

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

DESARROLLO DE UNA GALLETA A BASE DE HARINA NIXTAMALIZADA
INTEGRAL DE TEOSINTE (*Dioon Mejiae* Standl & LO Williams.) CON ADICIÓN DE
AVENA (*Avena sativa* L.)

POR:

ELISA ROXANA BENITES CONTRERAS

TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2023

DESARROLLO DE UNA GALLETA A BASE DE HARINA NIXTAMALIZADA
INTEGRAL DE TEOSINTE (*Dioon Mejiae* Standl & LO Williams.) CON ADICIÓN DE
AVENA (*Avena sativa* L.)

POR:

ELISA ROXANA BENITES CONTRERAS

M. Sc. RAMÓN ANTONIO HERRERA ANTÚNEZ

Asesor Principal

TESIS

PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE **INGENIERÍA EN**
TECNOLOGÍA ALIMENTARIA

CATACAMAS

OLANCHO

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 padre José Santos Benites por 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 mi hermana Jancy Benites por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.

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 llevare 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 padre y a mi hermana 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 M.sc. Ramón Herrera, M.sc. Nairobi Sevilla, a la M.sc. Debora Mejía y al M.sc. Mario Gonzales, por compartir sus conocimientos, por creer en mí y en mis capacidades y permitirme poder trabajar con ellos.

Mi más sincera gratitud a Lizzy Duarte y Verónica Cáceres 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 amigas que han sido muy especiales para mí: Leslye Colindres, Verónica Cáceres, Alejandra Garmendia, Gabriela Colindres, Cielo Alemán, Delmy Herrera y a mis primas que han sido como mis hermanas y mejores amigas en esta etapa; Andira Echeverría, Irania Echeverría, Grebil Echeverría y Ivis Echeverría. Que estuvieron conmigo durante estos cuatro años y siempre me apoyaron y me motivaron a nunca darme por vencido para ellos, muchas gracias por todo.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	7
LISTA DE FIGURAS	8
RESUMEN.....	9
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. OBJETIVOS.....	11
2.1. Objetivo general	11
2.2. Objetivos específicos.....	11
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	12
3.1. Generalidades del trigo.....	12
3.1.1. Composición nutricional de la harina de trigo	5
3.2. Harina integral de trigo.....	6
3.3. Generalidades de las galletas de trigo.....	6
3.4. Componentes que se utilizan en la producción de galletas	7
3.5. Teosinte	9
3.5.1. Propiedades funcionales del teosinte.....	9
3.5.2. Composición nutricional de la harina nixtamalizada de teosinte	10
3.6. Avena.....	10
3.6.1. Composición nutricional de avena	11
IV. MATERIALES Y MÉTODO.....	13
4.1. Lugar de investigación	13
4.2. Materiales y equipo	13
4.3. Metodología.....	14
4.3.1. Etapa I: Elaboración de la harina integral nixtamalizada de teosinte:.....	15
4.3.2. Etapa II: Diseño de las formulaciones para el proceso de manufactura.....	15
4.3.3. Etapa III: Evaluación sensorial.	19
4.4. Análisis estadístico	20
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21

5.1 Etapa I: Elaboración de la harina integral nixtamalizada de teosinte:.....	21
5.2 Etapa II: Diseño de las formulaciones para el proceso de manufactura.....	21
5.3 Etapa III: Evaluación sensorial.	22
5.4 Comprobación de la normalidad de los datos	23
5.5 Índice de aceptabilidad.	27
VI CONCLUSIONES	29
VII. RECOMENDACIONES.....	30
VIII. BIBLIOGRAFÍA	32
IX.ANEXOS.....	36

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Componentes de la harina de trigo por cada 100 g. de producto.	5
Tabla 2. Composición nutricional de la harina de teosinte.	10
Tabla 3. Composición nutricional de la avena por cada 100 g. de producto.....	11
Tabla 4. Materias primas requeridas para la producción de las galletas integrales.....	13
Tabla 5. Ingredientes fijos.	15
Tabla 6. Ingredientes variables.....	16
Tabla 7. A continuación, se muestra las corridas experimentales las cuales se obtuvieron del programa STATGRAPHICS.....	16
Tabla 8. Escala hedónica de cinco puntos.....	20
Tabla 9. Representación de las 3 formulaciones.	22
Tabla 10. Análisis de las características organolépticas de las galletas.	23

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Planta procesadora de granos y cereales.....	13
Figura 2. Comedor estudiantil universitario.....	13
Figura 3. Etapas de la investigación.....	14
Figura 4. Programa estadístico InfoStat. Elaboración propia	23
Figura 5. Análisis de las características organolépticas del color.	24
Figura 6. Análisis de las características organolépticas del sabor.	24
Figura 7. Análisis de las características organolépticas de la textura.	25
Figura 8. Análisis de las características organolépticas del aroma.	25
Figura 9. Evaluación de la aceptación general.....	26
Figura 10. Índice de aceptabilidad de las características organolépticas de los tres tratamientos.	27

BENITES CONTRERAS, ER. 2023. Desarrollo de una galleta a base de harina nixtamalizada integral de teosinte (*Dioon Mejiae* Standl & LO Williams.) con adición de avena (*Avena sativa* L.). Tesis. Ingeniería. en Tecnología Alimentaria, Catacamas, Olancho, Honduras, Universidad Nacional de Agricultura.

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue desarrollar una galleta a base de harina nixtamalizada integral de teosinte (*Dioon Mejiae* Standl & LO Williams.) con adición de avena (*Avena sativa* L.), Para el desarrollo de la investigación se dividió en tres etapas. La primera etapa fue la obtención de harina integral nixtamalizada de teosinte, para la elaboración de la harina de teosinte, se desarrolló una metodología mediante procesos de hidrólisis alcalina, lavado, posterior secado y almacenado de la harina integral. La siguiente etapa; consistió en el diseño de las formulaciones para el proceso de manufactura, mediante un diseño de mezclas para determinar los valores máximos y mínimos de las harinas empleadas, para una adecuada conjugación donde el resto de ingredientes se dejó constante, las corridas experimentales se desarrollaron con el programa estadístico STATGRAPHICS. Y en la tercera etapa se realizó evaluación sensorial los diferentes tratamientos fueron evaluados mediante análisis sensorial a escala hedónica de 5 puntos. Para la evaluación de los datos obtenidos, se utilizó una prueba de comparación múltiple Tukey con un nivel de significancia del 5 %, y con el paquete estadístico InFostat. En el resultado obtenido se observó que hay diferencia significativa en los tres tratamientos, pero que el tratamiento 2 que contenía un 25% de harina de teosinte fue el más aceptado, con un índice de aceptabilidad del 91%.

Palabras claves: teosinte, nixtamalización, galleta, integral, harina, análisis sensorial, organolépticas.

I. INTRODUCCIÓN

Las preocupaciones del ser humano en la actualidad, se basan de un nuevo estilo de vida orientado al consumo de alimentos saludables y nutricionalmente de buena calidad, influido a que desean mantener una buena salud para lograr una vida más prolongada y de mejor calidad, basándose en el consumo de alimentos con alto valor nutritivo ya que, ante la amplia gama de productos alimenticios a los que se expone el consumidor diariamente, es importante saber elegir no solo la calidad, sino el mayor aporte nutricional que el alimento brindará (Morones, 2019; Aguilar y Asmat 2019).

Con lo anterior, se da el auge de los alimentos funcionales enfocados en la nutrición, alimentos definidos como aquellos productos alimenticios que además de ser inocuos y poseer los nutrientes básicos contienen uno o más ingredientes adicionales que aportan un beneficio para la salud, los cuales sea fáciles de usar y se ajuste a recomendaciones nutricionales (Ramírez, Morones 2019).

Por ello se ha desarrollado la fortificación de alimentos como nueva alternativa para el mejoramiento nutricional de los alimentos. Aprovechando la diversidad de recursos de una región determinada de manera inteligente, permitiendo detectar nuevas oportunidades para mejorar la calidad nutricional y funcional de los alimentos; tal es el caso del teosinte del cual se obtiene harina que posee nutrientes y cualidades que la convierten en una harina con excelentes propiedades nutricionales y funcionales, que puede ser una alternativa para el desarrollo de nuevos productos alimenticios. De lo expresado anteriormente ha servido como incentivo para la elaboración de una galleta a base de harina de teosinte (*Dioon Mejiae* Standl & LO Williams.) con adición de avena (*Avena sativa* L.)

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Desarrollar una galleta a base de harina de teosinte (*Dioon Mejiae* Standl & LO Williams.) con adición de avena (*Avena sativa* L.)

2.2. Objetivos específicos

- Elaborar harina integral de teosinte nixtamalizada a escala de laboratorio.
- Diseñar formulaciones de galletas con diferentes porcentajes de harina de teosinte y harina de avena a escala de laboratorio.
- Evaluar las características organolépticas de las galletas obtenidas en las formulaciones mediante pruebas sensoriales de aceptación hedónica a escala de laboratorio.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Generalidades del trigo

El trigo (*Triticum aestivum* L.) es considerado la especie agrícola más antigua cultivada por el hombre, siendo el cereal más sembrado en el mundo. El trigo es una planta anual de crecimiento invierno primaveral, que, debido a su gran diversidad genética, puede crecer y reproducir en ambientes muy diferentes entre sí. Este cultivo se extiende ampliamente en muchas partes del mundo, quizás por ser una especie que tiene un amplio rango de adaptación y por su gran consumo en muchos países. En la actualidad ocupa el primer lugar entre los cuatro cereales de mayor producción mundial: trigo, maíz, cebada y arroz. (Moreno, Ramírez, Plana, & Iglesias, 2020).

El trigo es convencionalmente utilizado en la manufacturación del pan y otros alimentos de consumo diario, dado a la capacidad de su harina para formar pan voluminoso, debido a la elasticidad del gluten que contiene (Blanco 2017; Córdova y Carreño 2018; Manangón Monteros 2019). El trigo es un monocotiledón perteneciente al género *Triticum* de la familia de las Gramínea, siendo las dos especies más cultivadas el trigo blando (*Triticum aestivum*) y el trigo duro (*Triticum durum*). Es uno de los cereales más usados en la elaboración de alimentos y por tanto el más cultivado; siendo el producto agrícola más importante. Uno de los componentes nutricionales más importantes del trigo es la proteína (Altamirano, 2020).

3.1.1. Composición nutricional de la harina de trigo

La harina de trigo es el principal ingrediente para la elaboración de pan. La tabla 1 presenta los porcentajes de los principales componentes de la harina de trigo.

Tabla 1. Componentes de la harina de trigo por cada 100 g. de producto.

Componentes	100 g./harina de trigo
Almidón	75
Proteína	12
Polisacáridos no del almidón	10
Lípidos	2
Fibra	1
Total	100

Fuente: (Becerra Solano y Tuñoque Satamaria 2018).

Harina de trigo

Es proveniente de diversas calidades de trigo cultivado en diferentes partes del mundo. Por lo que, presenta un aspecto pulverulento con pequeños gránulos de bordes redondeados, de color blanco, por lo que tiene una buena extensibilidad y dureza media- baja, siendo ampliamente utilizada para pan y productos fermentados tales como postres (pasteles, galletas etc.) pizzas y para la producción de pasta fresca (Aguilar y Asmat Daza 2020). La harina de trigo es uno de los alimentos más antiguos que el ser humano ha consumido y está presente en muchísimos ámbitos de nuestra vida (Dolores Sifre, Peraire, Simó, & Segura, 2019).

3.2. Harina integral de trigo

La harina integral de trigo contiene más proteínas y gluten que la harina de trigo blando y tiene una capacidad mayor para absorber agua y una mayor fragmentación de los gránulos de almidón. Por lo que, los productos elaborados a base de harina integral poseen un nivel de retención superior y un índice glucémico inferior y contienen carotenoides, pigmentos orgánicos que se pueden unir y eliminar los radicales libres (antioxidantes) (Callejo González 2019). La harina integral es aquella que se obtiene a partir del trigo, a diferencia de las harinas refinadas puede ser de molienda superfina, fina o gruesa, y conserva los componentes más nutritivos: el germen (o embrión de la planta de trigo) y el salvado (Chungata, 2021).

3.3. Generalidades de las galletas de trigo

La galleta integral es un alimento que no contiene colesterol y es elaborada a base de harina de trigo entero sin la preparación de ninguna de sus partes, en combinación de una mezcla de grasas y agua, pueden adicionarse azúcares y otros alimentos (aditivos, aromas, condimentos, especies etc.), siendo un producto con un valioso contenido nutricional que aporta fibra dietética, energía y al mismo tiempo vitaminas, minerales y ácidos grasos (Yacila Sarango 2020).

3.4. Componentes que se utilizan en la producción de galletas

A. Harina integral de trigo: La harina predominante en la elaboración de productos de panificación, extrayéndose de la harina el principal ingrediente para la elaboración de galletas, la cual puede ser obtenida ya sea refinada o integral, dependiendo del tipo de galleta que se vaya a elaborar (Fuente propia, 2023).

B. Edulcorante: Utilizado para otorgar sabor dulce, y el color caramelo a las galletas que lo requieran, además de proporcionar energía (Fuente propia, 2023).

C. Grasa: Contribuyen al mejoramiento de la masa tornándola más suave, de sabor agradable y ayudar a definir el color de la galleta; además que mejora la conservación dado que disminuye la pérdida de humedad ayudando a mantener la integridad de la galleta fresca (Fuente propia, 2023).

D. Leche: Esencial para la formación de la masa, dado que en su composición contiene agua, además de ser un alimento de alto valor nutricional; mejorando la textura y sabor de las galletas. Siendo una fuente importante de proteínas y vitaminas del complejo B, además de minerales como calcio (Fuente propia, 2023).

E. Huevos: Uno de los alimentos más nutritivos, aportando a las galletas textura, sabor y nutrición, dado que es una fuente importante de proteínas, grasas y vitaminas A, D, E, K y B1 (riboflavina) (Fuente propia, 2023).

F. Soda: Es utilizado en pocas cantidades en las galletas, su función es hacer que la masa crezca durante el horneado (Fuente propia, 2023).

3.5. Teosinte

Dioon mejiae Standl & LO Williams conocido como teosinte, es un árbol fósil viviente que se encuentra en Honduras, originario del departamento de Olancho donde se encuentra la mayor parte de la especie en comunidades como Rio Grande y Saguay. El teosinte es una cícada, grupo de plantas que surgió antes de la división entre monocotiledóneas y dicotiledóneas empleadas como cereales, utilizado para la alimentación principalmente en la elaboración de comidas típicas centrándose en los productos de panificación (Bastias Montes et al. 2020).

3.5.1. Propiedades funcionales del teosinte

Los alimentos con capacidad antioxidante son de suma importancia para el buen funcionamiento de nuestro organismo, ya que ayudan a prevenir los daños que proporcionan los radicales libres en nuestras células. Es por ello que el consumo de alimentos que contienen antioxidantes es de suma importancia ya que evita que las células de nuestro organismo sean destruidas y con esto se conlleva al padecimiento de ciertas enfermedades que pueden poner en riesgo nuestra vida (Marcia, Sosa, & Herrera, 2022)

3.5.2. Composición nutricional de la harina nixtamalizada de teosinte

La composición nutricional de la harina de teosinte se describe a continuación (Tabla 2):

Tabla 2. Composición nutricional de la harina de teosinte.

<i>Parámetros</i>	<i>100 g</i>
Humedad	13.11
Ceniza	1.56
Proteínas	9.67
Grasa	1.16
Fibra dietética total	6.24
Fibra dietética soluble	1.47
Fibra dietética insoluble	4.77
Carbohidratos totales	68.26
Almidón total	67.90
Azúcares libres	0.36
Glucosa	0.12
Fructosa	0.24

Fuente: (Bastias Montes et al. 2020).

3.6. Avena

La avena (*Avena sativa* L.) es un tipo de grano de cereal. Las personas a menudo comen las semillas enteras de la planta (avena), las capas externas de semillas (salvado de avena) y las hojas y los tallos (paja de avena). La avena puede reducir los niveles de colesterol y azúcar

En la sangre y ayudar a controlar el apetito al hacer que se sienta lleno. El salvado de avena podría funcionar evitando que el intestino absorba sustancias que pueden provocar enfermedades cardíacas, colesterol alto y diabetes. La avena parece reducir la hinchazón cuando se aplica sobre la piel. (Garcia, Martinez, & Gracia, 2020)

La avena proviene de las gramíneas, la cual es una planta herbácea anual, de tallo recto, con una altura promedio de medio metro. La avena como cereal aporta mucha fibra dietética soluble, además de vitaminas y minerales, al no contener gluten es tolerado por las personas intolerantes a dicha proteína (Olga et al. 2020).

3.6.1. Composición nutricional de avena

Tabla 3. Composición nutricional de la avena por cada 100 g. de producto.

<i>Composición del grano de avena</i>	<i>Por cada 100 g. de avena)</i>
Humedad	13.3
Proteína	16.8
Lípidos	7.5
Fibra	10.6
Cenizas	3.1
Calcio	6
Fosforo	3
Hierro	4.7
Zinc	3.9
Yodo	5.9
Tiamina	3.5
Riboflavina	4.1
Niacina	8.3

Fuente: (Paucar Díaz y Ramos García 2019).

3.7. Propiedades funcionales de la avena

La avena (*Avena sativa* L.) posee efectos positivos en la salud, ya que es uno de los pocos cereales que contiene fibra soluble como insoluble, tales como α -glucano, arabinosilanos y celulosa; además de su contenido en proteínas, lípidos (ácidos grasos insaturados), vitaminas, antioxidantes y compuestos fenólicos. La fibra soluble (inulina, pectina, gomas y fructooligosacáridos) captan el agua y son capaces de formar geles lo que acelera el tránsito intestinal y enlentece el vaciamiento gástrico (Ortega y Barboza 2018).

Asimismo, el consumo de avena previene enfermedades al corazón y digestivas, ayudando a la regulación de la presión arterial, a la movilización intestinal y control de peso ya que ayuda en la reducción del colesterol en la sangre. Es considerada un grano completo por el aporte de fibras solubles al tracto gastrointestinal lo que permite a las enzimas pancreáticas actuar de forma eficiente, asimilando nutrientes y expulsando los desechos (Olga et al. 2020).

IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1. Lugar de investigación

El trabajo de investigación se realizó en la planta de granos y cereales de la Facultad de Ciencias Tecnológicas (Figura 1) planta en la cual, se realizó el proceso de recepción de la materia prima, mientras que la nixtamalización y la preparación de las galletas se llevó a cabo en el comedor estudiantil de la UNAG (Figura 2). Para la obtención de la harina de teosinte se realizó el proceso de deshidratación en la planta de hortofrutícola, de la Facultad de ciencias tecnológicas.



Figura 1. Planta procesadora de granos y cereales.



Figura 2. Comedor estudiantil universitario.

4.2. Materiales y equipo

4.2.1. Materia prima

Tabla 4. Materias primas requeridas para la producción de las galletas integrales.

<i>Materia prima</i>	<i>Marca</i>
Harina de teosinte	Elaboración propia
Harina de trigo	La rosa
Margarina	Clover
Azúcar	Doña Matilde
Huevos	Tienda Universitaria UNAG
Soda	Royalty Club

4.2.2. Materiales complementarios: Sartenes de cocina, bandejas para hornear, mesa acero inoxidable, papel toalla grado alimentario, cucharas de acero inoxidable, estufa eléctrica, cuchillos de acero inoxidable, molino de disco.

4.2.3. Equipos e instrumentos: Balanza analítica, digital food tech con un margen de error de ± 1 g., termómetro de punción de -50° - 200°C con margen de error de $\pm 1^{\circ}\text{C}$, medidor de humedad John deere margen de error 1%.

4.3. Metodología

Para el cumplimiento de los objetivos se realizaron tres etapas experimentales descritas a continuación (Figura 3):

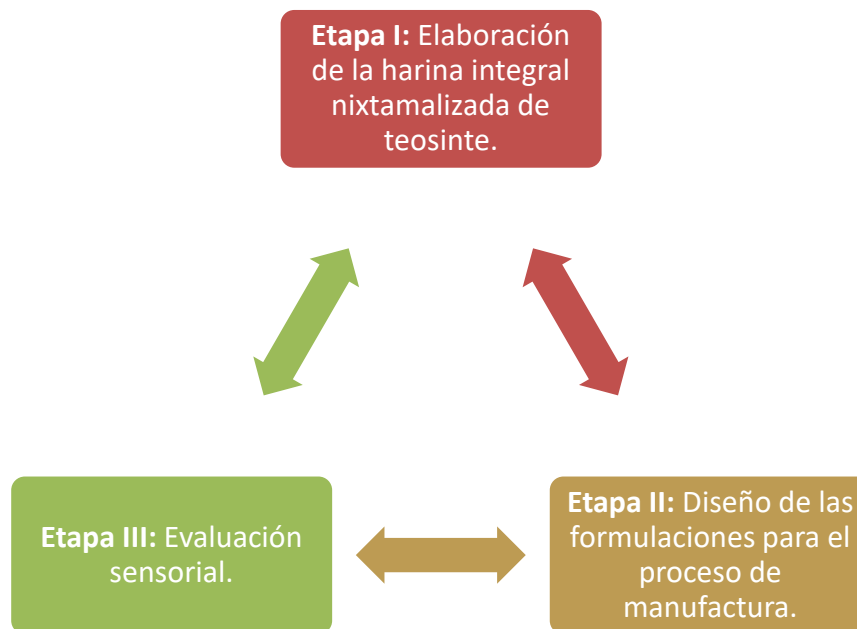


Figura 3. Etapas de la investigación.

4.3.1. Etapa I: Elaboración de la harina integral nixtamalizada de teosinte:

Para la elaboración de la harina de teosinte, se desarrolló una metodología mediante procesos de hidrolisis alcalina, lavado, posterior secado. Las bellotas se cosechan considerando su índice de madurez el cual se identifica por un cambio en la coloración de las mismas, secado del pedúnculo y tamaño, luego se rompieron sus cariósides, separando el exocarpio del pericarpio, seguidamente se cortaron en láminas delgadas, asimismo se realizó el proceso de secado por 5 días. Continuando con la nixtamalización para eliminar ciano glicósidos, detoxificar la harina xenobióticos. Luego se continuo con el proceso de deshidratación durante 8 horas, una vez enfriadas las semillas de teosinte fueron trituradas haciendo uso de un molino eléctrico para la obtención de la harina la cual consecutivamente fue tamizada finalizando con la elaboración de las galletas (Antúnez, 2022)

4.3.2. Etapa II: Diseño de las formulaciones para el proceso de manufactura.

La segunda etapa se enfocó, en el desarrollo de formulaciones mediante un diseño de mezclas para determinar los valores máximos y mínimos de las harinas empleadas (Tabla 5), para una adecuada conjugación donde el resto de ingredientes se dejó constante, para poder determinar cómo influyen el porcentaje de inclusión de cada harina en las características de las galletas elaboradas por lo que los valores se detallan a continuación:

Tabla 5. Ingredientes fijos.

Materia prima	Cantidad (g)
Margarina	7
Azúcar	5
Huevos	6
Soda	4
Leche	8

Tabla 6. Ingredientes variables.

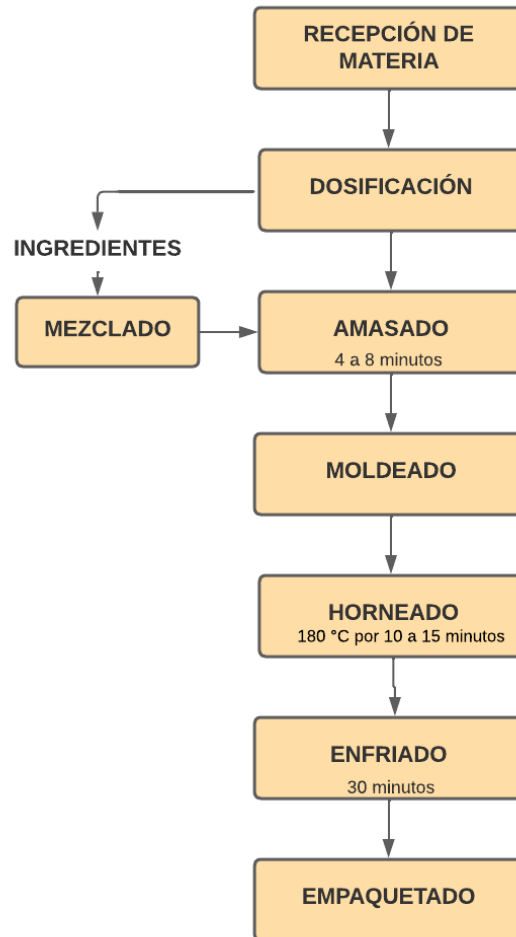
Materia prima	Valor mínimo (%)	Valor Máximo (%)
Harina de trigo	25	30
Harina de teosinte	20	25
Avena	10	15

Tabla 7. A continuación, se muestra las corridas experimentales las cuales se obtuvieron del programa STATGRAPHICS.

	Harina de trigo	Harina de teosinte	Avena	Margarina	Azúcar	Huevos	Soda	Leche
1	0.15	0.30	0.14	0.7	0.5	0.6	0.4	0.8
2	0.15	0.25	0.10	0.7	0.5	0.6	0.4	0.8
3	0.30	0.15	0.20	0.7	0.5	0.6	0.4	0.8
4	0.3	0.25	0.14	0.7	0.5	0.6	0.4	0.8
5	0.31	0.24	0.14	0.7	0.5	0.6	0.4	0.8

A. Proceso de elaboración de las galletas

El proceso para la elaboración de las galletas se basó en lo propuesto por Yacila Sarango (2020). Con leves modificaciones. Por lo que, el proceso de elaboración de las galletas integrales se muestra a continuación:



Descripción del proceso:

- **Recepción de la materia prima:** Se obtuvieron las materias primas requeridas para el proceso de elaboración de las galletas, verificando el buen estado de las mismas con el fin de evitar un efecto negativo en el producto final. Posteriormente se realizó el pesado de cada ingrediente utilizando una balanza analítica.
- **Mezclado:** Para una correcta homogenización de la mezcla, se utilizó una batidora incorporando a paso gradual cada ingrediente (huevos, soda etc.) finalizando con la incorporación de las harinas (teosinte avena y trigo), dejando mezclar durante cinco minutos.
- **Amasado:** Obtenida la masa, de manera manual se amasará hasta la obtención de una masa suave.
- **Moldeado:** Posteriormente fueron distribuidas en bandejas de acero inoxidable haciendo uso de un rodillo, para córtalo y moldearlo en círculos medianos, forma que tendrá el producto final, la masa previamente cortada será colocada en bandejas de acero inoxidable.
- **Horneado:** Se someterá la masa moldeada a una temperatura de 160 °C durante 40 minutos, hasta su completa cocción.

- **Enfriado:** Concluido el proceso de horneado, las galletas se enfriaron a temperatura ambiente, hasta que se encontraban aclimatadas.

- **Empacado:** Haciendo uso de bolsas de plástico, las galletas fueron empacadas herméticamente en una presentación de 10 unidades.

- **Almacenado:** Los empaques serán almacenados en una zona fresca, libre de humedad y un área libre de contaminación, para asegurar la calidad inocuidad del mismo (Feijo, 2020)

4.3.3. Etapa III: Evaluación sensorial.

Los diferentes tratamientos fueron evaluados mediante análisis sensorial a escala hedónica, en el cual se evaluó características organolépticas tales como textura, color, aroma, aceptabilidad general; se emplearán 30 jueces afectivos tomados aleatoriamente entre docentes y estudiantes con edad entre los 18 años a 50 años. Se utilizo una escala hedónica de cinco puntos (Tabla 6), siendo 1 la puntuación más baja y 5 la puntuación más alta que recibiría cada tratamiento acorde a las preferencias de los jueces.

Tabla 8. Escala hedónica de cinco puntos.

<i>Puntaje</i>	<i>Significado</i>
5	Me gusta mucho
4	Me gusta
3	Me disgusta ligeramente
2	Me disgusta
1	Me disgusta mucho

4.4. Análisis estadístico

Para la evaluación de los datos obtenidos, se utilizó una prueba de comparación múltiple Tukey con un nivel de significancia del 5 %, y con el paquete estadístico InFostaf, se ejecutaron pruebas de normalidad para conocer si los resultados cumplen con una distribución normal mediante el programa Shapiro–Wilk, se evaluó el índice de aceptabilidad de los tres tratamientos mediante la ecuación 1.

Índice de aceptabilidad

$$IA = \frac{\text{Promedio}}{\text{Nota maxima}} \times 100$$

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Etapa I: Elaboración de la harina integral nixtamalizada de teosinte:

Para la elaboración de la harina integral nixtamalizada de teosinte, primero se obtuvo la bellota de teosinte (fruto), considerando su índice de madurez fisiológica y se determina por el cambio de color de la misma, el secado del pedúnculo y tamaño, luego se rompieron sus cariósides, separando el exocarpio del pericarpio, seguidamente se cortaron en láminas delgadas. Continuando con el proceso de secado fue de 5 días. Luego se realizó la nixtamalización para eliminar ciano glucósidos, detoxificar la harina xenobióticos.

Para la nixtamalización se utilizó 15 litros de agua para 23 libras de teosinte, 1.15 libras de cal mediante la nixtamalización se mantuvo en agitación constante hasta ebullición por 15 minutos, posteriormente se lavó el teosinte, y se colocó en bandejas para secarlo a temperatura ambiente durante 3 días, asimismo se deshidrató el teosinte durante 8 horas. Finalizando con la trituración haciendo uso de un molino eléctrico para la obtención de la harina la cual consecutivamente fue tamizada finalizando con la elaboración de las galletas.

5.2 Etapa II: Diseño de las formulaciones para el proceso de manufactura.

La segunda etapa se enfocó, en el desarrollo de formulaciones mediante un diseño de mezclas para determinar los valores máximos y mínimos de las harinas empleadas para una adecuada conjugación donde el resto de ingredientes se dejó constante, para poder determinar cómo influyen el porcentaje de inclusión de cada harina en las características de las galletas elaborada, para las corridas experimentales se realizaron mediante el programa estadístico

STATGRAPHICS, el cual se obtuvieron tres formulaciones de galletas totalmente diferentes. La siguiente tabla nos muestra las formulaciones que se realizaron.

Tabla 9. Representación de las 3 formulaciones.

Ingredientes	Formulaciones		
	T1	T2	T3
Harina de teosinte (g)	15	25	30
Harina de trigo(g)	30	30	25
Avena	25	20	25
Margarina(g)	7	8	7
Leche(g)	8	8	3
Azúcar(g)	9	4	5
Soda (g)	6	5	5
Total	100	100	100

Fuente. Elaboración propia

5.3 Etapa III: Evaluación sensorial.

La evaluación sensorial consistió en servir las muestras de galletas (identificadas únicamente por su codificación), el T1 su codificación fue (202) con el 15% de harina de teosinte, el T2 es el (853) con el 25% de teosinte y el T3 su codificación es (918) con el 30% de teosinte. se utilizaron 30 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 "no me gusta extremadamente" y 5 "me gusta extremadamente". 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.

5.4 Comprobación de la normalidad de los datos

Se analizaron los datos para verificar si seguían una distribución normal, mediante la prueba de Shapiro-Wilk. En la (Figura1), muestra las gráficas de dispersión que comprueba la no normalidad de los datos ya que, para que los datos sigan una distribución normal el valor P de la prueba de Shapiro-Wilk debe ser mayor al alfa (0.005).

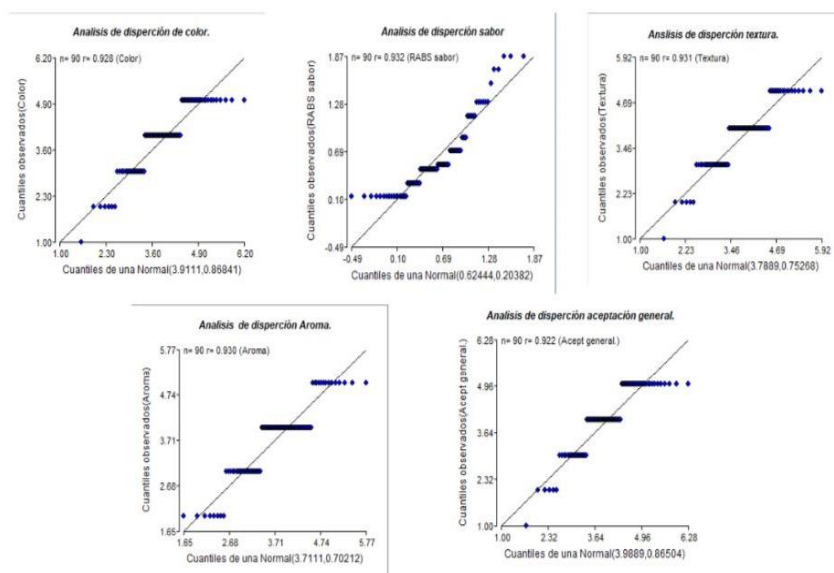


Figura 4. Gráficos de dispersión para comprobar la normalidad de los datos-. Programa estadístico InfoStat. Elaboración propia

Tabla 10. Análisis de las características organolépticas de las galletas.

Tratamiento	Características sensoriales				
	Color	Sabor	Textura	Aroma	Aceptación general.
1	3.67± 1.03 ^a	3.13 ±0.86 ^a	3.37 ± 0.89 ^a	3.37 ± 0.89 ^a	3.33 ± 0.92 ^a
2	4.47± 0.57 ^b	4.53± 0.57 ^c	4.00 ± 0.69 ^b	4.10 ± 0.66 ^b	4.53 ± 0.68 ^b
3	3.60 ± 0.89 ^a	3.70 ± 0.88 ^b	4.00 ± 0.87 ^b	3.67 ± 0.80 ^{a,b}	4.10 ± 0.76 ^b

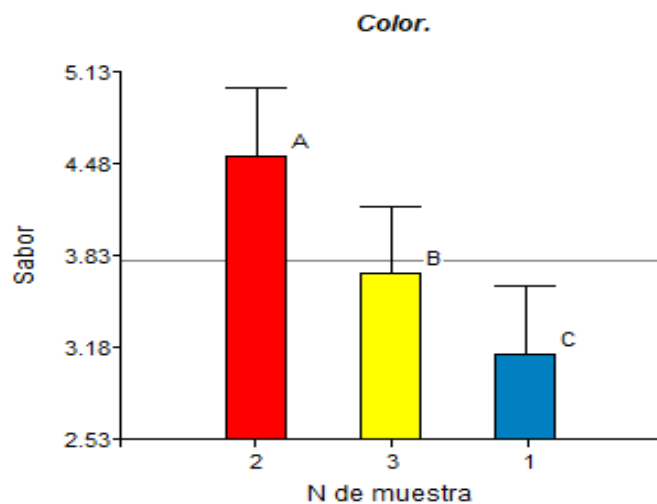


Figura 5. Análisis de las características organolépticas del color.

La Tabla 10: se dan a conocer las características sensoriales evaluadas de las galletas, en las cuales se adiciono teosinte, el T1 contenía una concentración de 15% de harina de teosinte, el T2 el 25%, y el T3 30%, para el caso del color se puede observar que el T2 que fue el que se agregó 25% de teosinte obtuvo la nota más alta con 4.47 de promedio ($P > 0.005$). Estas diferencias se pueden observar de manera más clara en la (Figura 5) donde se da a conocer que el T2 sobrepasa el promedio obtenido que es 3.83 y se puede observar que el T1 obtuvo la menor nota, encontrándose diferencias significativas entre los tres tratamientos.

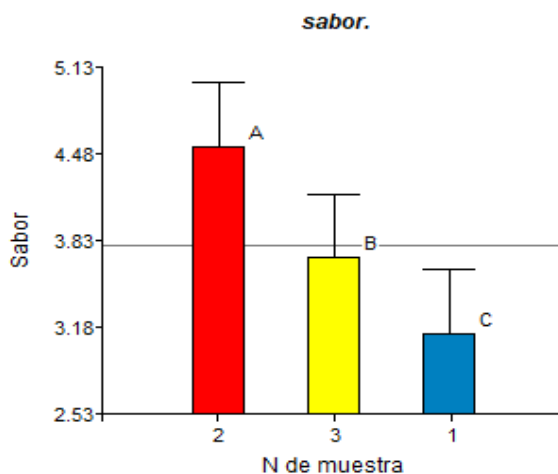


Figura 6. Análisis de las características organolépticas del sabor.

Tabla10: se dan a conocer las características sensoriales evaluadas de las galletas, en las cuales se adiciono teosinte, el T1 contenía una concentración de 15% de harina de teosinte, el T2 el 25%, y el T3 30%, para el caso del sabor se puede observar que el T2 que fue el que se agregó 25% de teosinte obtuvo la nota más alta con 4.48 de promedio. ($P > 0.005$). Estas diferencias

se pueden observar de manera más clara en la (Figura 6) donde se puede observar que el T2 sobre pasa el promedio obtenido que es 3.83 y se puede observar que el T1 obtuvo la menor nota, encontrándose diferencias significativas entre los tres tratamientos.

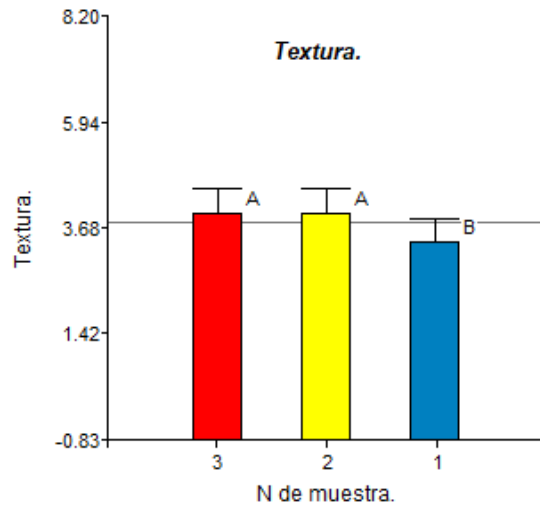


Figura 7. Análisis de las características organolépticas de la textura.

Tabla 10: se dan a conocer las características sensoriales evaluadas de las galletas, en las cuales se adicione teosinte, el T1 contenía una concentración de 15% de harina de teosinte, el T2 15%, y el T3 30%, para el caso de la textura se puede observar que no hubo mucha diferencia significativa en los tres tratamientos y que el T2 y T3 fueron los más aceptados, mientras que el T1 fue el que obtuvo el menor porcentaje de aceptación.

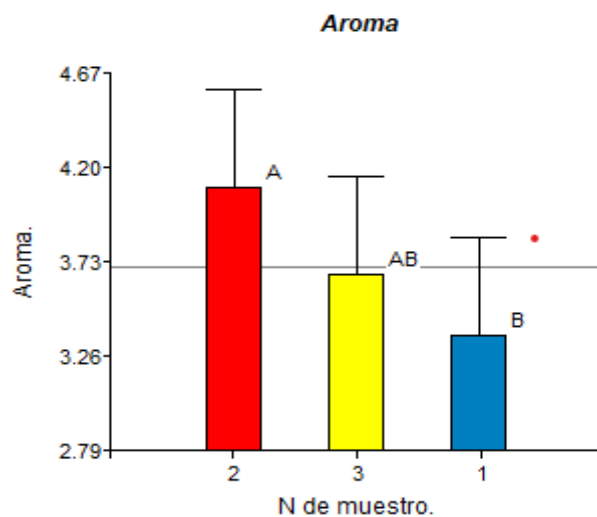


Figura 8. Análisis de las características organolépticas del aroma.

Tabla 10: se dan a conocer las características sensoriales evaluadas de las galletas, en las cuales se adiciono teosinte, el T1 contenía una concentración de 15% de harina de teosinte, el T2 el 25%, y el T3 30%, para el caso del aroma se puede observar que el T2 que fue el que se agregó 25% de teosinte obtuvo la nota más alta con 4.10 de promedio. ($P > 0.005$). Estas diferencias se pueden observar de manera más clara en la (Figura 8) donde se puede observar que el T2 sobre pasa el promedio obtenido que es 3.73 y se puede observar que el T1 obtuvo la menor nota, encontrándose diferencias significativas entre los tres tratamientos.

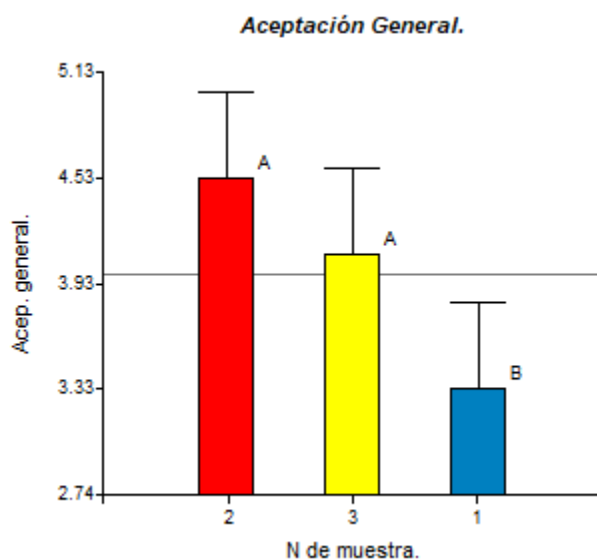


Figura 9. Evaluación de la aceptación general.

Tabla10: se dan a conocer las características sensoriales evaluadas de las galletas, en las cuales se adiciono teosinte, el T1 contenía una concentración de 15% de harina de teosinte, el T2 el 25%, y el T3 30%, para el caso de la aceptación general se puede observar que el T2 que fue el que se agregó 25% de teosinte obtuvo la nota más alta con 4.53 de promedio. Asimismo, para el T3 obtuvo una puntuación de 4.10. ($P > 0.005$). estas diferencias se pueden observar de manera más clara en la (Figura 9) donde se puede observar que el T2 sobre pasa el promedio obtenido que es 3.93 y se puede observar que el T1 obtuvo la menor nota, encontrándose diferencias significativas entre el T1.

5.5 Índice de aceptabilidad.

Con base a los datos obtenidos, fue posible calcular el índice o tasa de aceptación. Se puede observar (Figura 10) que el índice de aceptación para el T1 fue del 67% y la mayor aceptación se obtuvieron entre el T2 y T3 con 91% y 82% respectivamente.

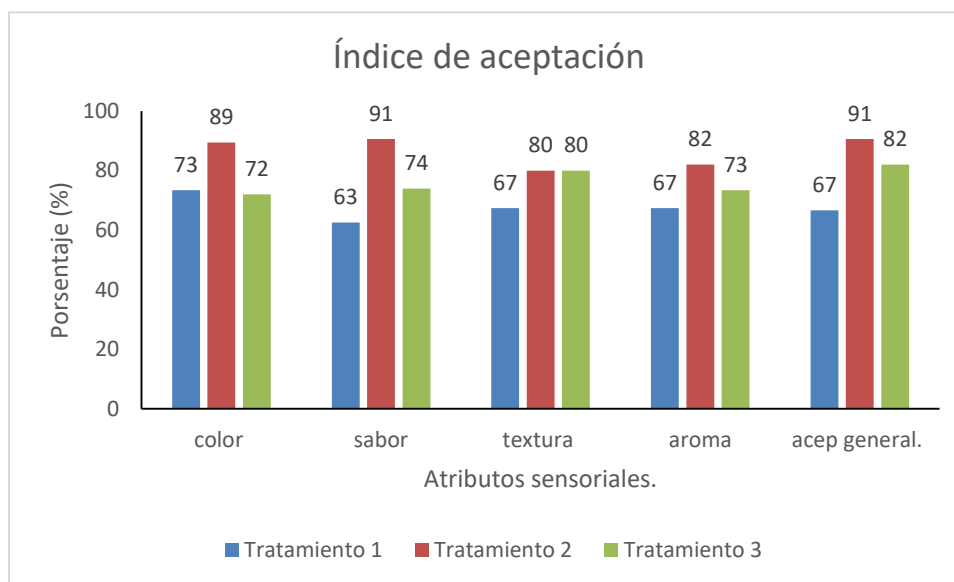


Figura 10. Índice de aceptabilidad de las características organolépticas de los tres tratamientos.

Según los resultados de (Bastias Montes) muestran que la harina de esta especie de cícadás es un alimento altamente calórico y con alto contenido de carbohidratos totales que se compone principalmente de almidón, destacando su alto contenido en amilopectina (relación 2:1 a amilasa) así como su alta concentración de almidón resistente (más del 50 %). La concentración de proteínas de la harina de teosinte era similar a la de otros cereales, que incluían ácido glutámico, leucina y especialmente lisina, aportando más del 25% de estos aminoácidos esenciales para un adulto de 70 kg. Alrededor del 75% de la fibra dietética total era insoluble (Bastias Montes, y otros, 2020).

Los gránulos de almidón (amiloplastos) tenían una morfología ovoide y un diámetro medio aproximado de 13 μm . En cuanto a los minerales, la harina de teosinte tuvo un mayor contenido de Fe, una menor concentración de Na y un contenido similar de Zn, Ca y P que otros tipos de

harina de cereales. Por lo tanto, la harina de teosinte posee nutrientes y cualidades que le confieren excelentes capacidades nutricionales y beneficiosas para la salud, así como una muy buena alternativa industrial y tecnológica para ser utilizada principalmente en mezclas con otros tipos de harinas de otras fuentes (Bastias Montes, y otros, 2020).

VI CONCLUSIONES

- Se logró elaborar galletas a partir de harina de teosinte con adición de avena.
- Se desarrollaron formulaciones mediante el diseño de mezclas utilizando el software STATGRAPHICS.
- Mediante un análisis sensorial, se determinó que las galletas elaboradas con harina de teosinte y enriquecidas con avena han sido muy bien recibidas por los consumidores.
- La literatura reporta que el máximo que se puede emplear 20% de harinas libres de gluten y gracias a la incorporación de la avena se logró incorporar un 5% más.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar análisis microbiológicos para valorar la carga microbiana y determinar cuáles son los puntos críticos de control del proceso de elaboración.
- Aplicar pruebas aceleradas de vida de anaquel por el método de Weibull.
- Se recomienda que al momento de someter la galleta 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 bromatológico completo para conocer la composición nutricional de la galleta fortificada.
- Se recomienda el buen manejo de post-cosecha ya que el teosinte si no se realiza en el tiempo adecuado la obtención de la harina, puede haber un crecimiento de moho.
- Se debería de agregar a las galletas sustitutos de gluten como goma xantana.
- Realizar análisis a la galleta sobre su composición nutricional.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Bastias Montes, J. M., Flores Varela, L. E., Reyes Calderon, O. A., San Martin, C. V., Fariña Muñoz, O., Quevedo Leon, R., & Acuña Nelson, S. M. (2020). Harina de Teosinte (*Dioon mejiae*): Caracterización Nutricional y Fisicoquímica de la Harina de Semilla del Fósil Vivo en Honduras. *10* (4). Obtenido de <https://doi.org/10.3390/agronomy10040481>

Garcia, C., Martinez, O., & Gracia, M. (2020). Elaboración de una galleta a base de quinua (*Chenopodium quinoa*), avena (*Avena L.*), banano (*Musa x paradisiaca*) y coco (cocos *lucífera*) para su comercialización. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/54749>

Altamirano, M. F. (2020). Estudio de *Triticum aestivum* para la concepción de un método estándar de extracción y caracterización de gliadinas. (V. Chile, Productor, & Facultad de Ciencias Agrarias) Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/fap227e/doc/fap227e.pdf>

Antúnez, R. A. (2022). Desarrollo de pan suave con adición de. La Habana, Cuba.

Aguilar, KKG; Asmat Daza, RM. 2020. SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO POR HARINA (en línea). Nuevo Chimbote, Perú, Universidad Nacional del Santa. 161 p. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/225485526.pdf>.

Bastias Montes, J-M; Flores Varela, L-E; Reyes Calderón, O-A; Vidal San-Martín, C; Muñoz Fariña, O; Quevedo León, R; Acuña Nelson, S-M. 2020. Teosinte (*Dioon mejiae*) Flour: Nutritional and Physicochemical Characterization of the Seed Flour of the Living Fossil in Honduras. *Agronomy* 10(4):481. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10040481>.

Becerra Solano, ER; Tuñoque Satamaria, YE. 2018. Influencia de la variedad de trigo (*Triticum aestivum*) sobre la calidad panadera de la harina producida en la empresa Alimenta Perú S.A.C. (en línea). Lambayeque, Perú, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. .

Disponible en <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/2120/BC-TES-TMP-990.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Benavides Bolaños, GA; Recalde Centeno, JM. 2019. Utilización de Okara se soya como enriquecedor en galletas integrales edulcoradas con panela y azúcar morena. Ibarra, Ecuador, Universidad Técnica del Norte. .

Callejo González, MJ. 2019. Industrias de Cereales y derivados Ed. Madrid Vicente.

Chungata, L. R. (2021). DETERMINACION DE FIBRA EN PAN INTEGRAL PROCEDENTE DE PANADERIAS ARTESANALES . Obtenido de Escuela de Ingenieria en Alimentos : <https://bibliotecavirtualsenior.es/wp-content/uploads/2019/06/LA-HARINA.pdf>

Córdova, NH; Carreño, FS. 2019. COMPORTAMIENTO DEL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DEL TRIGO (*Triticum aestivum* L.) EN TRES FECHAS DE SIEMBRA. 36(1).

Dolores Sifre, M., Peraire , M., Simó, D., & Segura, A. (2019). UNIVERSITAT PER A MAJORS. Obtenido de La Harina: <https://bibliotecavirtualsenior.es/wp-content/uploads/2019/06/LA-HARINA.pdf>

Feijo, S. V. (Junio de 2020). Diseño de proceso de producción de galletas

Javier Zuniga, Trigo blanco, 2017. VALOR NUTRICIONAL Y POTENCIAL. .

Manangón Monteros, PR. 2020. Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional, A 2890 m.s.n.m Juan Montalvo-Cayambe 2020. s.l., Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito.

Marcia, J., Sosa, L., & Herrera, R. (03 de 07 de 2022). Toxicidad aguda oral y actividad antioxidante de la harina de las semillas de teosinte (*Dioon mejiae*). Obtenido de <https://revistabionatura.com/2022.07.03.5.htm>

Moreno, I., Ramírez, A., Plana, R., & Iglesias, L. (2020). EL CULTIVO DEL TRIGO. ALGUNOS RESULTADOS DE SU PRODUCCIÓN EN CUBA (Vol. 22). Cuba:

Morones Ramírez, PM. 2019. Efecto de la fortificación de galletas de avena con harina de lenteja y aceite de linaza y su impacto en la vida de anaquel. Nuevo Leon, Universidad Autónoma de Nuevo León. .

Olga, CGS; Gracia, GMM; Bravo, TGM. 2020. Elaboración de una Galleta a Base de Quinoa (*Chenopodium quinoa*), Avena (*Avena L.*), Banano (*Musa × paradisiaca*) y coco (*Cocos lucífera*), para su comercialización.

Ortega, M; Barboza, Y. 2018. Formulación y evaluación de una galleta elaborada con avena, linaza y pseudofruto del cauñil como alternativa de un alimento funcional. UNIVERSIDAD DEL ZULIA 16.

Paucar Díaz, AA; Ramos García, NM. 2019. Formulación, evaluación fisicoquímico y sensorial de galletas elaboradas con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum spp*) con harina de algarroba (*Prosopis pallida*) y avena (*Avena sativa*). Nuevo Chimbote, Perú, Universidad Nacional del Santa.

Yacila Sarango, LA. 2020. Elaboración de una galleta integral con adición parcial de harina de Camote (*Ipomoea batatas L.*) y aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*). Puyo, Ecuador, Universidad Estatal Amazónica.

IX.ANEXOS

I. Obtención de la harina de teosinte.



Pesado de la materia prima.



Incorporación de CaOH_2



Incorporación del teosinte a la mezcla alcalina



Mezclado



Lavado



Deshidratado

II. Elaboración de las galletas de teosinte.



Pesado de materia prima.



Mezcla de los ingredientes.



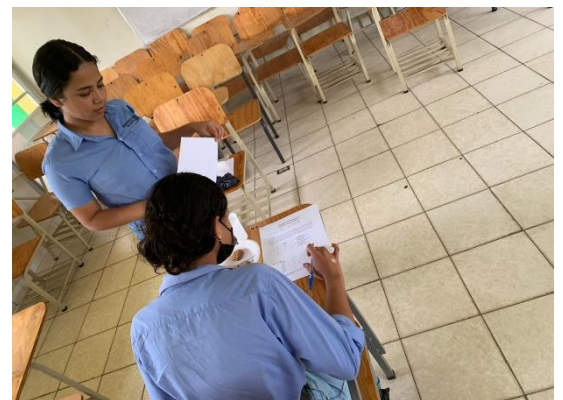
Muestra de los tres tratamientos



Elaboración de las galletas.



Producto Final.



Evaluación sensorial



Evaluacion Sensorial