



---

---

# **BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

**TESINA**

**EVALUACIÓN DE LA INTEGRACIÓN DE CÁSCARA  
DE PIÑA EN UN PRODUCTO ALIMENTICIO PARA  
CONSUMO HUMANO**

**PARA OBTENER EL GRADO DE:  
ESPECIALIDAD EN TECNOLOGÍA E INOCUIDAD DE LOS  
ALIMENTOS**

**PRESENTA**

**LN. MARIANA SORIANO GARCÍA**

**ASESOR**

**DRA. ADDI RHODE NAVARRO CRUZ**

**COASESOR**

**MEC. OBDULIA VERA LÓPEZ**

**PUEBLA, PUE.**

**Abril 2024**

## INDICE GENERAL

1. ANTECEDENTES .....	4
Introducción .....	4
Cáscara de piña.....	4
Fibra dietética .....	5
Clasificación de la fibra .....	6
Componentes de la fibra.....	7
<i>Sustancias pécticas</i> .....	7
<i>Gomas</i> .....	7
<i>Polisacáridos de algas</i> .....	7
<i>Celulosa y hemicelulosa</i> .....	7
<i>Ligninas</i> .....	8
Propiedades funcionales de la fibra dietética .....	8
<i>Capacidad de retención de agua (CRA)</i> .....	8
<i>Capacidad de retención de aceite</i> .....	8
<i>Capacidad de hinchamiento (CH)</i> .....	9
Usos de la fibra en la industria alimentaria .....	9
2. JUSTIFICACIÓN .....	11
3. OBJETIVOS .....	12
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	12
3.2. OBJETIVOS PARTICULARES: .....	12

4. DIAGRAMA DE TRABAJO.....	13
5. MATERIAL Y METODOS.....	14
6. DESARROLLO EXPERIMENTAL .....	16
8. CONCLUSIÓN .....	36
9. ANEXOS .....	37
10. BIBLIOGRAFÍA.....	40

# 1. ANTECEDENTES

## Introducción

Las frutas y verduras se procesan extensivamente generando una gran cantidad de residuos que con frecuencia se desechan. Sin embargo, los residuos agroindustriales obtenidos del procesamiento de frutas y hortalizas representan una materia prima nutritiva, económica y amigable con el medio ambiente. Estos residuos han llamado la atención por ser considerados una buena fuente de compuestos bioactivos, como polifenoles, carotenoides, vitaminas y fibras dietéticas (Roberta, 2014).

Por esta razón, estas pérdidas han llegado a generar una fuente alternativa para su incorporación en matrices alimentarias a base de “residuos” o frutos y vegetales que no cumplen con las características necesarias en algún campo específico (Padalino et al., 2012; Saccotelli et al., 2018; Santos et al., 2022).

Dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, se encuentra la reducción de las pérdidas y desperdicio de alimentos como una estrategia económica circular, la cual tiene implicaciones críticas ambientales (reducción de la contaminación) y económicas (valorización económica de los subproductos). Las harinas de subproductos frutales y vegetales son una solución viable y de bajo costo para valorizar e incorporar residuos frutales y vegetales en diversos productos alimenticios. De hecho, varios estudios han demostrado que estas harinas se pueden incorporar con éxito en productos de panadería, lácteos, cárnicos y extruidos (Santos et al., 2022) ya que el consumo habitual de productos de panadería presenta ciertos inconvenientes relacionados con su alto contenido en azúcares simples, de rápida absorción, alto contenido en grasas y baja cantidad de fibra dietética, que los convierten en alimentos altamente calóricos (Peris et al., 2019), es por ello que se han realizado estudios sobre los efectos de diferentes harinas de vegetales como brócoli, coliflor, alcachofa, hinojo, calabacín y champiñón añadidas a panes sin gluten sobre la calidad sensorial, las propiedades antioxidantes y la respuesta glucémica (Saccotelli et al., 2018).

## Cáscara de piña

La cáscara de piña corresponde al 19% de la fruta fresca (Alfaro et al., 1992). Está conformada por lignina, celulosa y hemicelulosa, los cuales son polímeros naturales presentes en la gran mayoría de los vegetales (Sibaja, 1988). Las frutas

tropicales reportan un alto contenido de fibra (20%), la cáscara de la piña ha reportado valores de fibra dietética de 70,6% asociados a su alto contenido de miricetina principal antioxidante del subproducto de desecho (Ramírez et al, 2009).

La cáscara de piña presenta una gran actividad antioxidante, además de grandes propiedades de color y sabor neutro, lo que la hace apropiada para su aceptabilidad en productos, cuando se usa como suplemento de fibra dietética.

Diversos autores señalan, que la cáscara de piña es una excelente fuente de fibra dietética >20% (fibra dietética total), la fibra dietética de la piña se ha utilizado para la producción de compuestos fenólicos por medio de la fermentación de la pulpa con el hongo *Rhizopus oligopus*, en la extracción de sus contenidos nativos y la utilización de polímeros biodegradables para empaque (Cañas et al.,2011).

### **Fibra dietética**

La fibra dietética se define como la parte comestible de las plantas o carbohidratos, estructuralmente es conocida como macromoléculas resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado del ser humano, y por lo tanto su aporte de energía es nulo, sin embargo, su fermentación puede ser parcial o total en el intestino grueso. Entre sus componentes principales incluye oligosacáridos, polisacáridos, lignina y algunas sustancias asociadas a la planta, promueve efectos fisiológicos benéficos incluyendo laxación, atenuación del colesterol y de la glucosa en la sangre (Sánchez, 2005).

Posee efectos preventivos contra determinadas enfermedades cardiovasculares y ayuda a mejorar la función gastrointestinal. La fibra dietética obtenida principalmente de las cortezas de las frutas, consta de polisacáridos estructurales (celulosa, hemicelulosa, pectinas, rafinosa y estaquiosa), polisacáridos no estructurales (gomas y mucílagos), sustancias estructurales no polisacáridos (lignina) y de otras sustancias como cutina, taninos y suberina (Gutiérrez, 2002).

La fibra dietética para su uso en la industria alimentaria como aditivo, depende sus propiedades funcionales, como la capacidad de retención de agua, capacidad de retención de aceite, capacidad de hinchamiento y el tamaño de partícula, siendo la

retención de agua quien determina el nivel óptimo de su uso (Sánchez *et al.*, 2011).

La fibra dietética de cereales es más utilizada que la de frutas, sin embargo, la fibra proveniente de éstas contiene mejores propiedades funcionales, como el balance entre fibra dietaría soluble e insoluble ya que por su alta capacidad de retención de agua y capacidad de retención de aceite. Estudios sobre el contenido de fibra dietética en vegetales y frutas después de someterlos a procesos de deshidratación arrojaron importantes porcentajes (25 - 60 g de fibra dietaría total/100 g) y mejores relaciones de fibra soluble e insoluble que los cereales. (Hincapié *et al.*, 2010).

Los nutricionistas y diferentes organizaciones sanitarias, incluyendo la OMS, fijan un consumo mínimo de 30 g de fibra por persona al día, de la cual al menos un 30% debe ser soluble (Román *et al.*, 2006).

### **Clasificación de la fibra**

La fibra dietética total, es el termino analítico empleado para cuantificar la fibra dietética, la cual incluye fibra soluble e insoluble, que de acuerdo a su capacidad para retener agua recibe dicha denominación.

La fibra soluble forma soluciones viscosas de gran volumen y constituye un sustrato muy fermentable para microbiota intestinal, por lo tanto, retarda la evacuación gástrica, lo que a su vez hace más eficiente la digestión y absorción de alimentos, generando mayor saciedad, es altamente fermentable y se asocia al metabolismo de los carbohidratos y los lípidos; contiene mayoritariamente polisacáridos no-celulósicos como pectina, gomas y mucilago.

La fibra insoluble se caracteriza por su capacidad de formar soluciones viscosas y de baja fermentabilidad, no se dispersa en agua, está compuesta de celulosa, hemicelulosa (arabinoxilanos y arabinogalactanos) y ligninas. (Matos *et al.*, 2010) Se compone, principalmente de fragmentos de las paredes celulares que contienen celulosa, lignina y hemicelulosa; se sabe que cerca del 75% de la fibra dietética de los alimentos está presente en forma de fibra insoluble, no obstante,

una gran cantidad de alimentos proveniente de la industria alimentaria contienen una mezcla de ambas (Córdoba, 2005).

Las fibras fermentables se caracterizan por ser rápidamente degradadas por la microbiota anaerobio del colon. Este proceso de fermentación depende en gran medida del grado de solubilidad y del tamaño de sus partículas, de manera que las fibras más solubles y pequeñas tienen un mayor y más rápido grado de fermentación (García et al., 2007).

### **Componentes de la fibra**

#### *Sustancias pécticas*

Son un constituyente importante de los tejidos vegetales y se encuentran principalmente en la pared celular primaria, también entre las paredes celulares, donde actúan como cemento intercelular, se pueden agrupar en una de las tres categorías: la protopectina (se encuentra en la fruta inmadura), el ácido pectínico (se forma a partir de la protopectina cuando la fruta madura) y el ácido péctico (se forma a medida que la fruta madura en exceso). Las pectinas son ácidos pectínicos de elevado peso molecular y se dispersan en agua (hidrofílica) (Díaz et al., 2011).

#### *Gomas*

Son un grupo de carbohidratos complejos que son muy hidrofílicos, se clasifican como fibra soluble porque sufren poca digestión y absorción en el cuerpo, por tanto, aportan relativamente pocas calorías a la dieta, si se comparan con los carbohidratos digestibles como el almidón.

#### *Polisacáridos de algas*

En este grupo se incluyen los agares, alginatos y carragenatos. Se pueden clasificar de forma general como gomas porque son polímeros hidrofílicos ricos en galactosa y también forman soluciones muy viscosas.

#### *Celulosa y hemicelulosa*

Son abundantes en el reino de las plantas y son principalmente estructuras de soporte de los tejidos vegetales, son insolubles en agua y no pueden ser digeridos

por el hombre, son importantes fuentes de fibra dietética insoluble (Vaclavik, 2002).

### *Ligninas*

No son polisacáridos, si no polímeros de fenilpropano componentes fundamentales de las paredes vegetales, suelen estar unidas covalentemente a hemicelulosas y celulosas para conferir resistencia a las estructuras vegetales (De Antonio, 2004). Son compuestos fenólicos que unen a la celulosa, hemicelulosa, pectina y polisacáridos de reserva (Periago et al., 1993 citado por Savón, 2002).

## **Propiedades funcionales de la fibra dietética**

### *Capacidad de retención de agua (CRA)*

La CRA expresa la máxima cantidad de agua en mL, que puede ser retenida por gramo de material seco, esta propiedad depende el efecto fisiológico de la fibra y el nivel máximo de incorporación a un alimento (Díaz et al., 2011). La retención de agua afecta la viscosidad de los productos facilitando o dificultando su procesamiento. Entre los factores que influyen en la capacidad de retención de agua en la fibra, se encuentran el tamaño de la partícula, el pH y la fuerza iónica. Esta propiedad confiere un efecto de frescura y suavidad en productos horneados (Pire et al, 2010). Cabe señalar que las pectinas, mucílagos y algunas hemicelulosas poseen una gran cantidad de retención de agua (Capitani, 2013).

### *Capacidad de retención de aceite*

La capacidad de retención de aceite es la máxima cantidad de aceite en mL, que puede ser retenida por gramo de material seco en presencia de un exceso de aceite bajo la acción de la fuerza. Las partículas con gran superficie presentan mayor capacidad para absorber y atrapar componentes de naturaleza aceitosa; la grasa es atrapada en la superficie de la fibra principalmente por medios mecánicos. Se ha observado que las fibras insolubles presentan mayores valores de absorción de grasa que las fibras solubles, sirviendo como emulsificante (Baena et al., 2012).

Teóricamente las partículas con gran superficie presentan mayor capacidad para absorber y atrapar componentes de naturaleza aceitosa; la grasa es atrapada en



la superficie de la fibra principal por medios mecánicos. Se han observado que las fibras insolubles presentan mayores valores de absorción en grasas que las solubles, sirviendo como emulsionante. A esta propiedad se le relaciona con la composición química, el tamaño y el área de la partícula de la fibra (Cruz, 2002). La retención elevada de aceite imparte jugosidad y mejora la textura de los productos cárnicos, en cambio una menor retención proporciona una sensación grasosa en productos fritos (Peraza, 2000).

#### *Capacidad de hinchamiento (CH)*

Se refiere a la capacidad del producto para aumentar su volumen en presencia de exceso de agua. Esta propiedad es influenciada por la cantidad de componentes, porosidad y tamaño de la partícula de la fibra (Baena et al., 2012). En la industria panificadora la inclusión de la fibra, en referencia a esta propiedad, soluciona problemas relacionados con la pérdida de volumen y humedad, proporcionando mayor estabilidad durante la vida de anaquel al favorecer una apariencia de fresca (Cruz, 2002).

#### **Usos de la fibra en la industria alimentaria**

Debido a la gran cantidad de personas con enfermedades relacionadas a la deficiencia de fibra como lo son: la obesidad, resistencia a la insulina, obstrucción intestinal, trigliceridemias, hipercolesterolemias, entre otras. Los estudios relacionados a los beneficios así como las fuentes alternativas para la obtención de fibra son muy amplios, ya que se sabe, que en nuestra dieta es muy deficiente en fibra, con alto aporte de grasas, harinas refinadas y azúcares, debido a que además de que la gran mayoría de los alimentos consumidos son provenientes de la industria alimentaria, los cuales presentan bajos contenidos de fibra (Cañas, 2011).

Actualmente se han realizado una gran variedad de investigaciones enfocadas a la caracterización de harinas alternativas de origen vegetal, las cuales constituyen una fuente innovadora para la formulación de alimentos, ofreciendo un amplio campo de aplicación en la industria y no solo en la panificación, pastas, cárnicos,

lácteos, salsas, etc., con el objetivo de cubrir la demanda alimentaria actual, enfocada al cuidado de la salud gastrointestinal (Marquez, 2018).

Entre las fuentes vegetales para la caracterización de harinas se encuentran las siguientes: Lenteja (*Lens culinaris*), Frijol (*Phaseolus vulgaris*), Garbanzo (*Cicer arietinum*), Chachafruto (*Erythrina edulis*), Plátano (*Musa paradisiaca*), Corteza de piña (*Ananas comosus*), Pimentón (*Capsicum annuum*), Ahuyama (*Cucurbita maxima*), Brócoli (*Brassica oleracea*) y Champiñón (*Agaricus bisporus*) (Umaña et al., 2013).

De acuerdo con el autor Umaña (2013): “Las harinas alternativas poseen potencial en procesos de panificación en el marco de factores nutricionales bajo los parámetros de contenido de proteína y fuente de energía con altas cantidades de carbohidratos”, generando un amplio campo para la innovación en el diseño y la formulación de alimentos saludables, funcionales y sustentables.

## 2. JUSTIFICACIÓN

Al año más de 931 millones de toneladas de alimentos son desperdiciadas en el mundo, entre los productos de desecho se encuentran las cáscaras de frutas, ya que, al ser un subproducto de las frutas, se ignora sobre su aporte nutricional, generando pérdidas y desperdicios alimentarios (PDA). Como parte de las estrategias de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) se busca promover la innovación en estrategias tecnológicas que promuevan la reducción de PDA, y generar alternativas sustentables en materia de producción alimentaria. Entre dichas alternativas se busca promover el consumo de fibra dietética en la población. En los últimos años se ha estudiado que la fibra dietética de frutas es de mejor calidad que la obtenida de legumbres. Varios estudios realizados demuestran que en la cáscara de piña se presenta valores de fibra dietética de 70,6%, asociada a una elevada actividad antioxidante encontrada en este subproducto. Por lo anterior mente descrito, se hace necesario innovar en la implementación de alimentos que generen alternativas sustentables.

### **3. OBJETIVOS**

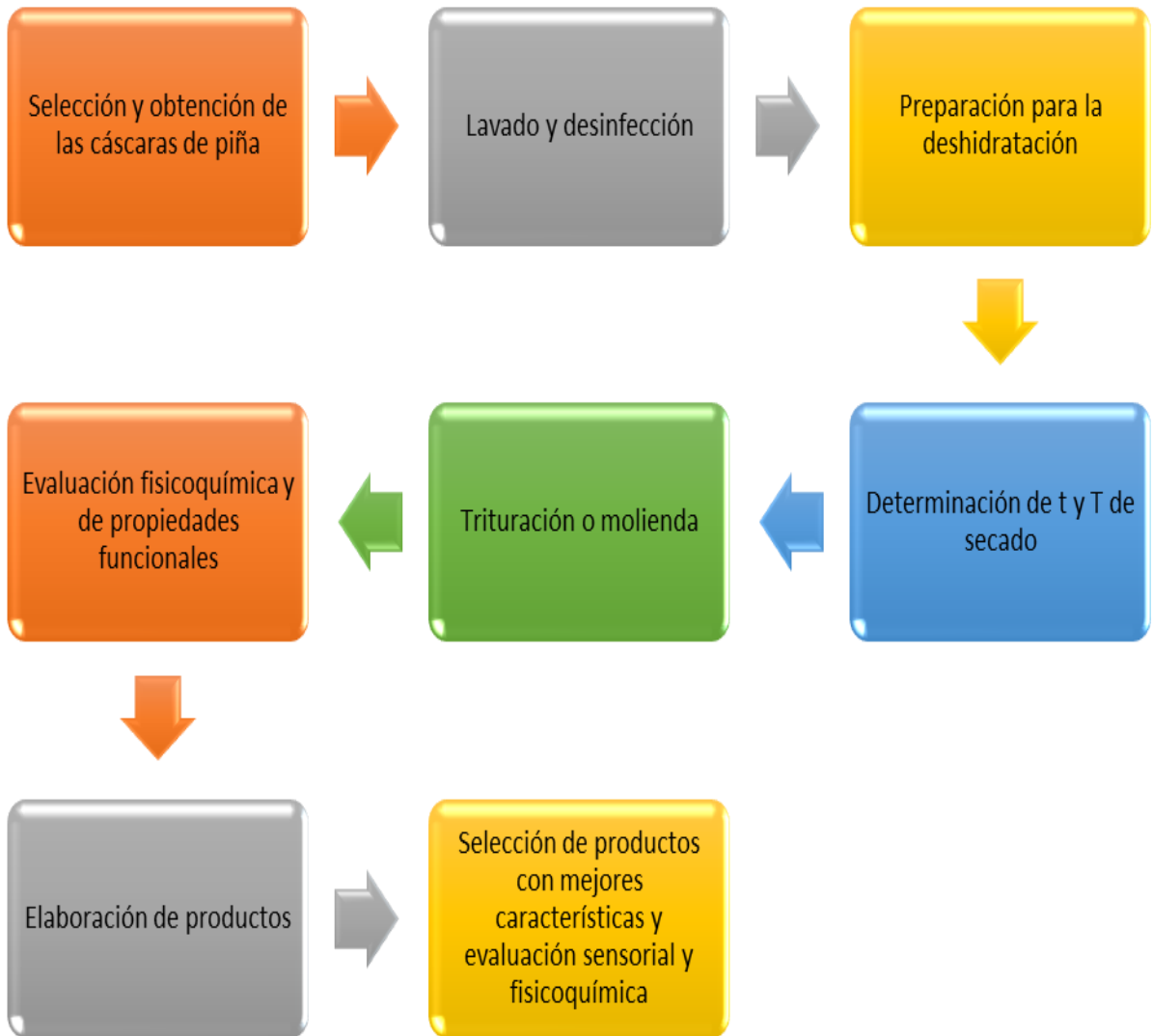
#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Elaborar y evaluar la posibilidad de integrar harina a base de cáscara de piña (*Ananas comosus* L.) en productos alimenticios para consumo humano.

#### **3.2. OBJETIVOS PARTICULARES:**

1. Establecer la metodología apropiada para la desinfección de cáscara de piña para su uso microbiológico seguro en el desarrollo de un alimento para consumo humano.
2. Establecer los parámetros más apropiados para la deshidratación de la cáscara de piña y su conversión en harina.
3. Evaluar las propiedades funcionales de la harina obtenida para su posible incorporación en productos para la alimentación humana.
4. Analizar la composición proximal de los productos en los que se incorporen la harina para determinar si aportan un mayor valor funcional o nutricional, especialmente en cuanto a la fibra.
5. Determinar la aceptabilidad de los productos con mayor aceptación a través de análisis sensorial por escala hedónica.

#### 4. DIAGRAMA DE TRABAJO



## 5. MATERIAL Y MÉTODOS

### Materiales y reactivos

- Materias primas: se adquirió cáscara de piña y se procesó como se menciona en los objetivos y desarrollo.
- Material de vidrio o plástico u otros: los necesarios para las distintas etapas del desarrollo.
- Reactivos: Los necesarios para las pruebas funcionales (formación de espuma, estabilidad de la espuma, solubilidad, absorción de agua y aceite) y para las determinaciones analíticas.
- Equipo: se utilizó un deshidratador Excalibur de 5 charolas para el secado y los necesarios para cada determinación

### Métodos de análisis:

Para los análisis fisicoquímicos, las pruebas funcionales de las harinas y los productos a desarrollar, los métodos utilizados se muestran a continuación:

**Tabla 1** Métodos y referencias

Prueba	Método	Referencia
Humedad	Secado en horno	(NOM-116-SSA-1-1994)
Cenizas	Calcinación	(NMX-F-607-NORMEX-2002)
Fibra cruda	Gravimétrico enzimático	(NMX-F622-NORMEX-2008)
Extracto etéreo	Extracción soxhlet	(NMX-F-615-NORMEX-2018)
Proteína	Micro Kjeldahl	(NMX-F-608-NORMEX2002)
Ph	Potenciométrico	(NOM-F-317-S1978)
Capacidad de hinchamiento	Método de Robertson	(Robertson et al,2000)
Dispersabilidad	Método de Kulkarni e Ingle	Kulkarni e Ingle (1991)
Capacidad de absorción de agua	Método de Onwuka	(Euler Miquilena et al., 2016)
Capacidad de formación de espuma	Método de Onwuka	(Euler Miquilena et al., 2016)
Capacidad de absorción de aceite	Método de Onwuka	(Euler Miquilena et al., 2016)

Una vez que se obtuvo la harina de piña se procedió a desarrollar diferentes productos, empleando diversos porcentajes de sustitución, por ejemplo, harina de trigo para productos de panificación y pastas, así como de soya texturizada para la elaboración de chorizo. Los productos que presentaron las mejores características fueron sometidos a una evaluación sensorial por escala hedónica para determinar su aceptación.

## 6. DESARROLLO EXPERIMENTAL

El presente trabajo se realizó en las instalaciones y laboratorios de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Se realizaron las pruebas mencionadas en el apartado de materiales y métodos las cuales nos permitió conforme a los resultados obtenidos y características de estas, seleccionar el producto más viable.

### **Tipo de estudio**

La presente investigación es de tipo experimental considerando que se utilizaron conocimientos científicos, los cuales se aplicaron en la obtención de harinas a base de vegetales en donde se evaluaron las características funcionales de esta, para su incorporación en alimentos convenientes para potenciar sus beneficios y características.

### **Preparación de las harinas**

#### *Selección de la materia prima:*

Las cáscaras de piña se obtuvieron en los mercados de la ciudad de Puebla, simplemente considerando que no se observaran señales de deterioro o descomposición, así como la menor cantidad de fruta adherida a ellas.

#### *Lavado y desinfección:*

Se obtuvieron las cáscaras que después fueron lavadas correctamente con agua corriente, posteriormente a la desinfección de las cascarras se llevó a cabo por inmersión en donde se utilizó agua potable e hipoclorito de sodio al 0.05%.

#### *Deshidratación:*

Una vez cortadas en rebanadas delgadas, la cáscara de la piña, se evaluaron los tiempos y temperaturas más adecuados para su deshidratación, en un deshidratador de la marca Excalibur de 5 bandejas.

#### *Trituración*



Se realizó mediante un procesador de alimentos y se comparó con la trituration realizada en un molino Willey usando el tamiz de malla #20.

*Desarrollo de productos:*

Con las harinas almacenadas se elaboraron productos de panificación como galletas y pan, pasta para sopas, embutidos tipo chorizo o salchicha, y/o confituras, determinando los porcentajes que es posible sustituir en cada uno de estos productos.

*Evaluación sensorial:*

Todos los productos desarrollados que presentaron características funcionales apropiadas fueron sometidos a evaluación sensorial mediante escala hedónica de 9 puntos (Anexo 1) con jueces no entrenados seleccionados al azar y que deseaban colaborar en la evaluación.

*Evaluación del o los productos seleccionados:*

Se realizó un análisis químico proximal en el que se determinó: cenizas, humedad, lípidos y proteína a aquellas muestras que obtuvieron una calificación superior a 6 (me gusta ligeramente) que fue el límite para considerar aceptables las muestras en la escala hedónica de 9 puntos.

*Determinación de cenizas:* Se utilizó el método de calcinación. Se colocaron en un crisol alrededor de 20.00 g de muestra y se realizó una carbonización con uso de mechero, tripié y triángulo de porcelana; posteriormente la muestra se llevó a incineración en una mufla durante 6 horas aproximadamente por una temperatura de 450°C. Las muestras se enfriaron y pesaron. Se determinó la cantidad de ceniza por diferencia de pesos.

*Determinación de Humedad:* Se utilizó el método de secado en horno. Se pesaron alrededor de 5.0 gramos de muestra molida y se colocó en estufa a una temperatura

de 105°C hasta peso constante por aproximadamente 24 horas. Se determinó el porcentaje de humedad por diferencia de pesos.

*Determinación de lípidos:* La determinación se realizó por la técnica de extracción Soxhlet. En esta determinación se fabricaron cartuchos usando papel filtro desengrasado a peso constante y se colocaron dentro de ellos entre 1.50 y 2.00 g de muestra seca. Se montó el equipo de extracción colocándose 250 ml de éter de petróleo y se puso a reflujo el sistema por alrededor de 4.5 horas. Los cartuchos se secaron en estufa a 105°C para eliminar los restos de disolvente y se registró su peso.

*Determinación de proteína:* Se realizó por el método de Kjeldahl. Se pesó alrededor de 0.50 gramos de muestra seca y se colocó en un matraz Kjeldahl de digestión junto con una pastilla catalizadora compuesta de sulfato de cobre y sulfato de potasio, adicionando 12 ml de ácido sulfúrico al 98%. Además de un blanco que fue trabajado en conjunto en todo el proceso. Los tubos fueron colocados en un digestor Labconco conectado a un sistema de neutralización de gases que contiene una disolución NaOH. La digestión tuvo una duración aproximada de 4 horas hasta observar la presencia de un color verde esmeralda. Una vez enfriados los matraces, las muestras se llevaron a destilación. Se colocaron 10 ml de agua destilada para disolver los residuos a cada matraz Kjeldahl y se colocaron en un destilador micro Kjeldahl marca SEV para realizar la destilación de amoníaco, donde se colocaron 25 ml de ácido bórico en un matraz Erlenmeyer y unas gotas de indicador de Wesslow; la destilación se prolongó hasta la obtención de un total mínimo de 50 ml. El proceso de titulación se realizó con HCl 0.1 N hasta el vire a anaranjado. Se registró la cantidad de HCl gastado y se obtuvieron los porcentajes de nitrógeno y proteína.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1 Rendimiento de la materia prima

Para la deshidratación de la materia prima (cáscara de piña), se empleó un tiempo total de 52 hr a una temperatura de 57°C en un deshidratador de la marca Excalibur de 5 bandejas. Después del proceso de deshidratación de la materia prima (cáscara de piña), se obtuvo un rendimiento de 0.7515 kg que representó un 13.16% en rendimiento de cáscaras de piña deshidratadas (Tabla 1). El rendimiento de la materia prima se encuentra dentro de los parámetros mencionados por el autor Cañas *et al.*, (2011). En la tabla se puede observar que para la etapa del secado el peso de la muestra disminuyó en gran medida, ya que la cáscara de piña presenta un 86% de humedad. El rendimiento después de la deshidratación es un poco mayor a lo obtenido por los autores Cedeño y Zambrano (2014) que fue de 12.65%, mientras que el autor López (2014) obtuvo un rendimiento de 10.88%, dicho resultado es aún más bajo a lo obtenido en el presente estudio, esta variaciones en el rendimiento pudieran deberse a la humedad de la cáscara de piña con la que ingresa al proceso y al tiempo de secado utilizado en cada metodología, por ejemplo el tiempo utilizado por López (2014) fue de 20 horas a una temperatura de 80°C, en una secadora o estufa, los cual implica una mayor T° y tiempos más cortos del tratamiento.(Anexo 1).

**Tabla 2** Resultado del rendimiento de la materia prima en el proceso de deshidratación

Materia prima	Peso inicial g	Peso final g	Rendimiento %
Cáscara de piña	<b>5707.8</b>	<b>751.5</b>	<b>13.16</b>

## 7.2 Caracterización de la cáscara de piña

### 7.2.1 Análisis funcional

Los resultados de los análisis de caracterización de la cáscara de piña deshidratada se realizaron por triplicado, se evaluaron las propiedades funcionales que se consideraron importantes, ya que es una materia prima poco común, de igual manera se puede observar en la misma tabla los valores promedio de cada una de las pruebas funcionales. Dichas pruebas nos brindan información sobre la interacción de la harina con el agua.

**Tabla 3** Valores obtenidos para las propiedades funcionales

Muestra	CAA g/g	CAG g/g	CG g/100 ml	CH ml/g	CFE ml	FS %	CRA g/g	DA g/ml	pH
<i>Cáscara de piña</i>	<b>7.3</b>	<b>1.6</b>	<b>12.0</b>	<b>11.0</b>	<b>7.0</b>	<b>42.8</b>	<b>14.0</b>	<b>0.6</b>	<b>4</b>

CAA: Capacidad de absorción de agua; CAG: Capacidad de absorción de grasa; CG: Capacidad gelificante; CH: Capacidad de hinchamiento; CFE: Capacidad de formación de espuma; FS: Estabilidad de la formación de espuma; CRA: Capacidad de retención de agua; DA: Densidad aparente; pH: Concentración de iones de hidrogeno.

La capacidad de absorción de agua (CAA) presento un valor de 7.3  $\pm$ 0.6 g mayor al reportado por Rodríguez, Lazcano & Sandoval (2012) para harina de trigo y quínoa con valores de 1.92 y 2.31 g, respectivamente, sin embargo el resultado obtenido se acerca al reportado para la harina de papa con un valor de 4.48 g, además el resultado de la CAA de la harina de cáscara de piña es mayor al obtenido por Umaña *et al* (2013) el cual está por debajo de 4, no obstante dichos valores pudieran estar relacionados a su contenido de fibra ya que, de acuerdo con el autor Jyoti, & Sudesh, J. (2020) la harina de jitomate reporta 5.2g valores cercanos a los obtenidos en la cáscara de piña, diversos estudios han demostrado que la alta afinidad con el agua genera un efecto fisiológico al absorber agua en el intestino y producir aumento de volumen en las heces, sin embargo podría tener un efecto

perjudicial afectando la textura de los alimentos procesados (Chen *et al.* 1988; Sharoba *et al.* 2013; Sahni y Shere, 2016).

La capacidad de absorción de grasa (CAG) arrojó un valor de  $1.6 \pm 0.2$ , dicho resultado es muy similar a los valores reportados en harina de jitomate, espinaca y betabel, cuyos valores son:  $1.00 \pm 0.71$  (Jyoti, & Sudesh, 2020),  $2.90 \pm 0.07$  (FDA, 2007) y  $2.23 \pm 0.20$  (Abouel-Yazeed *et al.*, 2019) respectivamente, esta funcionalidad refleja la tendencia de la harina a retener aceite, la cual es una propiedad importante ya que juega un papel importante en la mejora de la sensación en la boca y la retención del sabor de los productos alimenticios (Aremu *et al.* 2007).

La concentración mínima de gelificación (CG) fue de 12 dicha función está relacionada con la capacidad de formar un gel que proporcione una matriz estructural para retener agua y otros materiales solubles en agua como el azúcar o la sal (Sathe y col., 1982). La variable CG puede variar de una harina a otra dependiendo de la cantidad de componentes estructurales como proteínas, carbohidratos y lípidos (Sathe y col., 1982), Lawal y col., (2004) afirman que una concentración creciente de proteínas aumenta la interacción entre las fuerzas de unión que a su vez aumenta la capacidad gelificante de la harina. Cuanto menor sea el valor de la concentración mínima de gelificación, mejor será la capacidad gelificante de la harina.

La capacidad de hinchamiento (CH) se refiere a la capacidad del producto para aumentar su volumen en presencia de exceso de agua, esto está ligado a la absorción de nutrientes a nivel intestino en un sistema *in vivo* ya que se modifican los sitios de absorción de algunos nutrimentos esenciales mientras más elevados sean los valores obtenidos. La capacidad de hinchamiento encontrada en el presente estudio fue de 11, dicho valor se encuentra dentro de los valores obtenidos de otras harinas vegetales, como la harina de brócoli que de acuerdo con el autor Umaña *et al.* (2013) cuyo valor es de 12.5, de igual manera los valores en harina de jitomate son de 14.5 Jyoti, & Sudesh, J. (2020), por lo que el valor obtenido es inferior a los valores obtenidos de otras harinas vegetales de acuerdo con el autor Umaña *et al.* (2013) esta variación se debe al contenido de fibra, teniendo gran importancia al momento de ganar volumen por la alta absorción de agua.

La capacidad de formación de espuma y estabilidad de la espuma (CFE y FS) muestra valores de 7 y 42.8 respectivamente, los presentes valores se encuentran por debajo del valor promedio reportado por Waseem et, al., (2021) en harina de espinaca con un  $11.76 \pm 3.92$ , sin embargo, los valores se encuentran dentro del parámetro. Esto indica que estas harinas a base de vegetales funcionarían mejor para productos como galletas, pastas finas, pasteles y bizcochos, de acuerdo con el autor Akubor y Owuse, (2020) una baja CFE refleja una limitante de su implementación como materia prima en la elaboración de productos de panificación leudados y esponjosos, ya que al combinarse con harina de trigo formarían harinas “flojas” debido a su poca capacidad de hinchamiento.

La capacidad de retención de agua(CRA) mostro un valor de  $14 \pm 1.3$ , sin embargo estos resultados son mayores a los reportados por otras harinas como quínoa con un valor de 1.42 (Roldan, 2018), harina de plátano 2.18 y harina de trigo 0.627 (Peña, Méndez, Guerra & Peña, 2015), la CRA juega un papel importante en el rendimiento por cocción, además, condiciona también las propiedades sensoriales y de textura del producto, como la ternura, jugosidad o color (Álvarez y Romero, 2018), cabe señalar que estos atributos se presentan cuando la materia prima se emplea en la formulación de cárnicos. De acuerdo a las características con mayor relevancia de este análisis, se puede determinar a en que tipo de productos se puede implementar la adición de harina de cascara de piña, ya que las harinas con resultados favorables en CH, CAA, y CRA, sugieren que la harina tendrá buenos atributos al momento de la elaboración de un cárnico, ya que estas son las responsables de que el producto final sea atractivo, además de que CRA juega un papel fundamental en el rendimiento por cocción, además de condicionar la textura, jugosidad y color.

El pH de la harina de piña es un indicador importante que nos señala, que tipo de microorganismos son capaces de sobrevivir y desarrollarse en los alimentos, como se puede observar en la tabla 2 el valor obtenido fue de 4 este valor se encuentra dentro del rango de los alimentos considerados de alta acidez, la harina de trigo tiene un pH de 6.0 a 6.8, el pH de la cáscara de piña fue mucho más ácido que las harinas convencionales como la de trigo y maíz, de acuerdo con Bressani et al.

(2023) tiene un pH en un rango de 5.4 a 7.5, en cambio otras harinas elaboradas a partir de vegetales como betabel tienen de 5.30 a 6.60 (Bath et,al 2020), espinaca 5.50 a 6.80 (Ebenezer Rajkumar Abraham et al., 2007) y jitomate de 4.32 a 4.58 (Jyoti & Sudesh, J.2020). Nuestra harina presentó valores muy similares con la harina elaborada a base de jitomate, lo que resulta una ventaja ya que un rango de pH de 4.0 a 4.6 impide el crecimiento de *Clostridium botulinum*, bacteria responsable del botulismo (Yara,2023), como se mencionaba el pH nos indica a tipo de microorganismo esta más susceptible el alimento, por lo que el tipo de microorganismos que se podrían desarrollar son los acidófilos. Dicho pH presenta variación en función al tipo de alimento que se emplea para la elaboración de la harina.

### 7.3 Análisis fisicoquímico

La composición bromatológica de la harina de cáscara de piña ha sido investigada ampliamente encontrando diferentes rangos que dependen de la variedad, temperatura y tiempo de exposición de la cáscara al momento del secado, en la tabla 3 se pueden observar los resultados obtenidos en la investigación para ceniza, humedad, grasa, proteína y fibra cabe mencionar que cada una de las pruebas se realizó por triplicado y los resultados promedio de cada una de los análisis realizados son los que a continuación se muestran en la Tabla 3.

**Tabla 4 Resultados del análisis fisicoquímico de cáscara de piña**

<b>g/100g</b>					
<b>Muestra</b>	<b>Ceniza</b>	<b>Humedad</b>	<b>Grasa</b>	<b>Proteína</b>	<b>Fibra</b>
<i>Cáscara de piña</i>	<b>3.69</b>	<b>6.16</b>	<b>2.15</b>	<b>5.05</b>	<b>15.32</b>
<i>Harina de trigo</i>	<b>0.90</b>	<b>10.0</b>	<b>1.00</b>	<b>9.5</b>	<b>2.5</b>

El resultado de ceniza del presente estudio fue de 3.69%, inferior a lo reportado por Cedeño y Zambrano (2014), con un valor de 4.11%, sin embargo se reportan valores de ceniza de 0.54% en harina de trigo (Carias, 2015), yuca con 1.43%

(Hernández et al, 2016) y 1.76% para harina de quínoa (Roldan, 2018), de acuerdo con Cedeño y Zambrano (2014), las diferencias entre los % de ceniza se debe a que éstas representan el contenido de minerales en el alimento, por lo que las cenizas fibrosas de la cáscara, pueden ser más ricas en estos componentes.

El contenido de humedad del presente estudio fue de 6,16%, dicho resultado es muy similar a algunos estudios, previamente realizados, de acuerdo con López (2014), la humedad presenta una relación inversamente proporcional al tiempo y temperatura, cuando se presenta un menor tiempo y temperatura de exposición de la cáscara en el secado la humedad de la harina aumenta, mientras que a mayor exposición y temperatura la humedad disminuye, es por ello que los resultados obtenidos en la literatura para la humedad de la harina de cáscara de piña son tan variados, pueden oscilar por ejemplo entre 2.33-3.68 con cáscaras sometidas a temperaturas entre 70 y 80°C con tiempos mayores a las 10 horas de exposición (López, 2014) , valores lejanos al resultado obtenido en el presente estudio siendo de 6,16% , esta diferencia está reflejada en el tiempo y temperatura de exposición la cual fue de 12 horas a 60°C, sin embargo el resultado obtenido es cercano al presentado por Cedeño y Zambrano (2014), reflejando un resultado de humedad en la cáscara de piña de 9.04%, esta cercanía puede corresponder a que se utilizó una temperatura muy cercana a los 60°C, es decir el porcentaje de humedad se encuentra estrechamente relacionado a la temperatura del proceso de deshidratado.

Existen algunas harinas como la de proteína de soja con una humedad de 6.35% (Vega,2020) y harina de trigo con humedad máxima de 15,5% de acuerdo con la norma del CODEX, por lo tanto la humedad presentada por la harina de cáscara de piña se encuentra en el rango aceptable de acuerdo a lo observado, otras harinas utilizadas experimentalmente para la elaboración de productos cárnicos, presentan valores muy cercanos al obtenido con humedad de 9.37% para harina de cáscara de papa (Vega, 2020) y humedad de 8.23% para harina de quínoa (Roldan,2018).

Se encontró un valor de 2,15% para el parámetro de grasa lo que fue mayor a los resultados reportados por el autor Chávez, *et al.*, (2009) de 1.8%, esto quizá se



deba a la naturaleza del fruto de acuerdo con el autor Umaña et al., (2013) el porcentaje lipídico es muy similar a los reportados en harinas de brócoli y pimiento cuyos valores son de 2.64% y 1.83% respectivamente, lo cual se debe a la presencia de colorantes lipídicos, resultado de la naturaleza de la materia prima, ya que respecto a el valor de grasa en harina de trigo este es de 1.

El contenido de proteína de la muestra analizada fue de 5.05% dicho valor es inferior al contenido en la harina de trigo, de acuerdo con el autor Hoyos et al., (2023) esto se debe a la naturaleza de la muestra, ya que los cereales se caracterizan por tener un aporte del 10-12.38% ya que las proteínas son las responsables de conferir la habilidad de formar una masa cohesiva, tenaz, capaz de retener gases para darnos productos aireados y livianos, después de su cocción. Esta propiedad se debe a su capacidad para formar gluten (Gómez-Pallarés et al., 2006). Sin embargo, el valor obtenido es un valor que se encuentra dentro de los valores obtenidos en estudios realizados con harinas de origen vegetal (Jairo Umaña et al., 2024) de 6,19%, 3.5% (Jessenia & Beatriz, 2014), y 4.74% (Valentina, 2022), respectivamente, dichos valores son inferiores a los reportados para harina de trigo, no obstante, el valor es inferior a 10 al igual que otras harinas de origen vegetal como la cáscara de mango 3,69% (Jessenia & Beatriz, 2014), cáscara de mandarina 8.14% (Gutiérrez La Torre y Pascual C,2016) y 5.6% (Román et al, 2008) en cáscara de naranja, similares a los obtenidos en el presente estudio de 5.05%, todos los valores antes mencionados son inferiores al valor de una harina de trigo, por lo que su contenido en la elaboración de algún alimento o adición será inferior pues como ya se sabe los alimentos de origen vegetal no son una buena fuente de proteínas.

El contenido de fibra de la muestra analizada es de 15,32% este valor fue mayor al obtenido en un estudio similar por (Hoyos & Palacios, 2015) en el cual se reporto un valor de 13,65% dicho autor señala que el 11,57% corresponde a fibra insoluble y el 2,08% a fibra soluble, siendo 12,45% lignina, 19,41% celulosa y 18,63% hemicelulosa, lo cual señala que del contenido total de fibra la mayor parte corresponde a fibra insoluble, la cáscara de mandarina presenta 43,84% (Gutiérrez 2016), el contenido de fibra en los diversos tipos de subproductos empleados para la

elaboración de harinas, varía en función del tipo de alimento. Así como también se debe considerar el proceso tecnológico empleado para obtener el polvo a partir del producto fresco (Gutiérrez 2016), sin embargo, este contenido de fibra es mayor al que se reporta en la harina de trigo convencional que es de 2.5%.

#### **8.4 Desarrollo de productos**

De acuerdo con los resultados de las propiedades funcionales de la harina de piña, así como los resultados del análisis fisicoquímico se llevó a cabo la elaboración de 3 productos; pasta, galletas y chorizo cada uno de ellos con diferentes porcentajes de adición de harina de cáscara de piña. Previo a la elección de la formulación empleada se llevaron a cabo diferentes formulaciones con la adición de harina de piña en los siguientes porcentajes; 10, 20 y 30% respectivamente, esto con la finalidad de eliminar aquellas formulaciones en las cuales de manera preliminar no se tenían características sensoriales apropiadas.

*Pasta para sopa:* para la formulación de la pasta se empleó una adición de harina de piña al 10% de la fórmula original, por lo que se utilizó 10 g de harina de piña, 90 g de harina de trigo y 60 ml de huevo, para tener un control de las formulaciones se utilizó como muestra control (receta sin la adición de harina de piña) 100g de harina de trigo y 60 ml de huevo. Una vez mezcladas las harinas se añadió el huevo, hasta formar una masa poco elástica, posteriormente se aplano en forma de láminas para poder hacer la lámina más delgada, se lamino con ayuda de la maquina para pasta y una vez obtenido un grosor aproximado a 2 mm, se cortaron las laminas en forma de tagliatelle, posteriormente se dejo deshidratar por 5 hrs en el deshidratador Excalibur a 52°C.

Se cocinaron cantidades iguales de cada pasta, para su cocción se empleo agua, sal aceite de oliva y laurel. Los tiempos de cocción para que las pastas quedaran al “dente” fueron distintos, una vez que el agua comenzó a hervir, se añadieron las pastas y el tiempo de cocción de la pasta control fue de 9 min, mientras que la pasta de piña empleo un tiempo de 16 min. Para su consumo se mezclo cada una de las pastas con 20 g de crema (Anexo 2).

*Galletas:* Para la formulación de las galletas se empleo una adición de harina de piña al 15%, por lo que se empleo 42 g de harina de piña, 238 g de harina de trigo, 10 g de azúcar, 125 g de mantequilla y 1 huevo. Para la formulación de galleta tambien se empleo la receta original como muestra control. El primer paso es mezclar las harinas en un bowl, se agrega la mantequilla y se integran ambos hasta formar una masa granulosa, se debe integrar el huevo y el azucar, se continua mezclando hasta obtener una masa compacta y poco pegajosa, una vez obtenido esto se debe agregar un poco de harina sobre la superficie de trabajo, se extendio la masa con ayuda de un rodillo, hasta obtener un grosor aproximado de 1 cm, para posteriormente proceder a cortar con ayuda de un cortador de galletas, mismas que se colocaron sobre una bandeja y se introdujeron al horno a una T de 190°C por un tiempo de 8 a 10 min, el tiempo de cocción de las galletas con harina de piña fue de 11 min mientras que la muestra control empleo un tiempo de 9 min. (Anexo 3).

*Chorizo de soya :* Para la formulación de chorizo se empleo una adición de harina de piña al 20%, por lo que se empleo 50 g de harina de piña, 200 g de soya texturizada hidratada, 7.5 g cda de comino en polvo, 1 g de clavo en polvo, 1.8 g de laurel, 1.25g de oregano en polvo, 1.25g de tomillo, 7.5g de ajo en polvo, 2.5g de sal, 1.25g de pimienta negra, 15g de pimenton, 1.25g de chile árbol, 22.5 ml de vinagre de manzana, se mezclaron todos los ingrediente en un bowl, se procedio a formar los chorizos con ayuda de pelicula plastica de cocina, se guardaron en un recipiente hermetico en refrigeración, por 48 hrs. Para su consumo se retiro la pelicula plastica y se procedio a cocinar a fuego medio en un sarten con 1 cdita de aceite (Anexo 4).

### *Evaluación sensorial*

Los productos desarrollados con mejores cualidades funcionales fueron sometidos a una evaluación sensorial, por medio de una escala hedónica de 9 puntos (Anexo 5), la cual fue desarrollada por la U.S Army Food Container Institute en 1950, y que en la actualidad es la más empleada por la industria agroalimentaria (Meiselman y Schutz 2002), se emplearon 60 panelistas universitarios, 19 hombres y 41 mujeres, entre 19 a 22 años de edad, la ficha de evaluación, evaluó 5 características sensoriales(apariencia, sabor, color, olor y textura) con una escala,

numérica de 1 al 9 representado al 1 como “Me disgusta demasiado” y 9 “Me gusta demasiado”.

Las muestras evaluadas fueron 6 productos (pasta al 10%, galletas al 15% y chorizo al 20%) cada muestra propuesta, fue acompañada de una muestra control. Los resultados de la evaluación de pasta con adición de harina de piña son: apariencia calificación promedio de 7.4 muestra control 8 puntos, sabor 6.9, muestra control 7.7, color 7.1 puntos, muestra control 8.2, olor 6.7 puntos muestra control 8.1, y textura 7 puntos, muestra control 8. Podemos apreciar que la cualidad con mejor puntaje es la apariencia y la que menor puntuación obtuvo en comparación con la muestra control fue el color (Grafico 1) (Tabla 6). Las cualidades que más agradaron a los panelistas fueron apariencia color y textura con un puntaje promedio en la escala de “Me gusta”, mientras que las cualidades con menor promedio fueron sabor y olor en la escala de “Me gusta ligeramente”.

De acuerdo con el análisis estadístico de ANOVA existe una diferencia significativa para los resultados de la pasta de piña, en las 5 características (Apariencia, sabor, color, olor y textura).

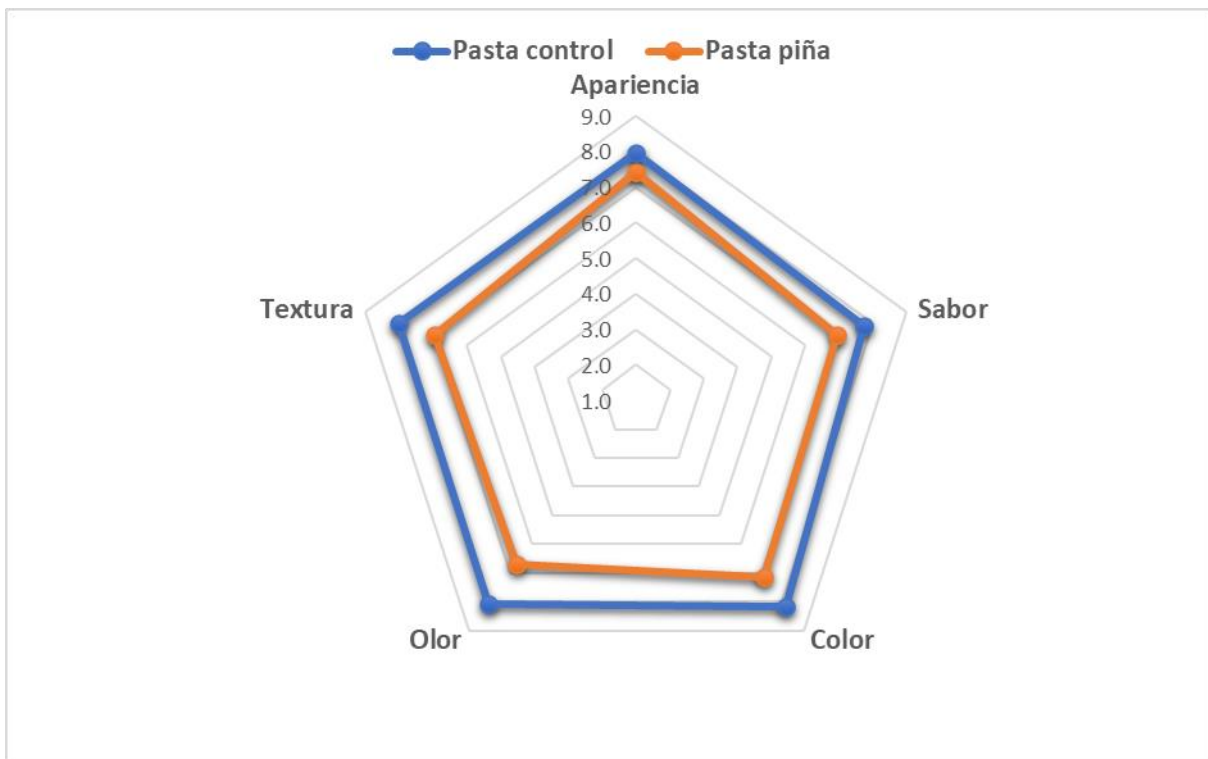


Gráfico 1 Evaluación sensorial de pastas.

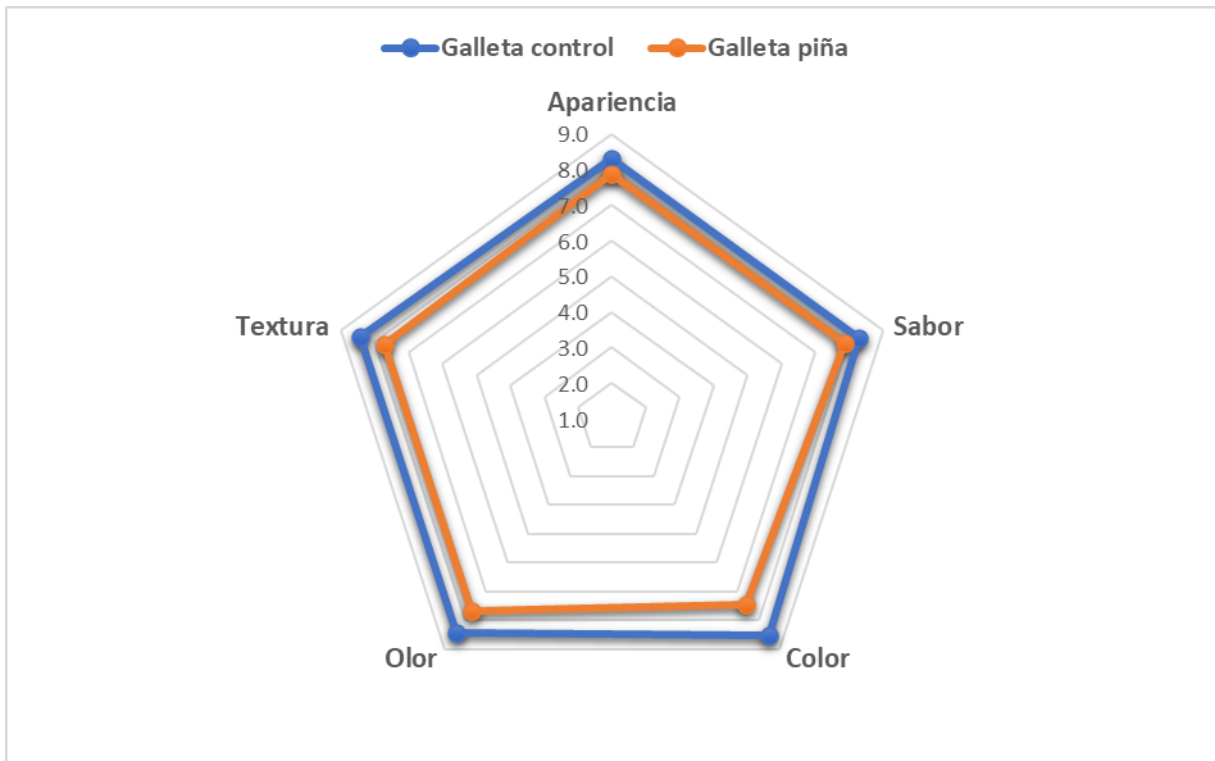
**Tabla 5 Resultados de la evaluación sensoria de pastas**

	<i>Apariencia</i>	<i>Sabor</i>	<i>Color</i>	<i>Olor</i>	<i>Textura</i>
<i>Pasta control</i>	<b>8.0</b>	<b>7.7</b>	<b>8.2</b>	<b>8.1</b>	<b>8.0</b>
<i>Pasta piña</i>	<b>7.4*</b>	<b>6.9*</b>	<b>7.1*</b>	<b>6.7*</b>	<b>7.0*</b>

Análisis de Varianza (ANOVA) \*p <0.05 Existe diferencia significativa

Los resultados de la evaluación sensorial de la galleta con harina de piña fue, apariencia 7.9 y muestra control 8.3 puntos, sabor 7.9 y muestra control 8.3 puntos, color 7.4, muestra control 8.5 puntos, olor 7.7 y muestra control 8.4, textura 7.7 muestra control 8.4 puntos. Las cualidades con mejor puntaje de aceptabilidad fueron apariencia y sabor, mientras que la menor puntaje obtuvo fue el color (Gráfico 2) (Tabla 7). Las 5 cualidades evaluadas obtuvieron un puntaje promedio en la escala de “Me gusta” lo cual significa que tuvo una aceptación muy buena por parte de los panelistas.

A pesar de que de acuerdo con el análisis estadístico existe diferencia significativa en los resultados de apariencia, sabor, color, olor y textura comparado con la galleta control, se considera que son buenos resultados para la aceptación de la pasta, indicando la posibilidad de reutilización de este deshecho, aunque se recomienda optimizar la formulación.



**Gráfico 2 Evaluación sensorial de galletas**

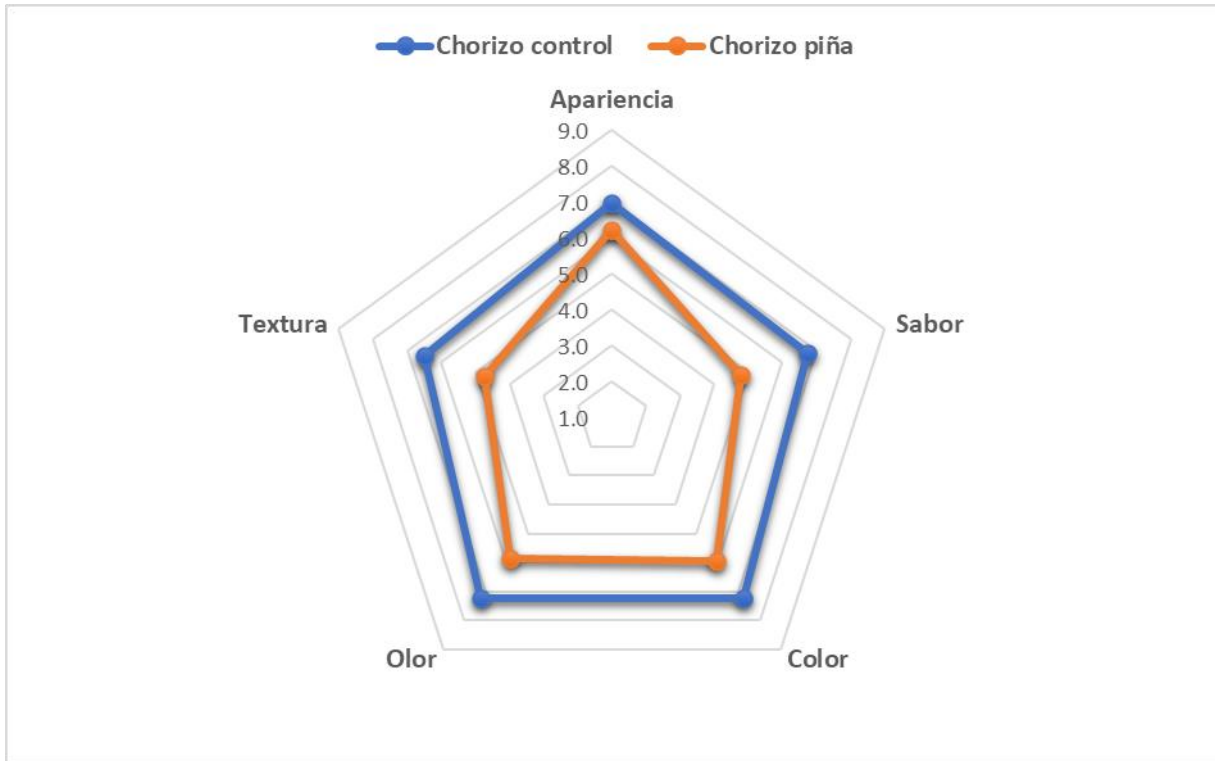
**Tabla 6 Resultados de la evaluación sensorial de galletas**

	<i>Apariencia</i>	<i>Sabor</i>	<i>Color</i>	<i>Olor</i>	<i>Textura</i>
<i>Galleta control</i>	<b>8.3</b>	<b>8.3</b>	<b>8.5</b>	<b>8.4</b>	<b>8.4</b>
<i>Galleta piña</i>	<b>7.9*</b>	<b>7.9*</b>	<b>7.4*</b>	<b>7.7*</b>	<b>7.7*</b>

Análisis de Varianza (ANOVA) \*p <0.05 Existe diferencia significativa

Los resultados de la evaluación sensorial del chorizo de soya con harina de piña fue, apariencia 6.2 y muestra control 7 puntos, sabor 4.8 y muestras control 6.7 puntos, color 6, muestra control 7.2 puntos, olor 5.9 y muestra control 7.2, textura 4.8 muestra control 6.5 puntos. La cualidades con mejor puntaje de aceptabilidad fueron apariencia y sabor, mientras que la menor puntaje obtuvo fue el color (Gráfico 3) (Tabla 8). Las cualidades que más agradaron a los panelistas fueron apariencia y color con un puntaje promedio en la escala de “Me gusta ligeramente”, mientras que las cualidades con menor promedio fueron olor en la escala de “Ni me gusta ni me disgusta” fueron sabor olor y textura con un puntaje promedio en la escala de “Me gusta ligeramente”. Por otro lado los resultados del análisis

estadístico de ANOVA muestran que existe una diferencia significativa entre los resultados de la evaluación sensorial de la muestra de chorizo de piña y la muestra control, pero en el global se puede decir que la muestra tuvo buena aceptación por lo que la recomendación sería optimizar la formulación.



**Gráfico 3 Evaluación sensorial de chorizos**

**Tabla 7 Resultados de la evaluación sensorial de chorizos**

	<i>Apariencia</i>	<i>Sabor</i>	<i>Color</i>	<i>Olor</i>	<i>Textura</i>
<i>Chorizo Control</i>	<b>7.0</b>	<b>6.7</b>	<b>7.2</b>	<b>7.2</b>	<b>6.5</b>
<i>Chorizo piña</i>	<b>6.2*</b>	<b>4.8*</b>	<b>6.0*</b>	<b>5.9*</b>	<b>4.8*</b>

Análisis de Varianza (ANOVA) \*p <0.05 Existe diferencia significativa

Se pudo observar que los resultados obtenidos del análisis sensorial muestran que existe preferencia hacia las muestras control de cada uno de los 3 productos (pasta,

galletas y chorizo), sin embargo, ninguno de los 3 productos elaborados causó disgusto en los panelistas.

### *Evaluación fisicoquímica de los productos elaborados*

Después de realizar la evaluación sensorial, se realizó a cada uno de los productos elaborados (pasta, galletas y chorizo de soya) con distintos porcentajes de adición de harina de piña, un análisis físicoquímico para evaluar su composición en cuanto a los parámetros de ceniza, humedad, grasa y proteína, cada una de las muestras analizadas estuvo acompañada de una muestra control.

De acuerdo con el (*DOF - Diario Oficial de La Federación, 2024*) las pastas de harina de trigo elaboradas con huevo deben contener como máximo 1.2 de cenizas, la pasta de piña presentó un valor de 1.22 el cual se encuentra aun dentro de este parámetro, se pudo observar que el contenido de ceniza es mayor que el de la pasta control por el contenido de cenizas que presenta la harina de piña, cabe recordar que este parámetro representa al contenido de minerales presentes en el alimento. El parámetro establecido por la NOM F-23-S-1980 de humedad de 14 como máximo, la pasta de piña presenta un valor de 11.43 es cual es apropiado para el tipo de alimento, el parámetro de grasa establecido por la normativa es de 2.5, la pasta de piña presenta un valor de 5.67 este valor es superior pues los valores de grasa de la harina de piña son mayores que los de harina de trigo. Y por último el parámetro de proteína que debe contener una pasta es de 9.5 como valor mín. sin embargo se pudo observar que el valor disminuye en comparación con la muestra control pues el contenido de proteína de la harina de piña es inferior al de harina de trigo. De acuerdo con el análisis estadístico se encontró que existe una diferencia significativa en los parámetros de ceniza de 1.22g, grasa 5.67 y proteína de la pasta de piña con 10.93g

**Tabla 8 Resultados del análisis fisicoquímico de las pastas**

<b>g/100g</b>					
<b>Muestra</b>	<b>Ceniza</b>	<b>Humedad</b>	<b>Grasa</b>	<b>Proteína</b>	<b>Fibra</b>
<i>Pasta control</i>	<b>1.01</b>	<b>10.76</b>	<b>11.36</b>	<b>13.62</b>	<b>2.5</b>



<i>Pasta piña al 10%</i>	<b>1.22*</b>	<b>11.43</b>	<b>5.67*</b>	<b>10.93*</b>	<b>3.78</b>
--------------------------	--------------	--------------	--------------	---------------	-------------

Análisis de Varianza (ANOVA) \*p <0.05 Existe diferencia significativa

Los resultados de la muestra de galleta con adición de harina de cáscara piña son los siguientes: ceniza 0.99 muestra control 0.66, humedad 4.66 muestra control 5.42, grasa 26.85 muestra control 19.57, y proteína 8.59 muestra control 11.09. La Norma Mexicana NMX-F-006-1983, establece un contenido de cenizas para galletas no dietéticas, Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI) (1983). NMX-F-006-1983. Alimentos- Galletas. Ciudad de México: SECOFI. no mayor al 1.5 por lo que la muestra control y la galleta elaborada con adición de cáscara de piña están dentro del parámetro establecido por la NMX-F-006-1983, para el parámetro de humedad se establece un máximo de 6, por lo que la galleta de piña se encuentra dentro del parámetro con un 4.66, en cuanto al parámetro de grasa se establece un mín de 15 y la galleta de piña tiene 26.85 el cual es mayor en comparación con la muestra control, la cual quizá se deba al contenido de lípidos de la harina de trigo es de 1.2 y harina de piña 2.15 además de la adición de mantequilla para su elaboración, así mismo la normativa establece un contenido mínimo de 8 para el parámetro de proteína en la galleta de piña se encuentra dentro del límite mín. el cual se encuentra debajo del de la muestra control esto se debe a que la harina de piña presenta un contenido de proteínas muy bajo en comparación con la harina de trigo. La galleta formulada con harina de piña cumple con los parámetros establecidos por la normativa mexicana. Se encontró que existe una diferencia significativa en los resultados de galleta de piña para los parámetros de ceniza 0.99g, grasa 26.85g, y proteína 8.59g.

**Tabla 9 Resultados del análisis fisicoquímico de galletas**

	<b>g/100g</b>				
<b>Muestra</b>	<b>Ceniza</b>	<b>Humedad</b>	<b>Grasa</b>	<b>Proteína</b>	<b>Fibra</b>
<i>Galleta control</i>	<b>0.66</b>	<b>5.42</b>	<b>19.57</b>	<b>11.09</b>	<b>1.53</b>
<i>Galleta piña al 15%</i>	<b>0.99*</b>	<b>4.66</b>	<b>26.85*</b>	<b>8.59*</b>	<b>2.61</b>

Análisis de Varianza (ANOVA) \*p <0.05 Existe diferencia significativa

Por último los resultados del análisis fisicoquímicos del chorizo de soya con adición de harina de piña fue: ceniza 1.62 muestra control 1.68, humedad 81.63 muestra control 79.45, grasa 3.64 muestra control 3.50, y proteína 11.99 muestra control 16.01. De acuerdo con (De Ingeniería & Alimentos, 2014) un chorizo convencional, es decir con la utilización de proteína de origen animal presenta en promedio 14g de proteína, mientras que un chorizo elaborado con proteína de origen animal y la adición de soya presenta un 18.6; (Cruz et al., 2023) realizó una comparación entre un chorizo comercial y un chorizo tecnológico en el cual se obtuvieron mejores resultados en los parámetros de proteína con un 14.9 y 5.1 respectivamente, mientras que los valores de grasa fueron 7.9 y 21.6 para el chorizo comercial y tecnológico respectivamente, por lo que los resultados de chorizo con adición de harina de piña se encuentran por arriba de los parámetros de un chorizo convencional con 11.99 de proteína y 3.64 de grasa. De acuerdo con lo que dice el autor Fernández F.(2008) un chorizo proporciona alrededor un 20 % de proteína. El contenido de ceniza no mostro un aumento ya que el porcentaje de adición de harina solo fue del 20%, sin embargo, para el parámetro de humedad si existe un aumento del 79.45-81.63, el cual tenga relación al proceso de elaboración, pues se emplea soya texturizada, la cual previamente se debe hidratar. Por otro lado, se encontró una diferencia significativa para los resultados de chorizo de piña dentro de los parámetros de humedad 81.63 y proteína 11.99.

**Tabla 10 Resultados del análisis fisicoquímico de chorizo**

	<b>g/100g</b>				
<b>Muestra</b>	<b>Ceniza</b>	<b>Humedad</b>	<b>Grasa</b>	<b>Proteína</b>	<b>Fibra</b>
<i>Chorizo control</i>	<b>1.68</b>	<b>79.45</b>	<b>3.50</b>	<b>16.01</b>	<b>4</b>
<i>Chorizo piña al 20%</i>	<b>1.62</b>	<b>81.63*</b>	<b>3.64</b>	<b>11.99*</b>	<b>6.26</b>

Análisis de Varianza (ANOVA) \*p <0.05 Existe diferencia significativa



## 8. CONCLUSIÓN

La cascara de piña empleada como un subproducto de desecho, mostró cualidades interesantes, ya que presentó una alta capacidad de absorción de agua (CAA), al igual que su capacidad de hinchamiento (CH), así mismo comparada con la harina de trigo presentó valores superiores en ceniza, grasa y fibra. En cuanto a la elaboración de productos, se observó que los parámetros analizados son más bajos en comparación con las muestras control, excepto para los resultados de ceniza, y fibra por lo que se puede suponer que la harina de piña puede funcionar como un aporte adicional de fibra, por su parte la evaluación sensorial muestra resultados inferiores a las muestras control, sin embargo, no presentaron calificaciones negativas.

Se propone optimizar la formulación de estos 3 productos para mejorar sus cualidades sensoriales, así como analizar otros parámetros como su actividad antioxidante, ya que por su contenido grasa, y el origen de la materia prima es en esta parte en donde encontramos diversos antioxidantes este tipo de alimentos pueden llegar a complementar a algunas preparaciones tradicionales, o mejorar cierto tipo de alimentos, además de que promueven la disminución de los desechos agroindustriales, para apoyar las estrategias para una alimentación sustentable.

## 9. ANEXOS

### Anexo 1 Obtención y deshidratación de la materia prima



### Anexo 2 Elaboración de pasta



#### Anexo 4 Elaboración de galletas



#### Anexo 4 Muestras de chorizo



Anexo 5 Escala hedónica de 9 puntos

Evaluación sensorial						
Producto:						
Edad:		Sexo:		Fecha:		
Instrucciones: Degustar cada muestra, anotando qué tanto le gusto o disgusto el producto, utilizando la escala hedónica (de 9 puntos) apropiada para mostrar su actitud, haciendo una anotación en el punto de la escala que mejor describe sus sensaciones. Beber agua después de probar cada producto.						
CALIFICACIÓN		APARIENCIA	SABOR	COLOR	OLOR	TEXTURA
9	Me gusta demasiado					
8	Me gusta mucho					
7	Me gusta					
6	Me gusta ligeramente					
5	Ni me gusta ni me disgusta					
4	Me disgusta ligeramente					
3	No me gusta					
2	Me disgusta mucho					
1	Me disgusta demasiado					
Observaciones: _____						

## 10. BIBLIOGRAFÍA

Alfaro, R y Rodríguez, J. (1992). Impacto ambiental de los desechos agroindustriales (café, piña y palma africana). Escuela de Ciencias Ambientales. Universidad Nacional. p. 33 – 42. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5381239.pdf>

Baena, L. y García, N. (2012). Propiedades fisiológicas de la fibra dietaria. Obtención y caracterización de fibra dietaria a partir de cascarilla de las semillas tostadas de *Theobroma cacao* L. de la industria chocolatera colombiana. Universidad Tecnológica de Pereira Facultad de Tecnologías Escuela de Química Pereira. Formato PDF. (En línea). <http://repositorio.utp.edu.co>.

Bhat, N. A., Wani, I. A., & Hamdani, A. M. (2020). Tomato powder and crude lycopene as a source of natural antioxidants in whole wheat flour cookies. *Heliyon*, 6(1), e03042. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e03042>

Bressani, R., Turcios, J. C., Reyes, L., & Mérida, R. (2023). Caracterización física y química de harinas industriales nixtamalizadas de maíz de consumo humano en América Central. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 51(3), 309–313. [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222001000300015#:~:text=Finalmente%20el%20pH%20de%20la,promedio%20de%206.31%20%C2%B1%200.64](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222001000300015#:~:text=Finalmente%20el%20pH%20de%20la,promedio%20de%206.31%20%C2%B1%200.64)

Cañas, Z; Restrepo, D; Cortés, M. (2011). Mango (*Mangifera indica*). Productos Vegetales como Fuente de Fibra Dietaria en la Industria de Alimentos. Revista Fac. Nal. Agr. Medellín. Formato PDF. (En línea). <http://www.agro.unalmed.edu>.

Capitani, M. (2013). Caracterización y funcionalidad de subproductos de chíá (Salvia Hispánica L) aplicación en tecnología de alimentos. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas, Departamento de Química. Universidad de la Plata. Argentina. (En línea). <http://papiros.upeu.edu.pe>.

Córdoba, A. (2005). Composición de la fibra dietética y funcionalidad. Caracterización de Propiedades Relacionadas con la Textura de Suspensiones de Fibras Alimentarias. Tesis de doctorado. Valencia. Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Tecnología de Alimentos. (En línea). <http://riunet.upv.es>.

Cruz, J., Arellano, M., Guillen, F., García, V., & Agüero, E. (2023). Caracterización proximal, sensorial y microbiológica de un chorizo elaborado en el Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte y un Chorizo comercial, para su



comparación. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 8(1), 485-490.

Cruz, M. (2002). Caracterización físicoquímica, fisiológica y funcional de residuos fibrosos de cáscara de maracuyá (*Pasiflora edulis*). (Tesis para obtener el grado de Ingeniero Químico). Facultad de Ingeniería Química. p 156.

De Antonio, X, (2004). Componentes: Ligninas. La fibra en la alimentación. Farmacia Hospitalaria. Formato PDF. (En línea). <http://www.senpe.com>.

*Diario Oficial de la Federación*. (2024). Norma Oficial Mexicana NOM. F-23-S-1980, Pasta de harina de trigo y/o semolina para sopa y sus variedades. (En línea) [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4857471&fecha=24/07/1980#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4857471&fecha=24/07/1980#gsc.tab=0)

Duneska, C., Bustillo Escuela, C., Panamericana, A., & Honduras, Z. (2013). *Comparación de la escala hedónica de nueve puntos con la escala hedónica general de magnitud (gLMS) utilizada por personas de dos regiones de América Latina*. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/0e036a32-7809-4aa8-8746-6d5855a7b1b6/content>

Díaz, Y y Matos, A. (2011). Propiedades funcionales de la fibra dietética en la alimentación humana y en la industria alimentaria. Artículo científico. Repositorio digital Papiros. Universidad Peruana Unión. (En línea).

Ebenezer Rajkumar Abraham, Ramachandran, S., & R. Velraj. (2007). Biogas: Can It Be an Important Source of Energy? *Environmental Science and Pollution Research*, 14(1), 67–71. <https://doi.org/10.1065/espr2006.12.370>

Fernández F. (2008) Composición y valor nutricional en el chorizo.

García, P y Velasco, C. (2007). Clasificación de las fibras. Evolución en el conocimiento de la fibra. Fisiología intestinal y fibra. Nutrición Hospitalaria. Formato PDF. p 22. (En línea). <http://www.nutricionhospitalaria.com>.

Gutiérrez, E. (2002). Fibra dietaria (alimento para animales y humanos. Citado por Yépez, S; Montoya, L; Orozco, F. Valorización de Residuos Agroindustriales – Frutas

– En Medellín y el Sur del Valle de Aburrá, Colombia. (En línea). Consultado, 25 nov. 2022. Formato PDF. <http://redalyc.uaemex.mx>.

Hincapié, G; Omaña, M; Hincapié, C; Arias, Z; Vélez, L. (2010). Efecto de la temperatura de secado sobre las propiedades funcionales de la fibra dietaria presente en la citropulpa. *Revista Lasallista de Investigación*. Vol. 7, núm. 2. Colombia. (En línea). <http://www.redalyc.org>.

Hoyos, D., Anneth, S., Palacios, G., Universidad, P., & Vale, D. (n.d.). Retrieved

December 31, 2023, from

<https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/24ac0380-c31b-45b9-bc57-03d5246b6020/content>

Jessenia, R., & Beatriz, J. (2014). Cáscaras de piña y mango deshidratadas como fuente de fibra dietética en producción de galletas. *Espam.edu.ec*. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/439>

Jyoti, & Sudesh, J. (2020). Physicochemical and nutritional composition of composite flour enriched with spinach leaves powder for development of value-added baked products. *International Journal of Chemical Studies*, 8(4), 1841–1844. <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i4s.9895>

López J. (2014). “Obtención de harina de cáscara de piña (ananas comosus) con diferentes tiempos y temperaturas de secado para elaborar galletas”. Obtenido de [http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/19153/7575\\_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/19153/7575_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Márquez-Villacorta, L. F., & Vásquez, C. C. P. (2018). Evaluación de características de calidad en barras de cereales con alto contenido de fibra y proteína. *Bioteología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 16(2), 69-78.

Martínez, O. L., Román, M. O., Gutiérrez, E. L., Medina, G. B., Cadavid, M., & Flórez, Ó. A. (2008). Desarrollo y evaluación de un postre lácteo con fibra de naranja. *Vitae*, 15(2), 219-225.

Matos, A y Chambilla, E. 2010. Importancia de la Fibra Dietética, sus Propiedades Funcionales en la Alimentación Humana y en la Industria Alimentaria. Revista de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Vol. 1, Nº 1, 2010. Formato PDF. (En línea). <http://investigacion.upeu.edu.pe>.

Meiselman, H.L. y H.G.Schutz.2002. History of food acceptance research in the US Army (en línea). US Army research. 40:199-216. <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1038&context=usarmyresearch>

Mexicana, N. (n.d.). SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL “ALIMENTOS -GALLETAS” “FOOD -COOKIE” DIRECCION GENERAL DE NORMAS. [https://sitios1.dif.gob.mx/alimentacion/docs/NMX-F-006-1983\\_GALLETAS.pdf](https://sitios1.dif.gob.mx/alimentacion/docs/NMX-F-006-1983_GALLETAS.pdf)

Padalino, L., Mastromatteo, M., Lecce, L., Cozzolino, F., Del Nobile, M. (2012). Manufacture and characterization of gluten-free spaghetti enriched with vegetable flour. Journal of Cereal Science, 57( 3): 333-342. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2012.12.010>

Pak, N. (1997). Conceptos y componentes de la fibra dietética. Análisis de fibra dietética. FAO. Producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición. Formato PDF. Cap. 16. p 177 – 184. (En línea). Consultado, 26 de nov. 2022. <ftp://ftp.fao.org>.

Peraza, G. (2000). Caracterización de los residuos fibrosos de *Canavalia ensiformis* L. y *Phaseolus Lunatus* L. y su incorporación a un producto alimenticio. (Tesis para obtener el grado de Ingeniero Químico). Facultad de Ingeniería Química. Universidad Autónoma de Yucatán. p 120.

Peris, M., Rubio-Arreaz, S., Castelló, M. L., & Ortolá, M. D. (2019). From the Laboratory to the Kitchen: New Alternatives to Healthier Bakery Products. Foods (Basel, Switzerland), 8(12), 660. <https://doi.org/10.3390/foods8120660>.

Ramírez, A y Pacheco, E. (2009). Propiedades Funcionales de Harinas Altas en Fibra Dietéticas Obtenidas de Piña, Guayaba y Guanábana. Interciencia, Vol. 34. Redalyc. Sistema de Información Científica. (En línea. <http://redalyc.uaemex.mx>).

Roberta, M.S., Larraz, M.S., E´dira, C.B. (2014). Functional capacity of flour obtained from residues of fruit and vegetables. *International Food Research Journal*, 21(4):1675-1681.

Román, M y Valencia, F. (2006). Evaluación de galletas con fibra de cereales como alimento funcional. Universidad de Antioquia. *Vitae*. Vol. 13, N° 2. Colombia. Formato PDF. (En línea). <http://www.redalyc.org>.

Saccotelli, M., Spinelli, S., Conte, A. and Nobile, M. (2018) Gluten-Free Bread Enriched with Vegetable Flours. *Food and Nutrition Sciences*, 9, 356-368. <https://doi.org/10.4236/fns.2018.94028>.

Sánchez, K y Matos, A. (2011). Fibra dietética y sus propiedades funcionales e importancia en la industria alimentaria. I Congreso Nacional de Investigación Iglesia Adventista del Séptimo Día. Lima - Perú. Formato PDF. (En línea) <http://papiros.upeu.edu.pe>.

Santos, D., López Da Silva, J. A., Pintado, M. (2022). Fruit and vegetable by-products' flours as ingredients: A review on production process, health benefits and technological functionalities. *LWT*, 154(15), 112707. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112707>.

Savón, L. (2002). Fibra dietética. Alimentos altos en fibra para especies monogástricas. Caracterización de la matriz fibrosa y sus efectos en la fisiología digestiva. *Rev. Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 36, No. 2. p 92 – 93. Formato PDF. (En línea <http://revistas.mes.edu.cu>

Sibaja, M.; Moya, M.; Durán, R.; Pereira, R.; Madrigal, R. (1988). Caracterización de algunos desechos agroindustriales en Costa Rica. *UNICIENCIA*. Vol. 5. p 27 – 32. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/uniciencia/article/view/6713>

Umaña, J., Lopera, S. y Gallardo, C. (2013). CARACTERIZACIÓN DE HARINAS ALTERNATIVAS DE ORIGEN VEGETAL CON POTENCIAL APLICACIÓN EN LA FORMULACIÓN. <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/230/223>

Vaclavik, V. (2002). Pectinas y otros carbohidratos. *Fundamentos de Ciencia de los Alimentos*. Ed. Acriba S.A. Zaragoza. (España). Pág. 63 – 73. Formato PDF. (En línea). Consultado, 29, nov. 2022. <http://www.uco.es>.

Valentina, J. (2022). *Incorporación de harina de cáscara de piña como fuente de fibra en la elaboración de un producto cárnico tipo hamburguesa*. Ciencia Unisalle. [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_alimentos/740](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/740)

Yara (2023). Gestionar el sabor del tomate <https://www.yara.com.co/nutricion-vegetal/tomate/gestionar-el-sabor-del-tomate/>