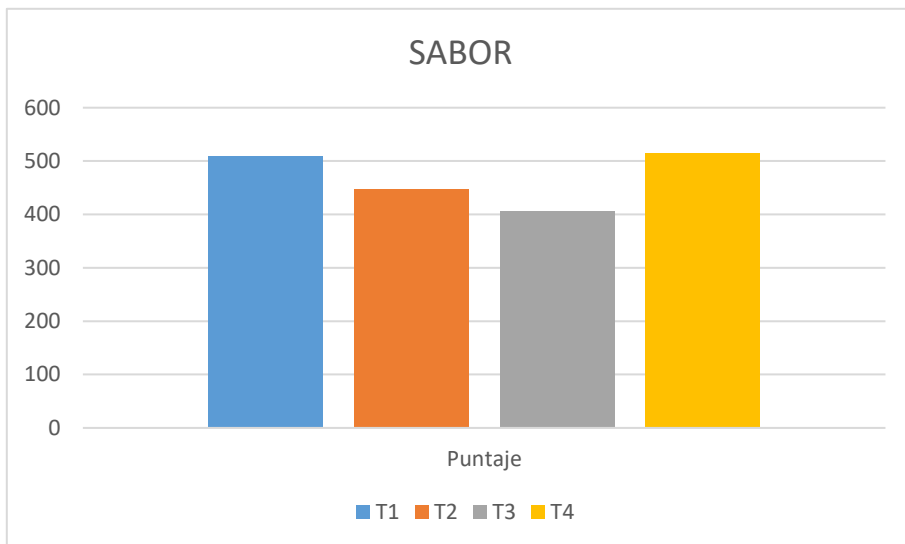
Figura 5. Análisis de las características organolépticas del color.



Como se puede observar en la figura 5. Con los resultados obtenidos del atributo color, tanto en el T1 con 0%, T2 con 5%, T3 con 10% y T4 con el 15% de harina de chía en todas las muestras se presenta diferencia significativa siendo el T1 con el 0% de harina de chía con un puntaje de 548 el más alto, seguido del tratamiento T4 con el 15% de harina de chía con un puntaje de 468, esto demuestra que el porcentaje de la harina de chía influye considerablemente en el color de los roles de canela.

Sabor.

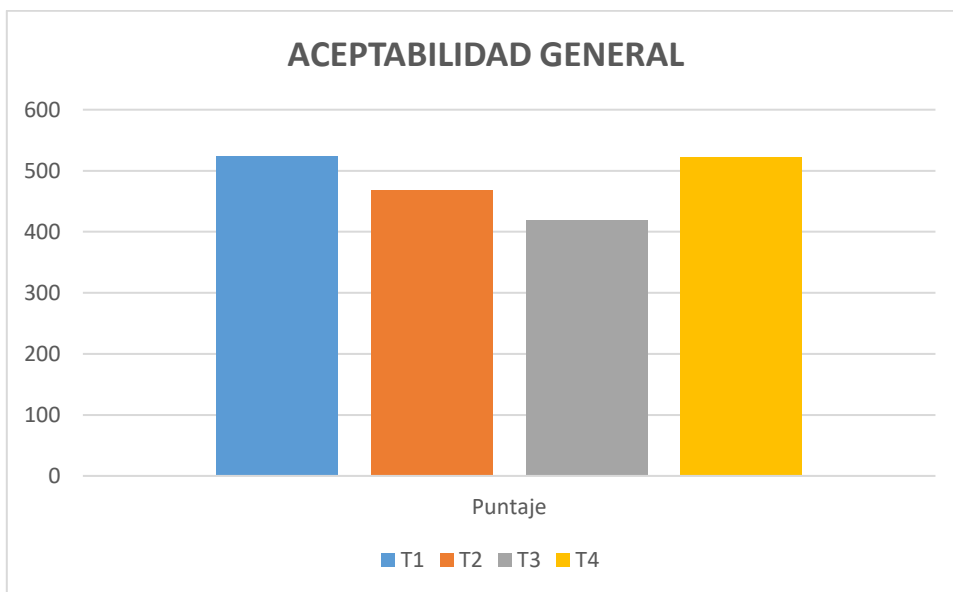
Figura 6. Análisis de las características organolépticas del sabor.



Como se puede observar en la figura 6. Con los resultados obtenidos del atributo sabor se dan a conocer las características sensoriales evaluadas de los roles de canela, en las cuales se adiciono harina de chíá, el T1 contenía una concentración de 0% de harina de chíá, el T2 el 5%, el T3 10% y el T4 15% para el caso del sabor se puede observar que el T4 que fue el que se agregó el 15% de harina de chíá fue el tratamiento que obtuvo el puntaje más alto siendo 515.

Aceptación General.

Figura 7. Análisis de las características organolépticas de la aceptabilidad general.



Como se puede observar en la figura 7. el atributo de aceptabilidad general el T1 contenía una concentración de 0% de harina de chía, el T2 5%, el T3 10% y el T4 15%, para el caso de la aceptabilidad se puede observar que, el T1 y T4 fueron los dos tratamientos con mayor aceptabilidad general el T1 con un puntaje de 523 y el T4 con un puntaje de 524.

6.4. Índice de Aceptabilidad

Con base a los datos obtenidos, fue posible calcular el índice o tasa de aceptación. Se puede observar (Figura 8) que el índice de aceptación para el T1 fue del 77.44% y para el T4 fue del 77.33% estos dos tratamientos presentaron la mayor aceptación, así mismo se obtuvieron los porcentajes de aceptación del T2 y T3 con 69.11% y 61.89% respectivamente. El índice de aceptabilidad (IA).

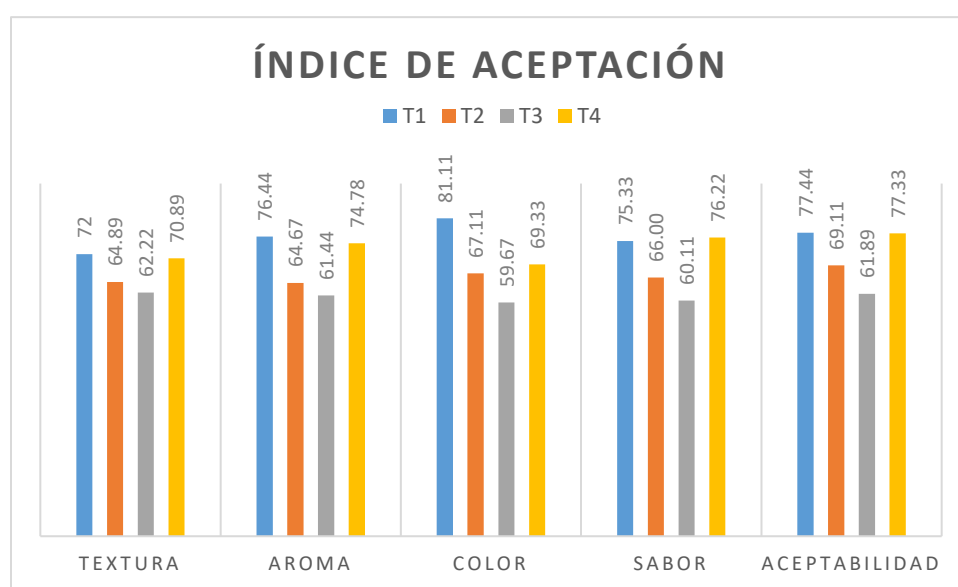


Figura 8. Índice de aceptabilidad de las características organolépticas de los cuatro tratamientos.

VII. CONCLUSIONES

- Los roles de canela elaborados con harina de trigo y adición de harina de chía, obtuvieron satisfactoria aceptación por parte de los consumidores siendo el T1 con él 0% de adición de chía y el T4 con el 15% de adición de chía los que obtuvieron una evaluación sensorial de 7 puntos siendo me gusta bastante, dentro de una escala hedónica de 9 puntos siendo el atributo color el único que infiere entre estos dos tratamientos.
- Se obtuvo la mejor formulación para elaborar los roles de canela fortificados con harina de chía, de la misma manera se elaboró la harina a partir de semillas de chía a escala de laboratorio.
- Mediante el análisis sensorial se determinó que el T1 y T4 los cuales obtuvieron un 77% de aceptación general, por lo tanto, estos tratamientos fueron aceptado por los jueces, dando como resultado la importancia de estas semillas por sus propiedades nutricionales y lo novedoso que es ya que se pueden elaborar alimentos.

VIII. RECOMENDACIONES

- Realizar análisis microbiológicos para valorar la carga microbiana y determinar cuáles son los puntos críticos de control del proceso de elaboración.
- Se recomienda que al momento de someter los roles de canela fortificados con harina de chía a cocción sea a una temperatura y tiempo adecuado, debido que esto es un factor que influye bastante en la calidad del producto.
- Realizar un análisis completo para conocer la composición nutricional de los roles de canela fortificados con harina de chía.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Abbate, P; Cardós, M; Campaña, L. 2017. El trigo, su difusión, importancia como alimento y consumo. Manual del cultivo del trigo. Instituto Internacional de Nutrición de Plantas 1(1):7-21.
- Almonacid, J; Dangé, D. 2009. Cinnamon Roll: un dulce snack para la temporada. Santiago Marriott Hotel Pastelería 1(1):39-43.
- Anchundia Romero, CA; Martillo Ortegano, AN. 2019. Estudio comparativo del valor nutricional de la harina de fruta de pan (*Artocarpus altilis*) frente a la harina de trigo (*Triticum vulgare*). Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Guayaquil, Ecuador. 90 p.
- Cahill, JP. 2003. Ethnobotany of chia, *Salvia hispanica* L. (Lamiaceae). Economic Botany 57(4):604-618. DOI: [https://doi.org/10.1663/0013-0001\(2003\)057\[0604:EOCSHL\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1663/0013-0001(2003)057[0604:EOCSHL]2.0.CO;2).
- Cahill, JP. 2004. Genetic diversity among varieties of chía (*Salvia hispanica* L.). Genetic Res. Crop Ev. 51(7):773-781. Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1023/B:GRES.0000034583.20407.80>.
- Cárdenas-Mazón, NV; Cevallos-Hermida, CE; Salazar-Yacelga, JC; Romero-Machado, ER; Gallegos-Murillo, PL; Cáceres-Mena, ME. 2018. Uso de pruebas afectivas, discriminatorias y descriptivas de evaluación sensorial en el campo gastronómico. Domino de las Ciencias 4(3):253-263. DOI: <https://doi.org/10.23857/dc.v4i3.807>.
- Chavan, JK; Kadam, SS; Ramka Reddy, N. 1993. Nutritional enrichment of bakery products by supplementation with nonwheat flours. Critical Reviews in Food Science Nutrition 33(3):189-226.
- Coelho, MS; Salas Mellado, MM. 2013. Pan formulado con adición de harina de chía (*Salvia hispanica* L). La Alimentación Latinoamericana N° 308. Universidad Federal do Rio Grande, Brasil. 38-42 p.
- Coral, V; Gallegos, R. 2015. Determinación proximal de los principales componentes nutricionales de harina de maíz, harina de trigo integral, avena, yuca, zanahoria amarilla, zanahoria blanca y chocho. infoANALITICA 3:9-24.

- Cordova Yucra, JL. 2017. Determinación del porcentaje de sustitución de la harina de trigo (*Triticum spp*) por harina de Chía (*Salvia hispanica* L.) en función a las características sensoriales, física y química del pan de molde. Tesis de grado. Tacna, Perú. 111 p.
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. 2019. Cinnamon buns, frosted (includes honey buns) (sr legacy, 167940). Central de datos de alimentos. Consultado el 19 de abril de 2023. Disponible en: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/167940/nutrients>. .
- Elías, LG. 1996. Concepto y tecnologías para la elaboración y uso de harinas compuestas. Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana 121(2):179-182.
- Espinosa Rodríguez, ED. 2021. Estudio de la sustitución de harina de trigo por harina de semillas de chía en la elaboración de productos horneados como tortas y galletas. Tesis de grado. Universidad de los Andes, Bogotá. 10 p.
- Falade, KO; Akingbala, JO. 2008. Improved nutrition and national development through the utilization of cassava in baked foods. International Union of Food Science and Technology.
- Mepba, H; Eboh, L; Nwaojigwa, SU. 2007. Chemical composition, functional and baking properties of wheat-plantain composite flours. African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development 7(1):152-160.
- Migliavacca, RA; Silva, TD; Vasconcelos, AD; Mourão Filho, W; Baptistella, JLC. 2014. O cultivo da chia no Brasil: futuro e perspectivas. Journal of Agronomic sciences, 3(1):161-179.
- Mohd Ali, N; Yeap, SK; Ho, WY; Beh, BK; Tan, SW; Tan, SG. 2012. The promising future of chia, *Salvia hispanica* L. Journal of Biomedicine & Biotechnology 2012:171956. DOI: <https://doi.org/10.1155/2012/171956>.
- Moreiras, O. 2019. Tablas de composición de alimentos. Text (en línea, sitio web). Consultado 31 may 2023. Disponible en <https://biblioteca.uazuay.edu.ec/buscar/item/83081>.
- Navarro Martínez, J; Pereira Jalilie, S. 2020. Elaboración y caracterización de pan de molde a base de harina de chía (*Salvia hispánica* l.) y quinua (*Chenopodium quinoa* wild). Revista Gipama 2(1):44-53.

- Ohimain, EI. 2015. Recent advances in the production of partially substituted wheat and wheatless bread. *European Food Research and Technology* 240(2):257-271. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-014-2362-1>.
- Rodríguez, DC; Generoso, SM; Gutiérrez, DR; Questa, AG. 2015. Aplicación del análisis sensorial en la evaluación de la calidad de productos frescos cortados. *Simiente* 85(3-4):21-38.
- Rovati, A; Escobar, E; Prado, C. 2006. Particularidades de la semilla de chía (*Salvia hispanica* L.). *EEAOC - Avance Agroindustrial* 33(3):39-43.
- Sandoval Oliveros, MR. 2012. Aislamiento y caracterización de las proteínas de reserva de chía (*Salvia hispánica* L.). Tesis de Máster. México, Universidad Autónoma de Queretaro. 113 p.
- Sargi, SC; Silva, BC; Santos, HMC; Montanher, PF; Boeing, JS; Santos Júnior, OO; Souza, NE; Visentainer, JV. 2013. Antioxidant capacity and chemical composition in seeds rich in omega-3: chia, flax, and perilla. *Food Science and Technology* 33:541-548. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612013005000057>.
- Seibel, W. 2006. Composite flours. In *Future of Flour: A Compendium of Flour Improvement*. Popper. Verlag AgriMedia. 193-198 p.
- Torricella Morales, RG; Zamora Utset, E; Pulido Álvarez, H. 2007. Evaluación sensorial: Aplicada a la investigación, desarrollo y control de la calidad en la industria alimentaria. Habana, Cuba, Universitaria. 135 p.
- Ullah, R; Nadeem, M; Khaliq, A; Imran, M; Mehmood, S; Javid, A; Hussain, J. 2016. Nutritional and therapeutic perspectives of Chia (*Salvia hispanica* L.): a review. *Journal of Food Science and Technology* 53(4):1750-1758. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-015-1967-0>.
- Vásquez, F; Verdú, S; Islas, AR; Barat, JM; Grau, R. 2016. Efecto de la sustitución de harina de trigo con harina de quinoa (*Chenopodium quinoa*) sobre las propiedades reológicas de la masa y texturales del pan. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 17(2):307-317.
- Villalobos Pineda, KK. 2020. Impacto del procesado sobre la digestibilidad in vitro de semillas de chía (*Salvia hispánica*) y sus derivados. Tesis de Máster. Universidad Politécnica de Valencia, España. 23 p.

Xingu López, A; González Huerta, A; de la Cruz Torres, E; Sangerman Jarquín, DM; Orozco de Rosas, G; Rubí Arriaga, M. 2017. Chía (*Salvia hispanica* L.) situación actual y tendencias futuras. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 8(7):1619-1631.

X. ANEXOS

I. Obtención de harina de chía



Limpieza de impurezas y pesado



Deshidratado



Triturado



Tamizado

II. Elaboración de los roles de canela fortificados con harina de Chía.



Pesado de materias primas



Muestra de los cuatro tratamientos

Mezclado de los ingredientes



Elaboración de los roles de canela



Producto final



Evaluación sensorial