



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y**  
**VETERINARIA**  
**CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente práctico del Examen de Carácter Complexivo, presentado al H.  
Consejo Directivo de la Facultad como requisito previo a la obtención del título  
de:

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**TEMA:**

Harina de arroz (*Oryza sativa*), Garbanzo (*Cicer arietinum*), Sorgo (*Sorghum  
vulgare*) como sustitutos de trigo en la industria panificadora.

**AUTOR:**

Jixon Estiven Fernández Chávez

**TUTOR:**

Ing. Agr. Juan Mariano Ortiz Dicado, M. Sc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2024

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación investigó la harina de arroz (*Oryza sativa*), garbanzo (*Cicer arietinum*), sorgo (*Sorghum vulgare*) como posibles sustitutos de la harina de trigo en la industria panificadora nacional. Los objetivos planteados se orientaron a conocer los aspectos nutricionales y sensoriales de las diferentes harinas de arroz, garbanzo y sorgo para la industria de panificación e industrias conexas, y detallar la viabilidad costo- beneficio como resultado de su utilización. Las conclusiones determinaron que la harina de arroz aporta una significativa cantidad de manganeso, calcio y zinc, vitamina D, vitaminas del complejo B y hierro lo cual indica que esta harina es una excelente fuente de carbohidratos. La harina de garbanzo ofrece al organismo humano carbohidratos complejos, que se caracterizan por su liberación gradual, lo que resulta en un contenido nutricional significativo. Abarca minerales como el magnesio, el potasio, vitaminas (especialmente las del grupo B) y ácidos grasos esenciales como el omega 6. La harina de sorgo y su contenido la convierten en un potente antioxidante debido a su riqueza en vitaminas B (como tiamina, riboflavina y niacina) y vitamina E. Adicionalmente, presenta minerales tales como calcio, fósforo, zinc y hierro. Según las características sensoriales estas harinas, con la aplicación de encuestas, obtuvieron respuesta favorable en cuanto a olor, sabor, textura. La inversión en la producción y comercialización de harinas de arroz, garbanzo y sorgo demuestra ser una opción viable porque su producción no es complicada y es barata.

**Palabras clave:** harinas, gluten, sensorial, nutricional.

## SUMMARY

The document was prepared based on the theme: rice flour (*Oryza sativa*), chickpea (*Cicer arietinum*), sorghum (*Sorghum vulgare*) as wheat substitutes in the baking industry. The objectives set were to describe the nutritional and sensory aspects of the different rice, chickpea and sorghum flours for the baking industry and to detail the cost-benefit feasibility. The determining conclusions that rice flour provides a significant amount of manganese, calcium and zinc, vitamin D, B complex vitamins and iron, which indicates that this flour is an excellent source of carbohydrates, particularly the whole grain variety. Chickpea flour offers the body complex carbohydrates, which are characterized by their gradual release, resulting in significant nutritional content. It includes minerals such as magnesium, potassium, vitamins (especially those of group B, with the exception of B12) and essential fatty acids such as omega 6 and sorghum flour, making it a powerful antioxidant due to its richness in B vitamins (such as thiamine, riboflavin and niacin) and vitamin E. In addition, it contains minerals such as calcium, phosphorus, zinc and iron. According to the sensory characteristics, the flours obtained a favorable response in terms of smell, flavor, and texture. Investment in the production and marketing of rice, chickpea and sorghum flours proves to be a viable option, requiring the implementation of an action plan with specified dates to proactively manage possible setbacks.

**Keywords:** flours, gluten, sensory, nutritional.

## CONTENIDO

RESUMEN .....	II
SUMMARY .....	III
1. CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.1. Introducción .....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación .....	3
1.4. Objetivos .....	5
1.4.1. Objetivo general .....	5
1.4.2. Objetivos específicos.....	5
1.5. Líneas de investigación.....	5
2. DESARROLLO.....	6
2.1. Marco conceptual.....	6
2.1.1. Aspectos nutricionales y sensoriales de la harina de arroz .....	6
2.1.2. Aspectos nutricionales y sensoriales de la harina de garbanzo .....	12
2.1.3. Aspectos nutricionales y sensoriales de la harina de sorgo.....	15
2.1.4. Aspectos nutricionales de la harina de trigo .....	19
2.1.5. Viabilidad costo beneficio.....	20
2.2. Marco metodológico .....	23
2.3. Resultados .....	24
2.4. Discusión de resultados.....	26
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	27
3.1. Conclusiones .....	27

3.2. Recomendaciones .....	29
4. REFERENCIAS Y ANEXOS .....	30
4.1. Referencias bibliograficas.....	30
4.2. Anexos .....	38

# 1. CONTEXTUALIZACIÓN

## 1.1. Introducción

El trigo es el cultivo predominante a nivel mundial y los productos alimenticios elaborados a partir de este cereal constituyen la piedra angular de la ingesta dietética diaria. El arroz y el maíz son fundamentales en las regiones tropicales, mientras que el garbanzo y el sorgo desempeñan un papel importante en naciones con climas templados y fríos, siendo todos ellos esenciales en la dieta humana. El arroz es el segundo cereal más producido y consumido a nivel mundial, superando a todos los demás excepto el trigo. "En las naciones latinoamericanas y andinas, el arroz, el maíz, la cebada y la quinua figuran entre los alimentos de mayor demanda, lo cual los posiciona como elementos esenciales en la canasta básica alimentaria y en la garantía de la seguridad alimentaria en la región" (Zayas *et al.*, 2023).

La harina de garbanzo se deriva de garbanzos secos que han sido triturados o molidos hasta obtener una textura fina y homogénea, parecida a la consistencia que se encuentra comúnmente en las harinas tradicionales de cereales. Existen diversas formas de finura caracterizadas por distintos grados; unas veces son más refinadas y muestran una coloración amarilla más o menos intensa.

Es factible reemplazar la harina de trigo con otros cereales, lo cual podría acarrear modificaciones significativas que requieran ser evaluadas. Por ejemplo: en un estudio realizado, la harina de avena se sometió a un tratamiento térmico a 80, 100 y 130 °C durante 30 minutos, tras lo cual se utilizó como sustituto del 10 y el 20 % de la harina de trigo en la elaboración de pan. Se ha comprobado que la aplicación de tratamientos térmicos en harina de avena como sustituto de la harina de trigo puede representar una estrategia relevante para elevar la calidad de los productos de panificación (Lara *et al.*, 2021).

## **1.2. Planteamiento del problema**

Una de las dificultades en el ámbito de la salud humana consiste en la incapacidad de ciertas personas para digerir el gluten presente en ciertos cereales como el trigo; esta proteína puede desencadenar la enfermedad conocida como celiaquía, la cual afecta a una proporción considerable de la población a nivel global. Se estima que aproximadamente el 1% de la población mundial está afectada por esta enfermedad, mientras que un porcentaje más alto, cerca del 6-8%, presenta algún nivel de sensibilidad al gluten (Costales, 2019).

Por lo indicado, uno de los desafíos para la salud humana es tratar y resolver la intolerancia al gluten que se encuentra en ciertos cereales como el trigo. Se tiene conocimiento de que el gluten es responsable de desencadenar la enfermedad celíaca, la cual afecta a una proporción considerable de la población a nivel global y nacional.

Esta población está consciente de su problema de salud por la influencia del gluten y buscan productos alimenticios que sean seguros, libres de gluten, pero sin perjudicar el sabor del alimento y favoreciendo sus dietas.

Otro problema importante es el monopolio u oligopolio de la harina de trigo importada por el País, que genera frecuentes aumentos de precios que afectan los costos de producción del pan y elevan constantemente el precio unitario para los consumidores, lo que en última instancia supone una carga económica para los presupuestos de las familias, principalmente de aquellos de bajos ingresos económicos.

### **1.3. Justificación**

Especialmente en los hogares de la clase popular de Ecuador, se observa que una proporción significativa de sus ingresos se destina al consumo de pan. Contrario a otros productos alimenticios, la adquisición de pan representa alrededor del 6% del presupuesto diario de los hogares de bajos recursos, mientras que para los hogares de alto poder adquisitivo este porcentaje es del 5% o menos. Como tal, el pan y otros productos a base de harina encuentran esta objeción, particularmente porque el gluten es indispensable para conferir elasticidad y textura en la mayoría de las recetas convencionales de productos a base de harina de trigo. Por estas razones, es crucial examinar las harinas de arroz, garbanzo y sorgo, que tienen el potencial de reemplazar gradualmente a la harina de trigo en la producción de pan.

La harina de arroz es una opción a tener en cuenta pues su harina está libre de gluten, siendo adecuada para aquellas personas con intolerancia o sensibilidad al gluten. Además, la harina de arroz posee una textura suave y ligera, lo que potencialmente permite producir pan de alta calidad. Es importante tener en cuenta que la harina de arroz podría necesitar la incorporación de otros componentes o agentes espesantes con el propósito de mejorar la textura y consistencia de los panes.

La harina de garbanzo se caracteriza por ser rica en proteínas de origen vegetal, lo cual la convierte en un recurso óptimo para enriquecer el aporte proteico en regímenes alimenticios vegetarianos. Posee fibra dietética, la cual contribuye a la regulación del tránsito gastrointestinal. Contiene carbohidratos de liberación gradual, lo cual contribuye a la sensación de saciedad, favorece el control del apetito y facilita la digestión.

La harina de sorgo es un tipo de harina sin gluten que se produce moliendo el grano de sorgo. Es un tipo de harina muy nutritiva que varía de color desde crema hasta rosa según la

variedad, conservando todas las características de un buen sabor.

La harina de sorgo, gracias a su destacado perfil nutricional, ha recibido la recomendación de numerosos profesionales en nutrición y está experimentando un aumento en su popularidad dentro de la industria de la pastelería y panadería, debido a su contenido nutritivo superior y a su característica de ser una harina libre de gluten. Por consiguiente, constituye una opción alimentaria saludable para las personas que siguen pautas de alimentación abundante en nutrientes y/o exentas de gluten.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Identificar la harina con mayor porcentaje de adaptabilidad en la industria panificadora como sustituto de la harina de trigo.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Describir los aspectos nutricionales y sensoriales de las diferentes harinas de arroz, garbanzo y sorgo para la industria de panificación.
- Detallar la viabilidad costo- beneficio.

## **1.5. Líneas de investigación**

### **Universidad Técnica de Babahoyo**

Dominio: Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología

### **Facultad de Ciencias Agropecuarias**

Línea: Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable.

### **Carrera: Agroindustria**

Sublínea: Procesos agroindustriales

La temática de la presente investigación trata sobre la harina de arroz, garbanzo y sorgo como posibles sustitutos de la harina de trigo para la elaboración de productos de panificación, importante para la industria panificadora que pudiera incursionar en cambios o utilización simultánea de harinas que atiendan la parte nutricional de los consumidores de pan, además de atender a público demandante de productos panificados sin gluten.

## **2. DESARROLLO**

### **2.1. Marco conceptual**

#### **2.1.1. Aspectos nutricionales y sensoriales de la harina de arroz**

El término 'harina de arroz' se refiere a los granos fracturados del arroz, también conocidos como arrocillo, que son sometidos a un proceso de molienda y tamizado para obtener harina. Esta harina se utiliza en varios países como alternativa a la harina de trigo en la producción de pan (Loor, 2020).

La harina de arroz, derivada del grano de arroz, destaca por su notable aporte energético y su capacidad para no desencadenar alergias, lo que la convierte en un recurso idóneo para la alimentación de individuos con enfermedad celíaca o que siguen dietas bajas en sodio. Además, cabe destacar que la harina de arroz contiene aminoácidos esenciales que, al combinarse con leguminosas, ofrecen una fuente de proteína de alta calidad y costo accesible (Punina y Roldán, 2023).

La harina de arroz posee diversas propiedades nutricionales beneficiosas para el consumo humano diario, ya que contiene 351 kcal por ración, siendo preponderantes los carbohidratos, las proteínas y las grasas. Además, resulta beneficioso para individuos afectados por enfermedades crónicas no transmisibles como la diabetes, la hipertensión, la enfermedad celíaca o la intolerancia al gluten, ya que se caracteriza por ser un alimento con escaso contenido de grasas, sodio y colesterol (Morales, 2021).

La harina de arroz puede obtenerse a partir del grano de arroz en su forma blanca o integral. Al hacer harina, se quita la cáscara, lo que da como resultado arroz crudo, que luego se muele hasta obtener arroz en polvo o harina de arroz. La harina se utiliza en la creación de determinadas recetas o se combina con harina de trigo, mijo u otros cereales para la preparación

de platos alternativos. El uso de harina de arroz se destaca como una alternativa eficaz a la harina de trigo para individuos que presentan sensibilidad al gluten. Existen numerosas preparaciones culinarias elaboradas a partir de harina de arroz, como por ejemplo fideos de arroz y variedades de postres (Gómez y Soto, 2019).

De acuerdo con la normativa técnica ecuatoriana NTE 3050, la harina de arroz se obtiene mediante el proceso de molienda y tamizado de granos de arroz que cumplen con los requisitos establecidos en la NTE 1234. Esta harina se presenta en forma de un polvo homogéneo fino, exento de cualquier impureza que pueda representar un riesgo para la inocuidad del producto. Asimismo, es necesario que mantenga las características inherentes de la materia prima utilizada en su elaboración, tales como color, sabor y aroma (Punina y Roldán, 2023).

"El polvo resultante de la molienda del grano de arroz se procesa mediante tamizado para obtener la harina de arroz, que se presenta como una alternativa a la harina de trigo y es comúnmente empleada en dietas sin gluten" (Borja, 2015).

Los productos de panadería y pastelería tradicionalmente se han basado en la harina de trigo como ingrediente principal, lo que supone una restricción de consumo para las personas con intolerancia al gluten (enfermedad celíaca). Aunque la prevalencia de la enfermedad celiaca en Latinoamérica es estimada entre un 0.46% y 0.64%, la demanda de productos sin gluten está aumentando debido a la creciente tendencia hacia un estilo de vida saludable o relacionado con el fitness. Como resultado, la industria panificadora ha comenzado a incorporar otras harinas en sus productos, lo que ha dado lugar a productos panificados con otra calidad y demanda (Gómez y Soto, 2019).

El proceso de producción de harina de arroz comienza con una hidratación de 5 días de los granos en una proporción de 1: 1.5 de arroz y agua a 4 ° C para inducir el ablandamiento del

grano. El agua se repone cada 24 horas para evitar la fermentación en del producto. Después de un periodo de tiempo determinado, el material es sometido a un proceso de filtración y reducción inicial de tamaño utilizando una licuadora industrial, lo que resulta en la obtención de una harina húmeda y granulosa. Posteriormente, se procede a deshidratar a una temperatura de 55°C durante un periodo de 5 horas utilizando un horno deshidratador de bandejas hasta alcanzar un contenido de humedad del 14,47%. Seguidamente, se lleva a cabo una segunda reducción de tamaño en un molino de martillos IKA MF 10, logrando obtener un diámetro de partícula de 0,25 mm (Gómez y Soto, 2019).

La harina de arroz corresponde al producto resultante de la molienda del grano con propiedades harinosas, clasificándose como una harina compuesta por la sustitución de la harina convencional en aplicaciones culinarias. A lo largo de la historia, el ser humano ha molido diversos granos para obtener harina, proceso que sirve como base del sustento de los organismos vivos debido a su alto contenido en carbohidratos, crucial para una nutrición óptima (Ramírez, 2020).

El contenido de humedad de la harina de arroz se encuentra dentro de límites aceptables si se compara con las normas regulatorias para la harina de trigo señaladas en la norma NTC 267 y CODEX STAN 152-1985. El valor de distribución del tamaño de partícula obtenido es ligeramente superior al rango recomendado en las directrices del CODEX; sin embargo, exhibe características deseables de textura y consistencia en productos de panadería. Al realizar la evaluación sensorial se determina que los consumidores aceptan el producto elaborado con el 100% de la harina de arroz, asegurando alta calidad en atributos como color, aroma, sabor, textura y aceptación general. Integrar harina de arroz en la elaboración de productos de repostería ofrece opciones alimentarias para individuos afectados por la enfermedad celíaca o

que siguen una dieta sin gluten, lo cual constituye una contribución significativa en términos nutricionales y energéticos (Gómez y Soto, 2019).

La harina de arroz contiene una variedad de vitaminas, como la B1, B2 y D, así también minerales como el hierro y la fibra. Se anticipa que el valor nutricional del pan elaborado con esta harina reflejará una combinación de estos nutrientes, convirtiéndolo en una opción alimentaria no solo rica en carbohidratos, sino también en fibra, vitaminas y minerales, adecuada para un consumo generalizado y que evite posibles problemas de sobrepeso a largo plazo (Quimís y Vera, 2021).

Se interpreta como el resultado derivado de la acción de moler granos de arroz integrales, saludables y limpios, ya sea enteros o fragmentados. Los productos se diferencian en función de su rango de tamaño de partícula que oscila entre 14 y 120  $\mu\text{m}$ , clasificándose como harina gruesa o fina. El proceso de molienda del arroz abarca el descascarillado, la eliminación del salvado y, en última instancia, la segregación de los granos partidos y dañados (Rodríguez, 2024).

El arroz es un alimento abundante en el país, con un rendimiento promedio de 5,78 toneladas por hectárea. Disponible durante todo el año, la harina de arroz posee diversas propiedades beneficiosas para la salud, como la capacidad de ayudar en el control del colesterol y neutralizar la acidez digestiva. Además, al carecer de grasas y sodio, y ser un carbohidrato complejo sin gluten, es una opción favorable para individuos alérgicos e intolerantes. Cabe destacar que su consumo no suele desencadenar reacciones alérgicas, y se caracteriza por ser de fácil digestión (Quimís y Vera, 2021).

La mayoría de los nutrientes del grano entero de arroz se concentran en el salvado de arroz, que incluye carbohidratos y diversos compuestos beneficiosos como tocoferoles,

vitaminas, minerales como el hierro y compuestos fenólicos, entre otros (Ramírez, 2020).

Las investigaciones han demostrado que la incorporación del 25 al 50% de harina de arroz integral como sustituto de la harina de trigo refinada en la producción de pan produce productos que son altamente aceptables entre los consumidores. Esto se atribuye al impacto mínimo de la harina de arroz integral en la calidad sensorial del pan. Por lo tanto, la harina de arroz integral podría utilizarse en productos de panadería para mejorar los atributos nutricionales y tecnológicos del producto final (Quimís y Vera, 2021).

La harina de arroz sirve como fuente de energía, y su contenido de amilasa juega un papel crucial en el proceso de gelatinización, que es un factor clave que influye en la textura de las bebidas refrescantes con sabor a frutas. Las aplicaciones comerciales de este producto son amplias, especialmente en el ámbito dietético, debido a sus abundantes hidratos de carbono de fácil digestión, su composición libre de gluten, la ausencia de sustancias tóxicas y alergénicas, así como su bajo contenido en grasas y su carácter libre de colesterol (Colominas *et al.*, 2023)

La harina de arroz goza de una amplia aceptación y es una de las opciones más populares para la elaboración de productos libres de gluten, gracias a su sabor suave, color blanco, excelente digestibilidad y propiedades hipoalergénicas (Rodríguez, 2024).

El arroz es un ingrediente alimentario que se consume ampliamente, especialmente por individuos con sensibilidad al gluten leve (no celíacos), y se utiliza en forma de harina para este propósito. Esta harina se puede utilizar en diversas recetas culinarias o mezclar con harina de trigo u otros cereales. El arroz como alimento proporciona una significativa cantidad de carbohidratos en forma de almidón y proteínas de origen vegetal con un bajo contenido de lípidos y gluten. Contiene los siguientes componentes nutricionales: 357 Kcal de energía, 5,95 g de proteínas, 1,42 g de grasa total, 6,65 g de fibra, 13 mg de vitamina E y 10 mg de calcio

(Jou y Guarachi, 2021).

Las propiedades fisicoquímicas de la harina de arroz son, en promedio, las siguientes:  $8,44 \pm 3,44\%$  de humedad,  $9,72 \pm 2,23\%$  de proteína,  $0,65 \pm 0,55\%$  de ceniza,  $1,58 \pm 1,77\%$  de fibra,  $1,66 \pm 0,69\%$  de grasa,  $6,41 \pm 0,29$  de pH y  $0,02 \pm 0,01\%$  de acidez. Estos resultados sugieren que la acidez muestra la menor variación entre las diferentes variedades de arroz, mientras que la fibra demuestra la mayor variabilidad. En cuanto a las características organolépticas, la harina debe presentar un color blanco o blanquecino y su textura debe ser fina para evitar la formación de grumos en la masa del pan (Chafra, 2022).

Se llevó a cabo una investigación acerca de la evaluación sensorial de la formulación específica del producto de panadería tipo tortilla a través de un análisis hedónico de preferencia en un entorno de laboratorio, considerando distintos atributos como el olor, el color, el sabor y la textura. Se solicitó a las personas participantes de la investigación que evaluaran muestras del producto expresando su nivel de gusto, asignando un valor a cada una de las categorías en la escala que abarca desde 'me disgusta profundamente' hasta 'me gusta considerablemente'. Un panel compuesto por 40 consumidores dispuestos expresó su "nivel de agrado" por cada atributo organoléptico. Este grupo de consumidores estaba formado por personas de entre 18 y 50 años, (Bravo *et al.*, 2021).

En otro estudio que utilizó harina de arroz, se produjeron panes de 500 gr utilizando porcentajes del 30, 20 y 25 % de harina de arroz como reemplazo de la harina de trigo. Tras el análisis sensorial, los panelistas concluyeron que la formulación que contiene un 30% de harina de arroz se considera la más aceptable en función de las características finales del pan. En otro estudio, se desarrolló un pan blanco de 80 gr destinado a individuos de la tercera edad, en el que se examinaron formulaciones que contenían un porcentaje variable de harina de arroz (15, 20,

30, 40, 50 y 60%) como sustituto de la harina de trigo. Se identificó a través de pruebas de análisis sensorial que el pan blanco con un contenido del 30 % de harina de arroz fue el producto más aceptado por los participantes. Por el contrario, en otra investigación se emplearon dos fórmulas, una con un 25 % y otra con un 50 % de harina de arroz integral. Los resultados del análisis de calidad demostraron que el pan con un 25 % de harina de arroz presentó una mayor aceptación, destacando su textura similar a la del pan elaborado con harina de trigo (Chafra, 2022).

La evaluación sensorial se ha definido como la disciplina científica destinada a provocar, medir, analizar e interpretar respuestas a productos recibidos a través de los sentidos de la vista, el olfato, el tacto, el gusto y el oído. Las metodologías de evaluación sensorial pueden ser empleadas en el sector de la alimentación para investigar los impactos de variaciones en la formulación de productos, la innovación de nuevos productos, la influencia del almacenamiento y las modificaciones relacionadas con el proceso de envasado (Sánchez *et al.*, 2023).

### **2.1.2. Aspectos nutricionales y sensoriales de la harina de garbanzo**

La adición de harina de garbanzo a diversos productos potencia su valor nutricional y sus características funcionales y fisicoquímicas. Además, complementa el valor nutricional de los alimentos a base de cereales como el maíz y puede servir como sustituto de las proteínas de origen animal (Amaya *et al.*, 2023).

La harina de garbanzo es un polvo de consistencia fina y generalmente exento de cáscaras, demostrando ser más fragante que la harina de trigo convencional al ser elaborada a partir de garbanzos triturados. En la gastronomía hindú, se valora en gran medida esta harina por sus propiedades beneficiosas para la salud en comparación con las harinas refinadas y procesadas. Sus orígenes se remontan a la India, aunque también se cultiva en países como

Pakistán, México, España o Italia, entre otros. La harina de garbanzo ha sido utilizada por la industria alimentaria debido a sus atributos nutricionales y sensoriales (Reyes, 2023).

El proceso de tostado de los granos de garbanzo se ha empleado para producir harinas en las que este procedimiento induce transformaciones químicas como la gelatinización del almidón, la desnaturalización de las proteínas (mejorando la digestibilidad), así como atributos de sabor y color derivados del pardeamiento inducido por la reacción de Maillard (Amaya *et al.*, 2023).

Por ejemplo, la inclusión de harina de garbanzo en las distintas formulaciones propuestas da como resultado una mejora del valor nutricional de galletas a través de su elevado contenido en proteínas y fibra, lo que resulta beneficioso para personas que padecen intolerancia al gluten. El aumento de la harina de garbanzo y consecuentemente de la proteína provocó una ligera disminución de la actividad acuosa de las galletas; Se observó un aumento de luminosidad en su color. La incorporación de harina de garbanzo a las formulaciones también provocó un cambio en la paleta de colores de la galleta hacia tonos amarillentos y rojizos propios de la coloración natural de esta harina. Este cambio de tonalidades resultó en una mayor aceptación por parte del consumidor, ya que la mayoría tiende a preferir tonos con matices más dorados como los que ofrece HG (Roig, 2020).

Destacan las propiedades de la harina de garbanzo, ya que no contiene gluten, es rica en proteínas vegetales y fibra que favorecen el tránsito intestinal y regulan las funciones corporales; contiene carbohidratos de absorción lenta que ayudan a la digestión y al control del peso al promover una saciedad prolongada; proporciona un importante impulso energético y complementa una dieta adecuada para deportistas; Además, aporta el triple de hierro en comparación con los productos cárnicos. La composición nutricional de la harina de garbanzo

se compone de 387 gramos de calorías, que representan el 20,2% de la ingesta diaria recomendada (IDR), 57,8 gramos de carbohidratos, que representan el 18,6% de la IDR, 22,4 gramos de proteínas, que constituyen el 46,8% de la IDR, y 4,9 gramos de hierro, lo que representa el 61,3% de la IDR (Reyes, 2023).

El análisis de textura reveló un aumento de la dureza con mayores proporciones de gluten alto (HG). Este fenómeno puede deberse a la interacción de la fibra y proteína presentes en estas formulaciones con el almidón, dando como resultado un producto más denso que consecuentemente puede llevar a una mayor aceptación por parte del consumidor (Roig, 2020).

Se realizaron investigaciones para analizar el impacto de la harina de garbanzo en las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas sin gluten. Se crearon tres formulaciones con diferentes proporciones de harina de garbanzo (20, 40 y 60% de la masa total), en las cuales se examinaron diversos parámetros que incluyeron humedad, actividad del agua, y características dimensionales de las masas y productos horneados, además de la evaluación del color y la textura de los productos terminados. El análisis sensorial se realizó para evaluar la aceptabilidad de los productos, observándose diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones, observándose mayor aceptación en las galletas que contenían 40% de harina de garbanzo (Toloza *et al.*, 2023).

"Un análisis reveló que incorporar entre un 5% y un 15% de harina de garbanzo no genera alteraciones estadísticamente significativas en las propiedades reológicas del pan que influyan en su calidad organoléptica. Por lo tanto, se sugiere proseguir con evaluaciones nutricionales y reológicas adicionales, lo que podría aportar ventajas al emplear harina de garbanzo en la elaboración de productos de panadería" (Amaya *et al.*, 2023).

Durante la evaluación sensorial de los crackers, se observó que el incremento de harina

de garbanzo resultaba en una mejora en las características de aroma y color, a diferencia de otras harinas que provocaban una coloración menos atractiva a los consumidores. Sin embargo, la combinación de ambas harinas presentó la textura en boca más apreciada por los participantes y fue la opción con mayor propensión a ser adquirida (Roig, 2020).

En un estudio de análisis sensorial se determinó que la formulación con mayor nivel de aceptación fue la que contenía un 30% de sustitución de harina de garbanzo, alcanzando un índice de aprobación del 76%. En segundo lugar, una formulación que contenía una sustitución del 25% de harina de garbanzos logró una tasa de aceptación del 70%, mientras que la formulación con una sustitución del 20% de harina de garbanzos obtuvo la más baja tasa de aceptación del 40%. Estos hallazgos subrayan que, desde una perspectiva sensorial, los productos horneados enriquecidos con harina de garbanzo generalmente se perciben como agradables, particularmente en atributos como olor, aroma, sabor y textura (Toloza *et al.*, 2023).

### **2.1.3. Aspectos nutricionales y sensoriales de la harina de sorgo**

El valor nutricional de la harina de sorgo ocupa el tercer lugar entre los cereales utilizados a nivel mundial para el consumo humano. Aproximadamente el 75% del cultivo de sorgo a nivel mundial está destinado al consumo humano debido a sus atributos nutricionales como aminoácidos, fibra, carbohidratos y otros nutrientes esenciales. El sorgo goza de gran prestigio por su idoneidad en la elaboración de pan, galletas y actualmente se está incorporando a productos cárnicos para la elaboración de embutidos (Jalca, 2023).

Dada su naturaleza libre de gluten, la harina de sorgo resulta atractiva para el floreciente segmento del mercado de fabricación de alimentos dirigido a personas que padecen la enfermedad celíaca. Puede ser señalado que la enfermedad celíaca es una condición crónica que impacta aproximadamente al uno por ciento de la población, provocando perturbaciones en la

mucosa intestinal que resultan en una deficiente asimilación de nutrientes, y está relacionada con una sensibilidad a los granos de trigo, avena, centeno y cebada. Con el único abordaje terapéutico actual consistiendo en la exclusión de estos cereales de la ingesta diaria (Palma, 2021).

La harina de sorgo es una rica fuente de fibra insoluble y sus proteínas y almidón se digieren más lentamente en comparación con los que se encuentran en otros cereales, lo que la convierte en una opción beneficiosa para las personas diabéticas como parte de una dieta bien equilibrada. Al aportar vitaminas del complejo B, E, D y K y exhibir una significativa capacidad antioxidante, se emplea en la elaboración de pan, galletas y tortas. Además, se emplea en la industria cárnica para la producción de embutidos, donde la harina de trigo se sustituye por harina de sorgo (Jalca, 2023).

Como alternativa al empleo de la harina de trigo, recientemente se ha recurrido a la harina de sorgo rojo. El sorgo se ha utilizado para el consumo humano durante siglos en varios países, particularmente en África y Asia. El color de la veta varía desde el blanco hasta tonos oscuros de rojo y marrón, pasando por el amarillo pálido, siendo los colores más comunes el blanco, el bronce y el marrón. Las variedades de sorgo con pigmentación abundan en compuestos fenólicos conocidos por sus propiedades beneficiosas para la salud, incluidos ácidos fenólicos, flavonoides, fitoesteroles y policosanol. Los granos de sorgo se destinan principalmente al consumo animal, a pesar de su reconocida importancia en la nutrición humana. Varios autores han sugerido la incorporación del sorgo rojo como un ingrediente con variedad de aplicaciones en productos alimenticios funcionales (Buitimea et al., 2018; Buitimea et al., 2020). En consecuencia, la sinergia entre el sorgo rojo y los garbanzos potenciará la producción de un alimento con una proteína de mayor calidad y compuestos funcionales

(Sánchez- *et al.*, 2023).

La composición de la harina de sorgo se parece mucho a la del maíz, presentando el sorgo un valor energético menor en comparación con el maíz. Cabe destacar la importante cantidad de hidratos de carbono que contiene, junto con su bajo contenido en grasas. En cuanto a proteínas, el sorgo es ligeramente más rico, aunque al igual que otros cereales, su contenido en lisina (aminoácido esencial) es limitante, lo que hace que sus proteínas sean de mala calidad. Sin embargo, cuando el sorgo se combina con alimentos como legumbres o lácteos, se obtienen proteínas de calidad biológica superior. Contiene vitaminas B y E y es abundante en calcio, fósforo, zinc, hierro y fibra dietética. Este cereal integral nos aporta una importante fuente de antioxidantes (Palma, 2021).

El examen de las investigaciones sobre harina de trigo y sorgo reveló que los panes con mayores niveles de aceptación son los correspondientes a las formulaciones (%sorgo - % trigo) de 5-95, 10-90 y 15-85. Se encontró que estas formulaciones exhibían evaluaciones favorables con respecto a los atributos organolépticos evaluados, incluidos sabor, color, aroma, textura, dureza y apariencia. La coloración más oscura de las harinas compuestas, que se intensifica con mayores proporciones de sorgo oscuro, impacta significativamente los criterios de evaluación de las harinas compuestas de trigo y sorgo, ya que los consumidores están acostumbrados a productos con características bien definidas (Surco *et al.*, 2011).

Contiene carbohidratos con un contenido de almidón del 64 %, fibra insoluble y proteínas con un valor aproximado que oscila entre el 8 y el 12 %. Los lípidos representan aproximadamente el 3,7 % del contenido, presentando una contribución de ácidos grasos poliinsaturados. Además, en su composición se encuentran vitaminas, con un enfoque especial en la presencia de tiamina, y minerales como calcio, sodio, magnesio y potasio (Palma, 2021).

Investigaciones indican que las pastas producidas de forma artesanal con una combinación de harina de sorgo y trigo en una proporción de 50:50, y con un aditivo de monoglicéridos y diglicéridos (MTG) del 1,5%, recibieron una favorable respuesta por parte de los consumidores. Por consiguiente, la inclusión de harina de sorgo en la formulación de la pasta no afecta negativamente la calidad sensorial del producto, lo que sugiere su viabilidad como ingrediente base para la innovación de nuevos productos como las pastas alimenticias, entre otros (Castillo *et al.*, 2017).

El panel de evaluación organoléptica facilitó la identificación de que el pan elaborado con formulaciones que contenían entre el 5% y el 15% representaban los productos más preferidos, como lo indica un nivel de significancia de  $p > 0,046$  (95,4% de confianza); atribuido a su valoración favorable sobre los atributos organolépticos de sabor, color, aroma, textura, dureza y apariencia. Según el criterio de un porcentaje significativo de participantes del panel, existe viabilidad en la posibilidad de reemplazar y/o combinar la harina de sorgo con la harina de trigo en el proceso de elaboración del pan. La inclusión de sorgo en la formulación de panes presenta un alto potencial para enriquecer el perfil nutricional del producto acabado, lo cual resulta beneficioso para la salud de los consumidores (Surco *et al.*, 2011).

Se llevó a cabo un estudio para analizar el impacto en las características reológicas, texturales y sensoriales del pan al reemplazar el 2,5; 5; 7.5 y 10% de harina de trigo con harina de avena, maíz y sorgo. Se procedió a evaluar la capacidad de retención de agua (CRA), la temperatura de gelatinización, la viscosidad máxima y la viscosidad final en muestras de harina. Se llevó a cabo la medición de la fuerza (F) y el volumen después de 1 hora de fermentación de manera colectiva. Se realizó un análisis sensorial del pan para conocer las preferencias de los panelistas, además de realizar un análisis del perfil de textura (TPA). Los

hallazgos revelaron diferencias estadísticamente significativas en las mediciones realizadas. El volumen de masa obtenido al utilizar HA en los cuatro niveles distintos no presentó diferencias significativas en comparación con HT ( $136,32 \text{ cm}^3 \pm 4,62$ ). El examen sensorial no reveló disparidades al elaborar el pan con una proporción del 10% de harina de alta o media extracción en comparación con el obtenido únicamente con harina de trigo (Vásquez *et al.*, 2017).

#### **2.1.4. Aspectos nutricionales de la harina de trigo**

Esta es la harina que tiene mayores aplicaciones dentro de la industria alimentaria y se emplea comúnmente en panificación, combinándose con aceite, azúcar y otros ingredientes como cacao, vainilla y otras esencias. A través de su utilización, se elaboran una amplia gama de productos que abarcan desde pasteles, tortas y bizcochos hasta galletas, rosquillas y hojaldres. También se utiliza en la producción de pastas, para las que se emplean harinas de trigo duro. La gran mayoría de la harina de trigo producida se utiliza para la fabricación de pan. La variedad más adecuada para este tratamiento es el trigo cultivado en climas secos, que presenta mayor dureza y alcanza un contenido de proteína que oscila entre el 11 y el 15% (Muñoz y Rivera, 2024).

El trigo es una fuente alimenticia rica en carbohidratos que proporciona energía tanto a los músculos como al cerebro. Debido a su alto contenido en carbohidratos, el trigo sirve como una valiosa fuente de energía para el funcionamiento muscular y cerebral. Asimismo, posee una notable capacidad antioxidante y se caracteriza por su contenido de proteínas, lípidos, minerales y una abundante cantidad de vitaminas, en particular las vitaminas A, E, B-3 y B-9. El magnesio, el calcio, el potasio, los ácidos grasos esenciales (como el Omega 3) y la fibra son nutrientes adicionales que contribuyen a la riqueza nutricional de la harina de trigo. La composición nutricional de la harina de trigo incluye 341 gramos de calorías, 70,6 gramos de

carbohidratos, 9,86 gramos de proteínas, 4,28 gramos de fibra y 1,2 gramos de grasas (Lalaleo y Quishpe, 2024).

La harina de trigo es el ingrediente principal utilizado en la producción de pan y se compone predominantemente de almidón (70-75%), agua (14%), proteínas (10-12%), además de polisacáridos sin almidón (2-3 %), especialmente arabinosilanos, y lípidos (2%) (Rodríguez, 2018).

### **2.1.5. Viabilidad costo - beneficio**

Según Herrera y Dávila, en su investigación encontraron que un 90% de personas encuestados están inclinados a modificar sus patrones de consumo de pan convencional a favor del pan elaborado con una combinación de harina de arroz y harina de trigo. Calcular la cantidad diaria de harina de arroz requerida, partiendo de una demanda base de 500 kg y teniendo en cuenta una variación porcentual del 1,22%. Además, se estableció en el análisis económico en los tres escenarios (flujo de caja normal, optimista y pesimista) que supera la rentabilidad mínima requerida del proyecto con un WACC del 13,90%. También supera la rentabilidad mínima requerida para los accionistas con un COK del 18,000%. (Herrera y Dávila, 2019).

El arroz es un alimento altamente consumido en la dieta de la población ecuatoriana, por lo tanto, la posibilidad de reemplazarlo dependerá de las preferencias alimenticias de cada persona. A mayor disponibilidad de alternativas próximas, se incrementa la posibilidad de que los consumidores cambien de producto, lo que resulta en una mayor competencia y una disminución de los márgenes de beneficio. En el caso de la harina de arroz, en el mercado actual se encuentran disponibles varias marcas y precios; sin embargo, es un sustituto cercano en la harina de trigo (Araujo *et al.*, 2020).

Otras investigaciones indican que, en términos de competencia, hay escasez de

compañías dedicadas a la elaboración de harina de arroz, puesto que la oferta actual se caracteriza por ser artesanal y presentarse de forma rústica, lo cual no asegura la calidad e inocuidad del producto para el consumidor final. Con base en el análisis de las proyecciones económicas, se ha realizado una evaluación financiera considerando tres posibles escenarios: optimista, pesimista y conservador. Dentro de este marco, se han calculado indicadores financieros como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Los resultados señalan que la opción del escenario conservador es la más adecuada para el proyecto, con una TIR del 32% y un VAN de \$8,17, considerando una tasa de interés del 11,5% anual según la tasa de referencia del Banco de Desarrollo del País (BDP), para un período de 5 años (Jou y Guarachi, 2020).

Según la empresa Portiarroz S.A. el precio de la harina de arroz estaría indexada al precio del quintal de arroz u arrocillo porque la fijación de precios de esta gramínea está por debajo de la libre competencia del mercado, dado que se trata de un producto con bajo nivel de reconocimiento entre los consumidores y ofrecido por competidores establecidos en el mercado. En este contexto, resulta crucial distinguirlo de la competencia para obtener una cuota de mercado viable. El precio promedio de mercado ronda los \$1.70 para la presentación de 500g, por lo que la producción se concentrará únicamente en este tamaño para mitigar costos de producción y seguir siendo competitivos (Araujo *et al.*, 2020).

Un estudio acerca de galletas elaboradas con harina de garbanzo sugiere que su viabilidad y factibilidad han sido demostradas mediante los resultados positivos obtenidos al analizar su rentabilidad a través de diversos enfoques metodológicos. Mediante una inversión inicial de \$53,198.89, se logró obtener un Valor Actual Neto (VAN) positivo, alcanzando la cifra de \$18,098.67, junto con una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 47,84%. Esta TIR supera

la Tasa Mínima Aceptable de Retorno (TMAR) del 12,32% exigida para las inversiones. Para cumplir con las expectativas de rentabilidad proyectadas durante los próximos cinco años, es necesario producir un mínimo de 800 galletas diarias y establecer un precio mínimo de venta al por menor inferior a 0,40 dólares. Lograr un aumento mínimo del 5% en las ventas y elevar los costos en un máximo del 10% (Cevallos *et al.*, 2019).

El total de los ingresos netos por ventas del periodo, así como el precio del kilogramo de harina precocida utilizada como base para la elaboración de croquetas. El precio se determinó calculando el costo del producto, que es igual a 1,77 USD, y sumando un margen de beneficio del 75% del costo del producto, lo que da como resultado un precio de 3,1 USD (Valencia, 2019).

En términos generales, durante el mes de marzo, los precios del sorgo mostraron estabilidad o experimentaron incrementos. Aunque en 2022 hubo un aumento interanual en la producción de cereales, los precios del sorgo aumentaron un 134% respecto al año anterior. La tasa anual de inflación de los alimentos alcanzó un nivel casi récord del 59% en febrero." "La tasa anual de inflación en el sector alimentario alcanzó en febrero un nivel casi histórico del 59%. Los elevados precios de los alimentos reflejan principalmente la depreciación del cedi ghanés, que se situó en 12,37 GHS/1 dólar en marzo de 2023, frente a 7,05 GHS/1 dólar en marzo de 2022. Además, los altos precios de los combustibles han ejercido una presión al alza sobre los precios de los alimentos en el mercado interno (FAO, 2023).

## **2.2. Marco metodológico**

Esta investigación fue de carácter bibliográfica, exploratoria y crítica; para ello utilizó las técnicas de síntesis, análisis y resumen para organizar y presentar de manera coherente la temática planteada. La información es actualizada y proveniente de artículos científicos de alto impacto, sitios web específicos, y bibliotecas virtuales especializadas en esta materia.

### 2.3. Resultados

Cuadro comparativo de los componentes nutricionales y fisicoquímicos de las harinas de arroz, garbanzo y sorgo.

Componentes	Parámetros	Harina de arroz	Harina de garbanzo	Harina de sorgo
Nutricionales	Energía	357 Kcal	----	----
	Proteínas	5,95 g	22,4 g	----
	Grasa total	1,42 g	----	----
	Fibra	6,65 g	----	----
	Vitamina E	13 mg	----	----
	Calcio	10 mg	----	0,04 g/100 g
	Calorías	----	387 g	----
	Carbohidratos	----	57,8 g	65,3 – 79,2 gramos
	Hierro	----	4,9 g	50 ug/g
	Potasio	----	----	0,38 g/100 g
	Magnesio	----	----	0,19 g/100 g
	Zinc	----	----	15,4 ug/g
	Manganeso	----	----	16,3 ug/g
Fisicoquímicas	Humedad	8,44 ± 3,44%	8,30 ± 0,02%	----
	Proteína	9,72 ± 2,23%	19,1 ± 0,57%	8,7 ± 16,8%
	Ceniza	0,65 ± 0,55%	2,34 ± 0,01%	1,2 ± 7,1%
	Fibra	1,58 ± 1,77%	----	0,4 ± 13,4%
	Grasa	1,66 ± 0,69%	6,45 ± 0,38%	1,4 ± 6,1%
	Ph	6,41 ± 0,29	----	----
	Acidez	0,02 ± 0,01%	----	----

La harina de arroz posee un componente nutricional de 357 Kcal de energía, 5,95 g de proteínas, 1,42 g de grasa total, 6,65 g de fibra, 13 mg de vitamina E y 10 mg de calcio (Jou y Guarachi, 2021) y las propiedades fisicoquímicas son 8,44 ± 3,44% de humedad, 9,72 ± 2,23%

de proteína,  $0,65 \pm 0,55\%$  de ceniza,  $1,58 \pm 1,77\%$  de fibra,  $1,66 \pm 0,69\%$  de grasa,  $6,41 \pm 0,29$  de pH y  $0,02 \pm 0,01\%$  de acidez. En la harina de garbanzo se identifica las propiedades nutricionales de Proteínas 22,4 g, Calorías 387 g, Carbohidratos 57,8 g, Hierro 4,9 g, las propiedades fisicoquímicas son Humedad  $8,30 \pm 0,02\%$ , Proteína  $19,1 \pm 0,57\%$ , Ceniza  $2,34 \pm 0,01\%$  y Grasa  $6,45 \pm 0,38\%$ . La harina de sorgo posee las propiedades nutricionales de Calcio 0,04 g/100 g, Carbohidratos 65,3 – 79,2 gramos, Hierro 50 ug/g, Potasio 0,38 g/100 g, Magnesio 0,19 g/100 g, Zinc 15,4 ug/g, Manganeso 16,3 ug/g y las propiedades fisicoquímicas son Proteína  $8,7 \pm 16,8\%$ , Ceniza  $1,2 \pm 7,1\%$ , Fibra  $0,4 \pm 13,4\%$  y Grasa  $1,4 \pm 6,1\%$ .

Las harinas de arroz, garbanzo y sorgo poseen altos contenidos nutricionales, indispensables para la salud de los consumidores y con deficiencia de gluten (Monetti *et al.*, 2023)

Las harinas poseen propiedades organolépticas óptimas, ayudando al consumo de panes, galletas, tortas, pasteles y snacks de manera general (Renza y Vásquez, 2023).

Los costos económicos de las harinas alternativas, de arroz, garbanzo y sorgo son adecuados a la intención de ser sustitutos y/o complementarios a la harina de trigo (Meza y Montoya, 2022).

La preparación artesanal y/o industrial de productos panificados a base de arroz, garbanzo y sorgo es casi igual a la labor de preparación exclusiva con harina de trigo (Pérez, 2021).

## 2.4. Discusión de resultados

Las investigaciones citadas en el marco conceptual son coincidentes en indicar que las harinas de arroz, garbanzo y sorgo contienen niveles nutricionales significativos, quizás un poco menos en el caso de la harina de sorgo, pero esenciales para promover la salud de los consumidores de harinas de arroz y garbanzo en mezcla con harina de trigo; además, estas harinas son libres de gluten. Así lo confirma también la investigación de Gómez y Soto (2019), quien agrega que el tamaño de la partícula de estas harinas coadyuvantes se encuentra ligeramente por encima del intervalo óptimo recomendado. Por tanto, estas posibles mezclas de harinas demuestran cualidades favorables en términos de textura y consistencia al ser utilizadas en la elaboración de productos de panadería.

Por lo demás, las harinas exhiben propiedades organolépticas y sensoriales óptimas, potenciando la grata experiencia de consumo de pan, galletas, tortas, pasteles, hojaldres y snacks, lo que coincide con Reyes (2023) quien con la evaluación sensorial de su investigación determina la aprobación de los productos elaborados con la mezcla de harinas, asegurando así alta calidad en atributos como color, aroma, sabor, textura y aceptación general. Además, las harinas presentan un polvo de textura fina y una calidad más aromática en comparación con el uso de la harina de trigo convencional.

Los costos económicos de las harinas las convierten en productos factibles y fácilmente obtenibles debido a sus precios y sencillos procesos de producción y preparación, lo que las posiciona como alternativas viables a los productos horneados a base de trigo y otras harinas como la de arroz y garbanzo; la estabilidad de precios lo confirma la FAO (2023), al citar que los precios de las harinas se han mantenido estables o han experimentado leves aumentos o bajas estacionales,

### **3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **3.1. Conclusiones**

La harina de arroz aporta a la salud humana una significativa cantidad de manganeso, calcio y zinc, elementos fundamentales para el fortalecimiento del sistema óseo y la inmunidad. Su perfil nutricional resalta por incluir cantidades significativas de vitamina D, vitaminas del complejo B y hierro. Constituye una excelente fuente de carbohidratos, particularmente la variedad integral. Consecuentemente, proporciona energía a nuestro cuerpo. La producción de pan utilizando harina de arroz arrojó resultados considerados altamente favorables en términos de atributos nutritivos y organoléuticos, con énfasis en la correlación entre la calidad del pan y los atributos texturales.

La harina de garbanzo ofrece al organismo humano carbohidratos complejos, que se caracterizan por su liberación gradual, lo que resulta en un contenido nutricional significativo. Abarca minerales como el magnesio, el potasio, vitaminas (especialmente las del grupo B, a excepción de la B12) y ácidos grasos esenciales como el omega 6.

Durante la evaluación sensorial de las galletas se observó que la incorporación de harina de garbanzo mejoró la calidad nutritiva, el aroma y el color. Pero, la sensación en boca fue calificada como la más alta y generó la intención de compra más fuerte entre los participantes.

El alto contenido de vitaminas y minerales de la harina de sorgo la convierten en un potente antioxidante debido a su riqueza en vitaminas B (como tiamina, riboflavina y niacina) y vitamina E. Adicionalmente, presenta minerales tales como calcio, fósforo, zinc e hierro. Según las características sensoriales de la harina de sorgo, el color emerge como uno de los factores más influyentes.

La poca inversión en la producción y comercialización de harinas de arroz, garbanzo y

sorgo demuestra ser una opción viable, respaldada por un TIR del 35%, un VAN de \$15.171,18 y un periodo de amortización proyectado de 3 años. Sin embargo, se reconoce la presencia de potenciales riesgos susceptibles de investigar en otros trabajos.

### **3.2. Recomendaciones**

Impulsar el uso de harina de arroz, garbanzo y sorgo, como alternativas sustitutivas del uso de harina de trigo; ello, por los altos contenidos nutricionales que poseen.

Promover investigaciones con otras gramíneas y cereales que determinen los contenidos nutricionales y sensoriales para diferentes productos elaborados a partir de harinas sin gluten.

## 4. REFERENCIAS Y ANEXOS

### 4.1. Referencias bibliograficas

- Amaya Villalva, M., López Ahumada, G., Ortega Murrieta, P., Nidez Miranda, M. (2023)- Adición de harina de garbanzo germinado por hidroponía en un producto de panificación. In *Simposio Nacional De Garbanzo* (p. 124). Disponible en <https://eventosagrodesonora.mx/wp-content/uploads/2024/01/MEMORIA-GARBANZO-2023.pdf#page=126>
- Araujo Avilés, D. E., Ramírez Fernández, X. J., & Soriano Idrovo, P. (2020). *Elaboración de estudio de mercado para la producción y comercialización de harina de arroz de la empresa arrocera Portiarroz SA* (Doctoral dissertation, ESPOL. FCSH.). Disponible en <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/53133>
- Borja Valencia, F. O. (2015). *Harina de arroz y la elaboración de pan con levadura natural* (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial.). Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/17622/1/TESIS%20FINAL.pdf>
- Bravo, A., Bueno, J., Loaiza, L., Marval, M., & Arévalo, E. (2021). Características nutricionales y sensoriales de un producto de panadería libre de gluten a base de harina de arroz integral, batata y caraota blanca. *Aprender a vivir para un mundo diferente*, 65-75. Disponible en [https://www.researchgate.net/profile/Dennys-Tenelanda-Lopez/publication/353274551\\_APRENDER\\_A\\_VIVIR\\_PARA\\_UN\\_MUNDO\\_MEJOR-COMPLETO/links/60f0b777fb568a7098b1f020/APRENDER-A-VIVIR-PARA-UN-MUNDO-MEJOR-COMPLETO.pdf#page=169](https://www.researchgate.net/profile/Dennys-Tenelanda-Lopez/publication/353274551_APRENDER_A_VIVIR_PARA_UN_MUNDO_MEJOR-COMPLETO/links/60f0b777fb568a7098b1f020/APRENDER-A-VIVIR-PARA-UN-MUNDO-MEJOR-COMPLETO.pdf#page=169)
- Castillo Martínez A. C.a,\* , Montes García N.b , Velázquez de la Cruz G.c , Téllez Luis S.J.d ,

- Jiménez Andrade J. M.a , Castillo Ruíz O. (2017). Evaluación sensorial de una pasta elaborada con harina de sorgo (*Sorghum bicolor*: (L) Moench: RB-Paloma) y transglutaminasa microbiana. Disponible en <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/2/6/87.pdf>
- Cevallos Villamar, J. D., Ocaña Vincent, S. V., & Macías, W. (2019). *Elaboración y comercialización de galletas a base de harina de garbanzo* (Doctoral dissertation, ESPOL. FCSH). Disponible en <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/55557>
- Chafra Cando, W. G. (2022). Caracterización de la harina de arroz (*Oryza sativa*) para su utilización en la industria de la panificación. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17802/1/27T00547.pdf>
- Colominas-Aspuro, A. M., Rodríguez-González, D., & Zumbado-Fernández, H. M. (2023). Bebida refrescante de suero lácteo con adición de harina de arroz y sabor naranja. *Agronomía Mesoamericana*, 51970-51970. Disponible en <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v34n2/1659-1321-am-34-02-00015.pdf>
- Costales, V. (2019). *La industria panificadora se halla en crecimiento | Revista Líderes*. <https://www.revistalideres.ec/lideres/industria-panificadora-crecimiento-ecuador-produccion.html>
- FAO (2023). Informe mensual sobre tendencias de los precios alimentarios. Disponible en <https://www.fao.org/3/cc5719es/cc5719es.pdf>
- Gómez, A. C. A., & Soto, J. M. S. (2019). obtención y caracterización de harina de arroz para uso en productos de pastelería sin gluten. *Revista Competitividad e Innovación*, 1(1), 41-45. Disponible en

<https://revistas.sena.edu.co/index.php/competitividad/article/view/2673/3191>

Herrera Calderón, A. D. R., & Dávila Pinto, L. P. (2019). Estudio de factibilidad para instalar una planta de producción de harina de arroz en la ciudad de Arequipa 2018. Disponible en <https://repositorio.ucsp.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/80e30b8f-a68c-4b13-a3e3-29b2096cc722/content>

Jalca Cordero Ginger Brigitte (2023). *ELABORACIÓN DE UNA SALCHICHA PRECOCIDA A BASE DE CARNE DE AVESTRUZ (*Struthio camelus*) Y HARINA DE SORGO (*Sorghum sp.*) COMO FUENTE DE PROTEÍNA* (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR). Disponible en <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/JALCA%20CORDERO%20GINGER%20BRIGITTE.pdf>

Jou Nuevo, C., & Guarachi Palomeque, J. (2020). Elaboración y comercialización de harina de arroz en el Municipio de San Buenaventura. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/26123/PG-2795.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Lalaleo Guangasi, B. J., & Quishpe Malliquinga, E. A. (2024). *Elaboración de pan a base de harina de trigo y harina de maíz con adición de suero lácteo* (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)). Disponible en <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/11765>

Lara, F. V., Verdú-Amat, S., Islas-Rubio, A. R., Barat-Baviera, J. M., Grau-Melo, R., Granados-Nevárez, M. del C., & Ramírez-Wong, B. (2021). Efecto del tratamiento térmico en harina de avena utilizada en la sustitución de harina de trigo para la elaboración de pan. *Biotecnia*, 23(2), 55–64.

<https://doi.org/10.18633/biotecnia.v23i2.1388>

Loor Napa, J. (2020). Desarrollo de un snack energético bajo en gluten a partir de la harina de arroz (*Oriza sativa L.*) con amaranto (*Amaranthus spp.*) y frutos secos. Universidad Agraria del Ecuador). Disponible en

[https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/LOOR%20NAPA%20JANNY%20JANETH\\_compressed.pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/LOOR%20NAPA%20JANNY%20JANETH_compressed.pdf)

Meza Palomino, Y., & Montoya Eudes, P. B. (2022). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de fideos a base de trigo duro (*Triticum durum*) con spirulina (*Arthrospira platensis*) en Lima Metropolitana. Disponible en

<https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/16037>

Monetti, M., Morosi, M., Otero Argibay, F., & Pizzola, D. (2023). Guía para el abordaje nutricional de la población infantil y adolescente con diabetes tipo 1 y enfermedad celíaca (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata). Disponible en

<https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/163328>

Morales Cruz, L. V. (2021). Estudio fisicoquímico y sensorial de una bebida instantánea elaborada a base de harina precocida de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). UPEC. Disponible en <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1313>

Muñoz Andrade, I. J., & Rivera Leones, J. G. (2024). *Sustitución parcial de harina de trigo por harina de camote toquecita (Ipomoea batatas) en el perfil de calidad de galletas dulces* (Bachelor's thesis, Calceta: ESPAM MFL). Disponible en

[https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/2339/1/TIC\\_AI62D.pdf](https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/2339/1/TIC_AI62D.pdf)

Palma Lima, C. (2021). *Influencia sensorial y físicoquímica de la quinua (Chenopodium quinoa) y sorgo (Sorghum sp.) En una bebida tipo colada a base de piña (Ananas*

*comosus*) y manzana (*Malus domestica*). *Milagro-Ecuador: Universidad Agraria de Ecuador* (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR).

Disponible en

<http://181.198.35.98/Archivos/PALMA%20LIMA%20CRISTHIAN%20JOSE.PDF>

Pérez, R. (2021). Industria cervecera artesanal en Quito y la transformación de bagazo de la cerveza en harina. *Conectividad*, 2(1), 57-70. Disponible en

<https://revista.ister.edu.ec/ojs/index.php/ISTER/article/view/21>

Punina Tiván, J. C., & Roldán Parrales, P. K. (2023). *Descripción de los atributos sensoriales de una pasta fresca a base de harina de arroz (oryzasativa), con pimientos (capsicum annum), y su aceptación en la ciudad de Guayaquil* (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química). Disponible en

<https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/4afb52bb-ff18-4c83-8c37-ac2b6e3fdf32/content>

Quimís Villón, J. D., & Vera López, A. J. (2021). *Propuesta para la utilización de harina de banano (Musa x Paradisiaca) y harina de arroz (Oryza sativa) en un pan nutritivo sustituyendo parcialmente la harina de trigo (Triticum)* (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química). Disponible en

<https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/d91895cd-d106-45c5-9285-5449ee2a166f/content>

Ramírez Reyes, A. (2020). Desarrollo del aporte nutricional de una galleta con harina de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) y harina de arroz (*Oryza sativa L.*). Universidad Agraria del Ecuador. Disponible en

<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/RAMIREZ%20REYES%20ANGIE%20LORENA>

%20(2)%20(1).pdf

Renza Oviedo, E. D. C., & Vásquez Panezo, C. F. (2023). Análisis de las tendencias e influencias de consumo en las panaderías artesanales de Cali. Disponible en <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/27702>

Reyes Coronel, S. (2023). *Elaboración de nuggets de pez dorado común (coryphaena hippurus) con albahaca (ocimum basilicum l.) A base de harina de garbanzo (cicer arietinum)* (Doctoral dissertation, Tesis de titulación, Universidad Agraria del Ecuador]. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/REYES%20CORONEL%20MADELYNE%20SUGEY.pdf>. Disponible en <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/REYES%20CORONEL%20MADELYNE%20SUGEY.pdf>

Rodríguez Rojas, J. H. (2024). Efecto de la sustitución parcial de la harina de arroz (Oriza sativa) por harina de plátano verde (Musa paradisiaca) variedad Hartón y harina de quinua (Chenopodium quinoa Willd) sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general en galletas dulces sin gluten. Disponible en [https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/17872/REP\\_JOEL.RODRIGUEZ\\_EFECTO.DE.LA.SUSTITUCION.PARCIAL.DE.HARINA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/17872/REP_JOEL.RODRIGUEZ_EFECTO.DE.LA.SUSTITUCION.PARCIAL.DE.HARINA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Rodríguez, M. (2018). Proteínas de la harina de trigo: clasificación y propiedades funcionales. Disponible en [https://www.utm.mx/edi\\_antiores/Temas38/2NOTAS%2038-1.pdf](https://www.utm.mx/edi_antiores/Temas38/2NOTAS%2038-1.pdf)

Roig Seguí, J. (2020). Influencia de la harina de garbanzo sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de crackers sin gluten. Disponible en <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/151467/Roig%20->

% 20Influencia% 20de% 20la% 20harina% 20de% 20garbanzo% 20sobre% 20las% 20propiedades% 20fisicoqu% c3% admicas% 20y% 20sensoriales% 20de% 20crackers% 20sin% 20gluten.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Sánchez-Albarrán, L. I., Romo-Calderón, S. G., Barrera-García, V. D., & Calvo-Carrillo, M. C. (2023). Adaptación de la metodología sensorial, a causa de la COVID-19, para el desarrollo de una galleta rellena. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 8(1), 369-378. Disponible en <https://idcyta.uanl.mx/index.php/i/article/view/50/45>

Sánchez-López, I., Buitimea Cantúa, G., Ortega Murrieta, P., Flores-Borbón, D., Meza-Carreras, A., Panuco-Portela, A., Buitimea Cantúa, N. 2023. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y FUNCIONAL DE HARINA PARA HOT-CAKE A BASE DE GARBANZO TOSTADO DE LA VARIEDAD DESI Y SORGO ROJO. In *SIMPOSIO NACIONAL DE GARBANZO* (p. 86). Disponible en [https://eventosagrodesonora.mx/wp-content/uploads/2024/01/MEMORIA-GARBANZO-\(2023\).pdf#page=88](https://eventosagrodesonora.mx/wp-content/uploads/2024/01/MEMORIA-GARBANZO-(2023).pdf#page=88)

Surco Almendras, Juan Carlos, & Alvarado Kirigin, Juan Antonio. (2011). ESTUDIO ESTADÍSTICO DE PRUEBAS SENSORIALES DE HARINAS COMPUESTAS PARA PANIFICACIÓN. *Revista Boliviana de Química*, 28(2), 79-82. Recuperado en 03 de marzo de 2024, de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0250-54602011000200005&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602011000200005&lng=es&tlng=es).

Tolosa, E. P. S., Acevedo, S. N. M., & Pérez, L. A. C. (2023). Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum vulgare*) por harina de garbanzo (*Cicer arietinum* L) en las

características sensoriales de una galleta dulce. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo*, 14(1). Disponible en

<https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/aaas/article/view/2747/3932>

Valencia Maldonado, B. D. (2019). *Evaluación técnica financiera de la industrialización del garbanzo (Cicer arietinum) usando proceso de extrusión* (Bachelor's thesis,

QUITO/EPN/2009). Disponible en <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1692>

Vásquez Lara, Francisco; Verdú Amat, Samuel; Islas Rubio, Alma Rosa; Barat Baviera, José

Manuel; Grau Meló, Raúl; Casillas Peñuelas, Rafael. (2017). Efecto de la sustitución de harina de trigo con harina de avena, maíz y sorgo sobre las propiedades reológicas de la masa, texturales y sensoriales del pan *Investigación y Ciencia*, vol. 25, núm. 71, mayo-agosto, 2017, pp. 19-26 Universidad Autónoma de Aguascalientes

Aguascalientes, México. Disponible en

<https://www.redalyc.org/pdf/674/67452917003.pdf>

Zayas, S., Peña, N., & Batista, M. (2023). *Vista de Impacto de la aplicación de cobertura vegetal en el cultivo de arroz*.

<https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/view/5653/7033>

## 4.2. Anexos



Figura 1. Diferentes tipos de harina, libre de gluten.



Figura 2. Industria panificadora

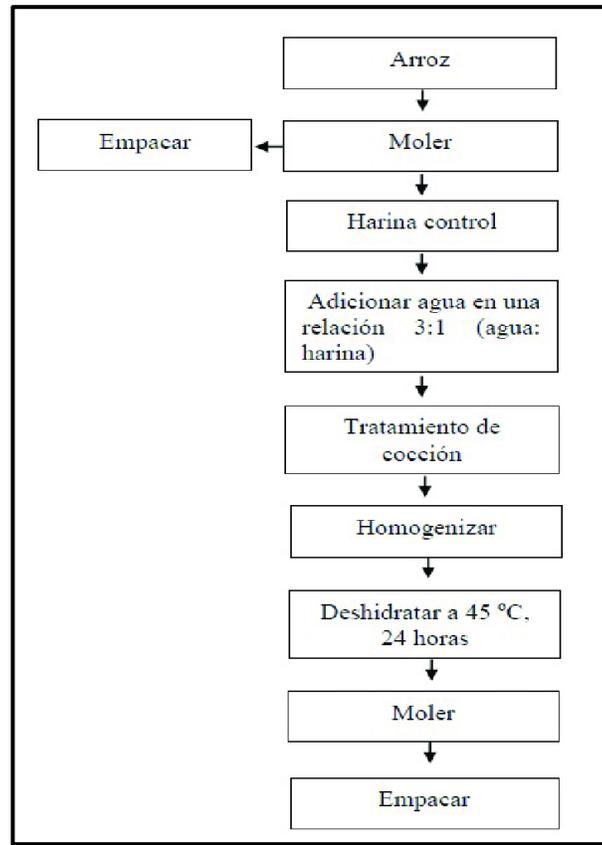


Figura 3. Proceso de harina de arroz



Figura 4. Harina de garbanzo



Figura 5. Harina de sorgo