UIDE
Powered by
Arizona State University

# NUTRICIÓN Y DIETÉTICA

**Tesis previa a la obtención de título de**
**Licenciado en Nutrición y Dietética**


**AUTOR:**
**JORGE NICOLÁS ASTUDILLO MENDOZA**

**TUTOR:**
**DOCENTE: DR. TRAJANO CEPEDA MGT.**


**Nombre del proyecto de investigación:**
**"Elaboración de un snack saludable a través de máchica fortificada con amaranto, nueces y almendras como estrategia nutricional en personas con estreñimiento en el Periodo Septiembre- Diciembre 2023".**


**Quito - Ecuador**
Junio 2024

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Jorge Nicolás Astudillo Mendoza declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

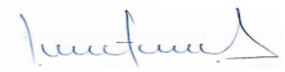
**Firma del autor**

Jorge Nicolás Astudillo Mendoza

CI: 171856689-4

## APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Trajano Cepeda certifico que conozco al autor del presente trabajo, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.



_____

Dr. Trajano Cepeda mgt.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

## Dedicatoria

A mis padres, cuyo amor incondicional y sacrificio han sido la fuerza que me impulsó a alcanzar este logro. A ustedes, que siempre creyeron en mí incluso cuando yo dudaba de mis propias capacidades. Este trabajo es el resultado de su dedicación y apoyo constante.

A mi querida familia extendida y amigos cercanos, quienes siempre estuvieron ahí para brindarme ánimo y comprensión en cada etapa de este viaje académico. Sus palabras alentadoras y gestos amables han sido un faro luminoso en los momentos oscuros.

A mi director de tesis, Dr. Trajano Cepeda, por su guía experta y paciencia infinita. Gracias por compartir su conocimiento y por inspirarme a alcanzar estándares más altos.

A mis profesores y profesoras, cuyos conocimientos y enseñanzas han dejado una huella indeleble en mi formación académica. Agradezco sus lecciones magistrales y su dedicación a la excelencia educativa.

A mis compañeros de clase, con quienes compartí risas, desafíos y momentos de descubrimiento. Gracias por la camaradería y el apoyo mutuo que hizo este viaje más significativo.

A todos aquellos que, de alguna manera, contribuyeron a la culminación de este proyecto, mi sincero agradecimiento. Este logro no habría sido posible sin la colaboración y el respaldo de cada uno de ustedes.

Esta tesis está dedicada a todos aquellos que han sido parte integral de mi viaje académico y personal. Su influencia positiva perdurará en cada página de este trabajo y en mi corazón.

## Agradecimientos

Quisiera expresar mi profundo agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de manera significativa a la realización de este trabajo de tesis.

En primer lugar, quiero agradecer a mi director de tesis, Dr. Trajano Cepeda, por su orientación constante, apoyo invaluable y sabios consejos a lo largo de este proceso. Su dedicación y experiencia fueron fundamentales para dar forma a este trabajo de investigación.

Agradezco sinceramente a mis profesores y profesoras, cuyos conocimientos y sugerencias enriquecieron enormemente mi comprensión del tema. Sus comentarios constructivos fueron cruciales para perfeccionar este trabajo.

A mis amigos y compañeros de clase, les agradezco por su estímulo y comprensión durante los momentos desafiantes. La colaboración y el intercambio de ideas fueron esenciales para el desarrollo de este proyecto.

A mi familia, quiero expresar mi gratitud por su apoyo incondicional y motivación constante. Su aliento fue la fuerza impulsora que me mantuvo enfocado y determinado hasta el final.

Finalmente, agradezco a todos aquellos que, de una manera u otra, contribuyeron a la realización de esta tesis. Su aporte no pasó desapercibido y fue fundamental para alcanzar este logro académico.

Este trabajo no habría sido posible sin el respaldo y la contribución de todos ustedes. A cada uno, gracias por formar parte de este viaje académico.

Con gratitud, Jorge Nicolás Astudillo Mendoza.

**Índice general**

**CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA** ..... **2**

**APROBACIÓN DEL TUTOR** ..... **3**

**DEDICATORIA** ..... **4**

**AGRADECIMIENTOS** ..... **5**

**ÍNDICE GENERAL** ..... **6**

**ÍNDICE DE TABLAS E ILUSTRACIONES** ..... **11**

**MARCO CONCEPTUAL** ..... **12**

**RESUMEN** ..... **15**

**ABSTRACT** ..... **16**

**PALABRAS CLAVE** ..... **17**

**KEYWORDS** ..... **17**

**INTRODUCCIÓN** ..... **18**

**JUSTIFICACIÓN** ..... **20**

**MARCO TEÓRICO** ..... **21**

**1. CAPÍTULO I: ESTREÑIMIENTO** ..... **21**

1.1. DEFINICIÓN ..... 21

1.2. CARACTERÍSTICAS ..... 22

1.3. CAUSAS ..... 23

1.4. EPIDEMIOLOGÍA DEL ESTREÑIMIENTO ..... 23

1.5. SÍNTOMAS ..... 25

1.6. CLASIFICACIÓN ..... 26

1.7. Fisiopatología ..... 28
1.8. Criterios de diagnóstico ..... 29
1.9. Tratamiento ..... 30
**2. CAPÍTULO II: CEREALES Y FRUTOS SECOS ..... 35**
2.1. Definición de cereales ..... 35
2.2. Características ..... 35
2.3. Procesamiento ..... 39
2.4. Definición de frutos secos ..... 40
**3. CAPÍTULO 3: MACHICA ..... 43**
3.1. Definición y origen ..... 43
3.2. Generalidades y características de la machica ..... 44
3.5. Rol en la Alimentación ..... 46
**4. CAPÍTULO 4: AMARANTO ..... 48**
4.1. Definición ..... 48
4.2. Historia y Cultivo: ..... 48
4.3. Características ..... 49
4.4. Valor Nutricional ..... 49
4.5. Beneficios para la Salud ..... 49
4.6. Usos Culinarios ..... 49
4.7. Sostenibilidad y Seguridad Alimentaria: ..... 50
**5. CAPÍTULO 5: ALMENDRAS ..... 50**
5.1. Origen botánico ..... 50
5.2. Historia ..... 50
5.3. Composición nutricional ..... 51

5.4. Beneficios para la salud ..... 51
5.5. Usos culinarios ..... 51
5.6. Industria ..... 51
**6. CAPÍTULO 6: NUECES ..... 52**
6.1. Clasificación de las nueces ..... 52
6.2. Propiedades nutricionales ..... 52
6.4. Beneficios para la salud ..... 53
6.5. Aspectos económicos ..... 53
**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..... 54**
13.1. Preguntas de investigación ..... 58
**OBJETIVOS ..... 58**
Objetivo general: ..... 58
Objetivos específicos: ..... 59
**HIPÓTESIS ..... 59**
**METODOLOGÍA ..... 60**
Tipo de investigación ..... 60
Diseño de la investigación ..... 61
Localización del estudio ..... 61
Marco temporal ..... 61
Marco espacial ..... 61
Método de investigación ..... 61
Universo y muestra ..... 61
Técnicas de procesamiento y análisis de datos ..... 62

ELABORACIÓN DEL SNACK SALUDABLE ..... 62
*Materia prima* ..... *62*
***Insumos*** ..... *62*
*Equipos* ..... *63*
*Materiales* ..... *63*
DIAGRAMA DE FLUJO DEL SNACK SALUDABLE ..... 63
METODOLOGÍA: ANÁLISIS BROMATOLÓGICO Y MICROBIOLÓGICO ..... 64
*Descripción del proceso del análisis bromatológico* ..... *64*
*Descripción del proceso del análisis microbiológico* ..... *65*
METODOLOGÍA: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA ..... 65
*Criterios de inclusión:* ..... *65*
*Criterios de exclusión:* ..... *66*
ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA ..... 66
SELECCIÓN ..... 66
HERRAMIENTAS METODOLÓGICAS ..... 66
METODOLOGÍA: ENCUESTA HEDÓNICA ..... 67
*Color, sabor, olor y apariencia* ..... *67*
METODOLOGÍA: ELABORACIÓN DE LA ETIQUETA NUTRICIONAL ..... 67
ELABORACIÓN DEL SEMÁFORO NUTRICIONAL ..... 68
**RESULTADOS ..... 69**
RESULTADOS: ELABORACIÓN DEL PRODUCTO ..... 69
ANÁLISIS BROMATOLÓGICO ..... 69
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO ..... 69
RESULTADOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA ..... 71
DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA ..... 73

ENCUESTA HEDÓNICA ..... 76
ETIQUETA NUTRICIONAL ..... 79
*Semáforo nutricional* ..... *80*
**DISCUSIÓN ..... 81**
1. LIMITACIONES: ..... 92
2. FORTALEZAS: ..... 92
**CONCLUSIONES ..... 93**
**RECOMENDACIONES ..... 94**
**BIBLIOGRAFÍA: ..... 95**
**ANEXOS: ..... 103**

## Índice de figuras, tablas e ilustraciones

Figura 1: Estructura de un grano. ..... 37

Figura 2: Diagrama de flujo de la elaboración del snack saludable. ..... 63

Figura 3: Diagrama prisma ..... 67

Tabla 1: Estructura de un grano. ..... 38

Tabla 2: Composición química de la machica ..... 47

Tabla 3: Análisis fisicoquímico del amaranto, quinoa y tarwi. ..... 50

Tabla 4: Composición química de almendras ..... 51

Tabla 5: Composición química de nueces ..... 53

Tabla 6: Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ..... 62

Tabla 7: Porcentaje de azúcar-grados brix-cantidad de sacarosa y pH ..... 69

Tabla 8: Análisis microbiológico de la machica fortificada con amaranto, nueces y almendras. ..... 69

Tabla 9: Análisis microbiológico de la machica fortificada con amaranto, nueces y almendras. ..... 70

Tabla 10: Selección de artículos de la revisión bibliográfica. ..... 71

Ilustración 1: Resultados de olor de la encuesta realizada 76

Ilustración 2: Resultados de color de la encuesta realizada ..... 77

Ilustración 3: Resultados del sabor de la encuesta realizada ..... 77

Ilustración 4: Resultados de la textura de la encuesta realizada ..... 78

Ilustración 5: Resultados de la textura de la encuesta realizada ..... 78

Ilustración 6: Etiqueta nutricional ..... 79

Ilustración 7: Semáforo nutricional de Fibranchi ..... 80

## Marco conceptual

- **Análisis de Carbohidratos:** El contenido de carbohidratos se calcula restando los porcentajes de humedad, grasa y proteína del 100% (Barrera et al., 2021). Esto proporciona una estimación del contenido de carbohidratos (Barrera et al., 2021).
- **Análisis de la Matriz Alimentaria:** La matriz alimentaria se refiere a la estructura y composición del alimento en el que se encuentran los micronutrientes (Barrera et al., 2021). Esto puede afectar la disponibilidad y biodisponibilidad de los nutrientes. Por lo tanto, se debe tener en cuenta la matriz en el análisis (Barrera et al., 2021).
- **Análisis de Vitaminas y Minerales**: Si se desea, también se pueden realizar análisis para determinar el contenido de vitaminas, minerales y otros componentes nutricionales específicos (Barrera et al., 2021). Esto generalmente implica técnicas más avanzadas y específicas (Barrera et al., 2021).
- **Determinación de Fibra:** Si es necesario, la fibra dietética se puede determinar utilizando métodos específicos para separar la fibra insoluble de la soluble (Barrera et al., 2021).
- **Determinación de Micronutrientes Específicos:**
- **Determinación de Proteínas:** La proteína se puede determinar utilizando métodos como el método de Kjeldahl (Mozo & Chiquicusma, 2023). Este método implica la digestión de la muestra con ácido sulfúrico y posteriormente la destilación para liberar el nitrógeno, que se utiliza para calcular la cantidad de proteína presente (Mozo & Chiquicusma, 2023).
- **Determinación del Contenido de Humedad:** El primer paso es determinar el contenido de humedad en la muestra (León Pozo, 2019). Esto se hace mediante técnicas de secado en estufa a una temperatura específica hasta que la muestra alcance

un peso constante (León Pozo, 2019). La diferencia de peso antes y después del secado se utiliza para calcular el contenido de humedad (Omar et al., 2018).

- **Extracción de Grasa:** Para determinar el contenido de grasa, se puede utilizar una extracción con un solvente apropiado, como éter o hexano (Omar et al., 2018). La grasa se disuelve y se separa de la muestra original, y luego se evapora el solvente para calcular el contenido de grasa (León Pozo, 2019).
- **Factor bromatológico:** El factor bromatológico se refiere al análisis y estudio de la composición química y valor nutricional de los alimentos (León Pozo, 2019). En el caso de la máchica fortificada con amaranto, nueces y almendras, es importante realizar un análisis bromatológico para determinar su perfil nutricional (Párraga et al., 2019).
- **Informe de Resultados:** Los resultados se presentan en un informe que incluye el contenido de cada componente nutricional en el alimento, expresado en porcentajes o en gramos por porción (Barrera et al., 2021).
- **Informe de Resultados:** Los resultados se presentan en un informe que incluye la cantidad de cada micronutriente presente en el alimento (Barrera et al., 2021). Los resultados se expresan en unidades específicas (por ejemplo, miligramos por gramo, microgramos por gramo, etc.) (Barrera et al., 2021).
- Los micronutrientes son sustancias que se encuentran en pequeñas cantidades en los alimentos (Barrera et al., 2021). Los micronutrientes comunes incluyen vitaminas (como la vitamina A, C, D, etc.) y minerales (como hierro, calcio, zinc, etc.) (Barrera et al., 2021). La determinación de estos micronutrientes se realiza utilizando técnicas específicas (Barrera et al., 2021).

- **Minerales:** Los minerales se determinan utilizando métodos específicos, como la espectrometría de absorción atómica o la espectrometría de masas (Barrera et al., 2021).
- **Preparación de la Muestra:** La muestra se prepara de acuerdo con el tipo de análisis que se va a realizar (Omar et al., 2018). Esto puede incluir la molienda o trituración de la muestra, el secado para eliminar la humedad, y la eliminación de partes no comestibles (como huesos o cáscaras) (León Pozo, 2019).
- **Preparación de la Muestra:** La muestra se prepara de acuerdo con el tipo de análisis que se va a realizar (Barrera et al., 2021). Esto puede incluir la molienda o trituración de la muestra y, en algunos casos, la digestión o extracción de los micronutrientes de interés (Barrera et al., 2021).
- **Selección de la Muestra:** Se selecciona una muestra representativa del alimento que se va a analizar (Torres & Alpusig, 2020). La muestra debe ser lo más homogénea posible y representativa del lote o producto completo (Torres & Alpusig, 2020).
- **Vitaminas:** Las vitaminas suelen medirse mediante técnicas como la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) o espectrofotometría (Barrera et al., 2021).

## Resumen

El propósito principal de este estudio de investigación es desarrollar un snack nutritivo y funcional dirigido a personas que sufren de estreñimiento. El componente central de este snack es la máchica, la cual se combina y fortifica con amaranto, nueces y almendras para crear un producto saludable y adecuado para el consumo humano. El objetivo es proporcionar una alternativa agradable y conveniente para mejorar la calidad de vida de las personas con estreñimiento, abordando sus necesidades nutricionales de manera específica. El proyecto se llevará a cabo entre septiembre y diciembre de 2023, durante el cual se realizarán investigaciones, pruebas y ajustes necesarios para optimizar la fórmula del snack y evaluar su impacto positivo en la salud intestinal de la población objetivo.

El snack desarrollado, denominado Fibranchi, está enriquecido con nutrientes esenciales como carbohidratos, grasas, proteínas, minerales y fibra. Con un pH de 7.00 y un nivel de 5% de grados brix, este producto tiene una vida útil de 40 días y es apto para el consumo humano.

Además, los componentes clave de este snack ofrecen beneficios específicos: la máchica ayuda a reducir la glucosa posprandial, el amaranto aumenta los niveles de óxido nítrico y las nueces mejoran el perfil lipídico. Una evaluación hedónica reveló una alta aceptación del producto, con la mayoría de los encuestados expresando agrado en términos de olor, color, sabor y textura.

Asimismo, la información nutricional del producto reveló que una porción de 30 g proporciona 87 kilocalorías, teniendo un nivel Medio de grasa y azúcar en cuanto al semáforo nutricional, aparte de ser un producto Bajo en sal.

## Abstract

The main purpose of this research study is to develop a nutritious and functional snack aimed at individuals suffering from constipation. The central component of this snack is máchica, which is combined and fortified with amaranth, walnuts, and almonds to create a healthy product suitable for human consumption. The goal is to provide a pleasant and convenient alternative to improve the quality of life for people with constipation, addressing their specific nutritional needs. The project will be conducted between September and December 2023, during which research, testing, and necessary adjustments will be made to optimize the snack formula and evaluate its positive impact on the intestinal health of the target population.

The developed snack, named Fibranchi, is enriched with essential nutrients including carbohydrates, fats, proteins, minerals, and fiber. With a pH of 7.00 and a 5% brix level, this product has a shelf life of 40 days and is suitable for human consumption.

Furthermore, key components of this snack offer specific benefits: máchica helps reduce postprandial glucose, amaranth increases nitric oxide levels, and walnuts improve lipid profile. A hedonic evaluation revealed high acceptance of the product, with the majority of respondents expressing liking in terms of smell, color, taste, and texture.

Additionally, the nutritional information of the product revealed that a 30 g serving provides 87 kilocalories, with a medium level of fat and sugar according to the nutritional traffic light system, in addition to being low in salt.

## Palabras clave

Amaranto, nueces, almendras, estrategia nutricional, estreñimiento, fibra, nutrientes esenciales, mezcla equilibrada, salud intestinal ,beneficios nutricionales, calidad de vida necesidades nutricionales, implementación, investigaciones, pruebas, ajustes, impacto positivo.

## Keywords

Amaranth, walnuts, almonds, nutritional strategy, constipation, fiber, essential nutrients, balanced blend, intestinal health, nutritional benefits, quality of life, nutritional needs, implementation, research, trials, adjustments, positive impact.

## Introducción

Las carencias de micronutrientes afectan gravemente a más de un tercio de la población mundial, provocando importantes daños funcionales (OPS & OMS, 2023). Estos incluyen retraso en el desarrollo cognitivo, reducción en la capacidad para el trabajo físico y mayor susceptibilidad a las infecciones (Allen et al., 2018).

La fortificación de alimentos básicos consumidos por la mayoría de la población es el método más eficaz para abordar estas deficiencias de nutrientes esenciales, debido a su amplia distribución, facilidad de absorción y bajo coste (Allen et al., 2018).

La fortificación de alimentos implica agregar micronutrientes a los alimentos procesados, esta táctica puede resultar en mejoras rápidas del estado nutricional a un costo relativamente bajo, especialmente si se puede aprovechar la tecnología existente y las redes locales de distribución (Allen et al., 2018).

La fortificación de alimentos puede ser una intervención de salud pública rentable; sin embargo, es crucial que el alimento fortificado sea consumido en cantidades adecuadas por una gran parte de la población objetivo (Allen et al., 2018).

También es esencial contar con acceso y utilizar compuestos que se absorban bien y que no alteren las características sensoriales de los alimentos; en la mayoría de los casos, es preferible emplear vehículos alimentarios que se procesen centralmente y contar con el respaldo de la industria alimentaria (Allen et al., 2018).

No obstante, la viabilidad de esta estrategia depende de identificar un alimento que sea consumido diariamente en cantidades similares por toda la población (Allen et al., 2018).

Las harinas de cereales y sus derivados son los más adecuados para la fortificación con vitaminas hidrosolubles y minerales, mientras que los aceites comestibles son idóneos para las vitaminas liposolubles (Allen et al., 2018).

Además, el azúcar y los condimentos son otros vehículos utilizados con este propósito (OPS & OMS, 2023).

También hay avances en biofortificación utilizando biotecnología para mejorar el contenido de micronutrientes en cereales y otras plantas de consumo común. (Scrimshaw, Nevin S.2005).

En los países menos desarrollados, la fortificación de alimentos ha ganado terreno en popularidad en los últimos años, lo que ha acelerado la implementación de programas a un ritmo más rápido de lo esperado (Allen et al., 2018).

El éxito demostrado en iniciativas como la fortificación del azúcar con vitamina A en Centroamérica, donde se ha reducido significativamente la deficiencia de esta vitamina, ha motivado la exploración de proyectos similares en otras regiones del mundo (Allen et al., 2018).

## Justificación

El propósito de esta investigación es elaborar un snack de máchica fortificada con amaranto, nueces y almendras con el fin de mejorar los hábitos alimenticios en las familias reduciendo ciertas enfermedades degenerativas como obesidad, hipertensión y diabetes. De esta manera aumentar el consumo de micro y macronutrientes para el organismo. Este trabajo de investigación está enfocado en la composición bromatológica del snack fortificado con amaranto, nueces y almendras; fortificado con los siguinetes micronutrientes: A, B, C, B1, B2, B3, ; así como de ácido fólico, niacina, calcio, hierro y fósforo. El snack de máchica fortificado contiene ingredientes de fácil accesibilidad ya que son productos autóctonos y de precios accesibles para la comunidad (Burbano, 2022).

Nutrientes esenciales: Estos ingredientes también son una fuente de nutrientes esenciales como vitaminas, minerales y grasas saludables. El amaranto, por ejemplo, es rico en hierro y calcio, mientras que las nueces y las almendras son excelentes fuentes de ácidos grasos omega-3, vitamina E y proteínas (Valenzuela & Segura, 2022). Estos nutrientes son importantes para el funcionamiento adecuado del sistema digestivo y la salud en general (FAO, 2018).

La máchica fortificada con amaranto, nueces y almendras se puede consumir como un snack conveniente, lo que facilita su incorporación en la dieta diaria (Vera, 2022). Esto puede ser especialmente útil para las personas con estreñimiento, ya que pueden llevarlo consigo y consumirlo como una merienda saludable en cualquier momento (Mayo Clinic, 2023).

Su alto contenido de fibra, nutrientes esenciales (hierro, zinc, potasio, selenio, fósforo y magnesio.)y conveniencia lo convierten en una opción valiosa para promover la regularidad intestinal y mejorar la calidad de vida de quienes padecen esta afección (Ma et al., 2022).

# Marco teórico

## 1. Capítulo I: Estreñimiento

### 1.1.Definición

El estreñimiento puede ser descrito como una situación en la que la evacuación intestinal es poco frecuente y suele estar acompañada de esfuerzo o dificultad, con heces generalmente escasas, secas o duras (Osorio, 2020).

La frecuencia normal de evacuación varía entre las personas, desde dos veces al día hasta tres veces a la semana, sin que esta última frecuencia indique la presencia de estreñimiento (Neves et al., 2023).

Por ejemplo, una evacuación cada tres días que se realiza sin esfuerzo y con heces de consistencia normal no se considera estreñimiento (Neves et al., 2023).

El estreñimiento es un trastorno muy frecuente a nivel mundial (Osorio, 2020).

Este trastorno es más frecuente en mujeres (1,5 veces más que en hombres) y aumenta con la edad, especialmente a partir de los 60 años (Osorio, 2020).

El estreñimiento es un problema frecuente en personas con estilo de vida sedentario, en el embarazo y en personas con enfermedades que alteran la motilidad gastrointestinal (Osorio, 2020).

**Escala de Bristol**

1. **Tipo 1**: Trozos duros separados, como nueces (difíciles de pasar).
2. **Tipo 2**: Con forma de salchicha, pero grumosa.
3. **Tipo 3**: Con forma de salchicha, pero con grietas en la superficie.
4. **Tipo 4**: Con forma de salchicha o serpiente, lisa y blanda.
5. **Tipo 5**: Trozos de masa pastosa con bordes definidos (fáciles de pasar).
6. **Tipo 6**: Trozos blandos y esponjosos con bordes irregulares (heces blandas).
7. **Tipo 7**: Acuosa, sin partes sólidas (diarrea líquida).

### 1.2.Características

Las características del estreñimiento pueden incluir:

1. **Frecuencia reducida**: Menos de tres evacuaciones por semana (Mayo Clinic, 2023).
2. **Heces duras**: Las deposiciones pueden ser pequeñas y difíciles de expulsar (Mayo Clinic, 2023).
3. **Esfuerzo para evacuar**: La persona puede tener que esforzarse mucho para defecar (Mayo Clinic, 2023).
4. **Sensación de evacuación incompleta**: Después de ir al baño, la persona puede sentir que todavía necesita evacuar (Mayo Clinic, 2023).
5. **Sensación de obstrucción**: Como si hubiera un bloqueo en el intestino que impide la evacuación (Mayo Clinic, 2023).
6. **Necesidad de maniobras manuales**: En algunos casos, las personas pueden necesitar usar las manos para ayudar a expulsar las heces (Mayo Clinic, 2023).
7. **Tenesmo rectal**: El tenesmo rectal es un síntoma que se caracteriza por una sensación de urgencia constante e insatisfecha para defecar, aunque el intestino ya esté vacío. Las personas que experimentan tenesmo rectal sienten la necesidad persistente de evacuar y, a menudo, solo expulsan pequeñas cantidades de heces o moco, o incluso no evacuan nada, pero continúan sintiendo la necesidad de hacerlo. (Mayo Clinic, 2023).
8. **Semiología del Tenesmo Rectal**

   En semiología, la evaluación del tenesmo rectal incluye una anamnesis detallada para identificar la duración, frecuencia y características de este síntoma. También se exploran síntomas asociados, como dolor abdominal, sangrado rectal, cambios en el

hábito intestinal, y antecedentes médicos y quirúrgicos relevantes. (Mayo Clinic, 2023).

**1.3.Causas**

Los factores que pueden contribuir al estreñimiento incluyen una dieta baja en fibra, falta de ejercicio físico, cambios en la rutina o estilo de vida, deshidratación, abuso de laxantes, ignorar el impulso de evacuar, enfermedades neurológicas, problemas metabólicos y endocrinos, efectos secundarios de medicamentos, y problemas estructurales del sistema digestivo (Mayo Clinic, 2023).

**1.4. Epidemiología del estreñimiento**

La epidemiología del estreñimiento aborda la prevalencia, incidencia y factores de riesgo asociados con esta condición. Es una afección común que afecta a personas de todas las edades en todo el mundo. A continuación, se presentan algunos puntos clave sobre la epidemiología del estreñimiento (Ndam et al., 2018).

1. **Prevalencia**: Se estima que entre el 2% y el 27% de la población mundial padece estreñimiento, aunque estas cifras pueden variar según la definición utilizada para el estreñimiento y la población estudiada (Ndam et al., 2018).
2. **Grupos de Edad**: Aunque el estreñimiento puede afectar a personas de todas las edades, es más común en adultos mayores y en niños. En los ancianos, la prevalencia puede ser tan alta como el 50% (Ndam et al., 2018).
3. **Género**: Las mujeres suelen ser más propensas al estreñimiento que los hombres. Esto puede estar relacionado con factores hormonales, dietéticos y otros factores relacionados con el estilo de vida (Ndam et al., 2018).
4. **Factores de Riesgo**: Los factores que pueden aumentar el riesgo de estreñimiento incluyen una dieta baja en fibra, ingesta insuficiente de líquidos, inmovilidad o falta

de ejercicio, ciertos medicamentos, enfermedades subyacentes y cambios en la rutina diaria (Ndam et al., 2018).

5. **Impacto en la Calidad de Vida**: El estreñimiento crónico puede tener un impacto significativo en la calidad de vida, causando malestar físico, estrés emocional y afecciones secundarias, como hemorroides o fisuras anales (Ndam et al., 2018).
6. **Uso de Recursos Sanitarios**: El estreñimiento es una de las quejas gastrointestinales más comunes en la atención primaria (Ndam et al., 2018). Muchas personas buscan tratamiento médico para el estreñimiento, lo que resulta en un uso significativo de recursos sanitarios, incluyendo visitas al médico, pruebas diagnósticas y prescripción de medicamentos (Ndam et al., 2018).
7. **Factores Geográficos y Culturales**: La prevalencia del estreñimiento puede variar según la región geográfica y las prácticas culturales, en particular la dieta y las actitudes hacia la salud y el bienestar (Ndam et al., 2018).

Es importante reconocer que, aunque el estreñimiento puede ser una afección benigna y autolimitada para muchos, para otros puede ser un síntoma de una afección subyacente más grave o un problema crónico que afecta significativamente su calidad de vida. La comprensión de su epidemiología es esencial para desarrollar estrategias efectivas de prevención y tratamiento (Ndam et al., 2018).

| Enfermedad/Condición | Descripción |
|---|---|
| **Síndrome del intestino irritable (SII)** | Trastorno funcional del intestino caracterizado por dolor abdominal, hinchazón y alteración del hábito intestinal (diarrea o estreñimiento). |
| **Hipotiroidismo** | Disminución de la función tiroidea que puede ralentizar el metabolismo y afectar el tránsito intestinal. |
| **Diabetes** | Puede causar neuropatía que afecta los nervios que controlan los músculos del intestino, dificultando la evacuación. |

| | |
|---|---|
| **Enfermedad de Parkinson** | Trastorno neurodegenerativo que puede afectar el sistema nervioso autónomo, incluyendo la motilidad intestinal. |
| **Depresión** | Los trastornos del estado de ánimo pueden alterar los hábitos intestinales, y ciertos medicamentos antidepresivos pueden agravar el estreñimiento. |
| **Esclerosis múltiple** | Enfermedad autoinmune que afecta el sistema nervioso central y puede interferir con el control de los músculos del intestino. |
| **Enfermedades del colon** | Incluyen diverticulosis, colitis y cáncer de colon, que pueden obstruir o ralentizar el tránsito intestinal. |
| **Medicamentos** | Algunos medicamentos como los opiáceos, antidepresivos, antihipertensivos y suplementos de hierro pueden causar estreñimiento. |
| **Deshidratación** | La falta de suficiente líquido en el cuerpo puede endurecer las heces y dificultar su paso. |
| **Dietas bajas en fibra** | La falta de fibra en la dieta puede disminuir la masa y la frecuencia de las heces. |
| **Sedentarismo** | La falta de actividad física puede ralentizar el tránsito intestinal. |
| **Obstrucciones mecánicas** | Hernias, adherencias y tumores pueden obstruir el intestino, causando estreñimiento. |

### 1.5.Síntomas

De acuerdo con (Neves et al., 2023) los síntomas del estreñimiento varían entre las personas, pero comúnmente incluyen:

1. **Frecuencia reducida de evacuaciones**: Menos de tres deposiciones por semana (Neves et al., 2023).
2. **Heces duras o secas**: Las heces pueden ser difíciles de expulsar y, a menudo, tienen una apariencia grumosa (Neves et al., 2023).

3. **Esfuerzo durante la evacuación**: Sentir que se necesita hacer un gran esfuerzo para defecar (Neves et al., 2023).
4. **Sensación de evacuación incompleta**: Aunque se haya defecado, queda la sensación de que todavía hay heces en el recto (Neves et al., 2023).
5. **Sensación de obstrucción o bloqueo**: Sentir que hay una obstrucción física que impide la evacuación (Neves et al., 2023).
6. **Dolor o malestar abdominal**: Esto puede incluir hinchazón, distensión o cólicos (Neves et al., 2023).
7. **Necesidad de maniobras manuales**: Algunas personas pueden necesitar usar las manos para ayudar a evacuar, por ejemplo, presionando la región perianal (Neves et al., 2023).
8. **Gases o flatulencia**: Aumento de la producción de gases (Neves et al., 2023).
9. **Sensación de hinchazón**: Sensación de tener el abdomen inflado (Neves et al., 2023).
10. **Disminución del apetito (anorexia)**: En algunos casos, especialmente si el estreñimiento es severo (Neves et al., 2023).

Es importante mencionar que el estreñimiento es una condición subjetiva, y lo que puede ser considerado estreñimiento para una persona podría ser normal para otra (Neves et al., 2023).

La frecuencia y consistencia de las heces pueden variar según la dieta, la actividad física y otros factores individuales (Neves et al., 2023).

**1.6.Clasificación**

El estreñimiento puede clasificarse de diversas maneras, en función de la duración, la causa subyacente y los síntomas específicos. A continuación, se presenta una clasificación común del estreñimiento (Casado et al., 2018).

- **Según la Duración**:

**Estreñimiento agudo**: Aparece repentinamente y dura un corto período de tiempo; puede ser causado por factores como cambios en la dieta, medicamentos o enfermedades agudas (Casado et al., 2018).

**Estreñimiento crónico**: Dura más de tres meses y puede ser el resultado de factores dietéticos, enfermedades subyacentes, medicamentos o problemas estructurales del tracto digestivo (Casado et al., 2018).

- **Según la Causa**:

- **Estreñimiento primario (funcional)**: No está relacionado con una enfermedad subyacente o medicamentos (Casado et al., 2018). Puede subdividirse en:
    a. **Estreñimiento crónico idiopático**: No tiene una causa clara y no responde bien al tratamiento (Casado et al., 2018).
    b. **Estreñimiento asociado al síndrome del intestino irritable (SII)**: Acompañado de dolor abdominal que se alivia con la defecación (Casado et al., 2018).
    c. **Estreñimiento por tránsito lento**: Retraso en el paso de las heces a través del colon (Casado et al., 2018).
    d. **Estreñimiento por defecación obstructiva**: Problemas con la función muscular o nerviosa en el recto y el ano (Casado et al., 2018).
- **Estreñimiento secundario**: Causado por factores externos o enfermedades subyacentes. Esto puede incluir medicamentos, enfermedades neurológicas, metabólicas o endocrinas, y obstrucciones del tracto digestivo.

**Según la Edad**:

- **Estreñimiento infantil**: Ocurre en bebés y niños. Puede estar relacionado con la alimentación, el inicio del entrenamiento para ir al baño o factores psicológicos (Casado et al., 2018).

- **Estreñimiento en adultos**: Las causas pueden variar desde factores dietéticos hasta enfermedades subyacentes (Casado et al., 2018).
- **Estreñimiento en ancianos**: A menudo es causado por la combinación de factores dietéticos, medicamentos, enfermedades y disminución de la actividad física (Casado et al., 2018).

**1.7.Fisiopatología**

En base a Casado et al., (2018), la fisiopatología del estreñimiento es intrincada y puede diferir según la causa subyacente. A continuación, se describen los mecanismos fisiopatológicos más frecuentes relacionados con esta condición.

- **Tránsito colónico lento**: En algunas personas, el movimiento del colon es más lento de lo normal, lo que da como resultado un tránsito retardado de las heces a través del colon (Casado et al., 2018). Como resultado, las heces pueden volverse más duras y secas a medida que el colon absorbe más agua (Casado et al., 2018).
- **Anomalías en el reflejo de defecación**: Para evacuar adecuadamente, se requiere un reflejo coordinado entre la relajación del esfínter anal interno y el esfuerzo abdominal (Casado et al., 2018). Si este reflejo no funciona correctamente, puede dar lugar a un tipo de estreñimiento conocido como defecación obstructiva (Casado et al., 2018).
- **Desequilibrio en la flora intestinal**: La microbiota del colon juega un papel en la salud intestinal y en la motilidad colónica (Casado et al., 2018). Un desequilibrio en esta flora (disbiosis) puede contribuir al estreñimiento (Casado et al., 2018).
- **Alteraciones neuromusculares**: Ciertas enfermedades neurológicas, como el Parkinson o lesiones de la médula espinal, pueden afectar la función normal del colon y del recto (Casado et al., 2018).

- **Factores hormonales y metabólicos**: Alteraciones en ciertas hormonas, como las tiroides o las hormonas del embarazo, pueden afectar la motilidad intestinal (Casado et al., 2018).
- **Medicamentos**: Algunos medicamentos, como los analgésicos narcóticos, ciertos antidepresivos y antihipertensivos, entre otros, pueden afectar la motilidad intestinal y causar estreñimiento (Casado et al., 2018).
- **Factores dietéticos y de estilo de vida**: Una dieta baja en fibra, la deshidratación o la falta de ejercicio físico pueden contribuir al estreñimiento (Casado et al., 2018).
- **Obstrucciones y condiciones estructurales**: Tumores, estenosis o adherencias pueden causar una obstrucción mecánica en el colon o recto (Casado et al., 2018).
- **Factores psicológicos**: En algunos casos, especialmente en niños, el estreñimiento puede estar relacionado con factores emocionales o psicológicos, como el miedo al dolor durante la defecación o experiencias traumáticas (Casado et al., 2018).
- **Alteraciones en la sensibilidad rectal**: Una disminución en la sensación o percepción de la necesidad de defecar puede llevar a un estreñimiento crónico (Casado et al., 2018).

### 1.8.Criterios de diagnóstico

El diagnóstico del estreñimiento se basa en gran medida en la historia clínica del paciente y en criterios clínicos establecidos (Ma et al., 2022). Los criterios de Roma son los más utilizados internacionalmente para el diagnóstico del estreñimiento funcional (Osorio, 2020). Estos criterios han pasado por varias revisiones y, hasta la fecha de abril de 2023, los Criterios de Roma IV son los más recientes (Neves et al., 2023). Según estos criterios, el estreñimiento funcional se define por la presencia de dos o más de los siguientes síntomas en al menos el 25% de las defecaciones (Neves et al., 2023):

- **Esfuerzo al defecar**: Sensación de esfuerzo excesivo para evacuar (Neves et al., 2023).
- **Heces endurecidas**: Las heces son duras o grumosas (Neves et al., 2023).
- **Sensación de evacuación incompleta**: Después de defecar, la persona siente que no ha evacuado completamente (Neves et al., 2023).
- **Sensación de obstrucción o bloqueo anorrectal**: Sensación de que hay una obstrucción que impide la evacuación (Neves et al., 2023).
- **Maniobras manuales para facilitar la evacuación**: Por ejemplo, la necesidad de usar los dedos para ayudar a evacuar o de cambiar la posición al defecar (Neves et al., 2023).
- **Menos de tres evacuaciones a la semana** (Neves et al., 2023).

**1.9.Tratamiento**

El tratamiento para el estreñimiento a menudo comienza con cambios en el estilo de vida y en la dieta, como aumentar la ingesta de fibra, beber más agua, hacer ejercicio regularmente y no ignorar el impulso de evacuar (Mayo Clinic, 2023).

- **Cambios dietéticos**: Aumentar la ingesta de fibra a través de alimentos como frutas, verduras, legumbres y cereales integrales puede ayudar a mejorar la consistencia y frecuencia de las heces (Osorio, 2020).
- **Aumentar la ingesta de líquidos**: Beber suficiente agua y otros líquidos puede ayudar a ablandar las heces (Osorio, 2020).
- **Ejercicio**: La actividad física regular puede estimular la actividad intestinal (Osorio, 2020).
- **Educación y entrenamiento en hábitos intestinales**: Es importante establecer una rutina regular para ir al baño y dedicar tiempo para ello, preferiblemente después de una comida (Osorio, 2020).

**Tratamiento Farmacológico:**

- **Ablandadores de heces**: Como el docusato, que ayudan a suavizar las heces facilitando la mezcla de agua y grasas en las heces (Osorio, 2020).
- **Laxantes osmóticos**: Como el polietilenglicol o lactulosa, que funcionan atrayendo agua al intestino para ablandar las heces y aumentar su volumen (Osorio, 2020).
- **Laxantes estimulantes**: Como el bisacodilo o senna, que aumentan el movimiento del intestino grueso para ayudar a pasar las heces (Osorio, 2020).
- **Laxantes de volumen**: Como el psyllium o metilcelulosa, que aumentan el contenido de agua en las heces para hacerlas más voluminosas y, por lo tanto, más fáciles de pasar (Osorio, 2020).
- **Supositorios y enemas**: Pueden ser útiles en casos de estreñimiento severo o cuando hay un impacto fecal (Osorio, 2020).
- **Agentes secretagogos**: Como el linaclotide, que aumentan la secreción de fluido en el intestino para facilitar el paso de las heces (Osorio, 2020).
- **Antagonistas de los receptores de opioides**: Como el naloxegol, que se utilizan específicamente para el estreñimiento inducido por opioides (Osorio, 2020).

| Tipo de Tratamiento | Ejemplo | Descripción | Referencia |
|---|---|---|---|
| **Ablandadores de heces** | Docusato sódico (Colace) | Suavizan las heces facilitando la mezcla de agua y grasas en las heces. | Osorio, 2020 |
| **Laxantes osmóticos** | Polietilenglicol (Miralax) | Atraen agua al intestino para ablandar las heces y aumentar su volumen. | Osorio, 2020 |
| | Lactulosa (Duphalac) | | |
| **Laxantes estimulantes** | Bisacodilo (Dulcolax) | Aumentan el movimiento del intestino grueso para ayudar a pasar las heces. | Osorio, 2020 |
| | Senna (Senokot) | | |
| **Laxantes de volumen** | Psyllium (Metamucil) | Aumentan el contenido de agua en las heces, haciéndolas más voluminosas y fáciles de evacuar. | Osorio, 2020 |
| | Metilcelulosa (Citrucel) | | |
| **Supositorios y enemas** | Supositorios de glicerina | Útiles en casos de estreñimiento severo o impacto fecal, ayudan a evacuar rápidamente. | Osorio, 2020 |
| | Enemas de fosfato de sodio | | |
| **Agentes secretagogos** | Linaclotide (Linzess) | Aumentan la secreción de fluido en el intestino para facilitar el paso de las heces. | Osorio, 2020 |
| **Antagonistas de los receptores de opioides** | Naloxegol (Movantik) | Bloquean los efectos constipantes de los opioides en el intestino, usados para estreñimiento inducido por opioides. | Osorio, 2020 |

### 1.9.1. Tratamiento nutricional

1. **Incrementar la fibra dietética**: Se recomienda consumir entre 25 y 30 gramos de fibra diariamente (Ma et al., 2022).

   De acuerdo con Ma et al., (2022), los alimentos ricos en fibra incluyen una variedad de opciones saludables:

   • Verduras como brócoli, zanahorias y espinacas (Ma et al., 2022).

   • Frutas como manzanas (con piel), peras, ciruelas, kiwis y frutas del bosque (Ma et al., 2022).

   • Legumbres como lentejas, frijoles y garbanzos (Ma et al., 2022).

   • Cereales integrales como avena, arroz integral y pan de trigo integral (Ma et al., 2022).

   • Semillas, como chía y linaza (Ma et al., 2022).

2. **Aumentar la ingesta de líquidos**:

   Beber al menos 8 vasos de agua al día puede ayudar a mantener las heces hidratadas y más fáciles de evacuar. Los líquidos como jugos, especialmente el jugo de ciruela, también pueden ser útiles (Casado et al., 2018).

3. **Alimentos probióticos**: Estos pueden ayudar a mantener el equilibrio de la flora intestinal. Alimentos ricos en probióticos incluyen yogures y otros productos fermentados como el kéfir, chucrut y kimchi (Casado et al., 2018).

4. **Limitar alimentos astringentes y procesados**: Alimentos como el plátano verde, el té y los alimentos ricos en grasas o azúcares pueden contribuir al estreñimiento en algunas personas (Casado et al., 2018).

5. **Regularidad en las comidas**: Intenta comer a horas regulares para ayudar a regular el tránsito intestinal (Casado et al., 2018).

6. **Limitar el consumo de cafeína y alcohol**: Ambos pueden deshidratar el cuerpo si se consumen en exceso, lo que puede empeorar el estreñimiento (Casado et al., 2018).
7. **Considerar suplementos de fibra**: Si es difícil obtener suficiente fibra a través de la dieta, se pueden considerar suplementos de fibra como el psyllium. Sin embargo, es importante hablar con un médico o nutricionista antes de comenzar cualquier suplemento (Jiménez, 2018).
8. **Limitar alimentos que puedan causar gases**: Algunas personas encuentran que ciertos alimentos, como las coles de Bruselas, el brócoli, los frijoles y las cebollas, pueden causar gases. Si es el caso, es posible que desees limitar estos alimentos (Jiménez, 2018).

# 2. Capítulo II: Cereales y frutos secos

## 2.1. Definición de cereales

La palabra cereal procede etimológicamente del latín “cerealis” a su vez tomada del nombre de la diosa romana Ceres (cuyo significado es crecer o crear), equivalente a la diosa griega Deméter. Era la divinidad protectora de la agricultura especialmente del trigo y otros cereales, siendo la que enseñó a los seres humanos el arte de los cultivos, y de la elaboración del pan. Simbolizaba la abundancia y la fertilidad (Fingermann, 2016).

El Código Alimentario Español (CAE) aplica la denominación de cereal a “las plantas gramíneas y a sus frutos maduros, enteros, sanos y secos” (Fundación Española del Corazón, 2023).

## 2.2.Características

Los cereales son hierbas en cuyos tallos se forma una espiga de granos comestibles y se encuentran protegidos por un hollejo dentro del cual se encuentra la semilla; los granos pueden consumirse enteros o molidos como harina (Tradecorp, 2023).

Entre los cereales más conocidos se destacan el trigo, la cebada, la avena, el arroz, el maíz, el centeno, el sorgo y el mijo (Tradecorp, 2023).

Los cereales son considerados básicos en la alimentación humana (también usados en la cría de ganado) ya que contienen proteínas, almidón, celulosa y lípidos (Tradecorp, 2023).

La quinoa que muchos consideran que se trata de un cereal, no lo es, algunos la llaman “falso cereal”, y al no contener gluten pueden consumirla los celíacos (Tradecorp, 2023).

Los cereales, como el trigo y el arroz, han sido fundamentales en las dietas de diversas culturas a lo largo de la historia (Tradecorp, 2023). El trigo, en particular, se utiliza para hacer pan, pastas y otros productos, y su cáscara es rica en nutrientes como calcio, hierro y fibra (Tradecorp, 2023). Se recomienda el consumo de harina integral para conservar estas propiedades (Tradecorp, 2023).

El arroz, otro cereal popular, es el alimento básico en muchas regiones, especialmente en Asia, y se recomienda su forma integral para mantener sus beneficios nutricionales (Tradecorp, 2023). Otros cereales resistentes a la sequía, como el mijo y el sorgo, son esenciales en ciertas regiones de Asia y África (Tradecorp, 2023).

Además de trigo y arroz, otros cereales como maíz, sorgo, mijo, cebada, avena, teff y quinua también han sido importantes en la dieta humana (Tradecorp, 2023). Todos estos cereales comparten una estructura y valor nutricional similares, proporcionando proteínas, calcio, hierro y vitaminas del grupo B (Tradecorp, 2023). Sin embargo, carecen de vitamina C en su estado seco y solo el maíz amarillo contiene caroteno. Se recomienda complementar los cereales con alimentos ricos en proteínas, minerales y vitaminas A y C para mantener una dieta equilibrada (Tradecorp, 2023).

Como se muestra en la Figura 1, la estructura común a todos los granos de cereales incluye la cáscara de celulosa, carente de valor nutritivo para los seres humanos; el pericarpio y la testa, dos capas fibrosas con pocos nutrientes; la capa de aleurona, rica en proteínas, vitaminas y minerales; el embrión o germen, rico en nutrientes, compuesto por la plúmula y la radícula unidas al grano por el cotiledón; y el endospermo, que constituye más de la mitad del grano y consiste principalmente en almidón (FAO, 2018).

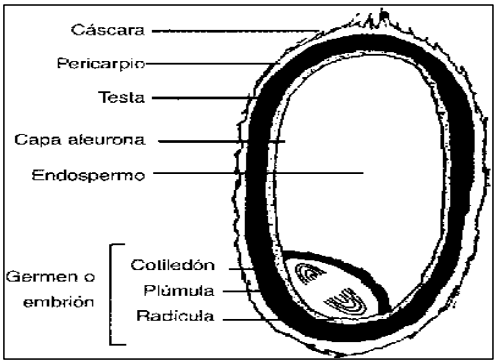



*Figura 1: Estructura de un grano.*

Fuente y elaborado por: (FAO, 2018).

Entre un 65-75% de su peso total se compone de carbohidratos, entre un 6-12% de proteína y entre un 1-5% de grasa (Fundación Española del Corazón, 2023). La proteína principal es el gluten, asociado con la enfermedad celiaca (Fundación Española del Corazón, 2023).

Los cereales que no contienen esta proteína incluyen el arroz y el maíz; estos cereales aportan una cantidad significativa de energía y nutrientes en comparación con otras fuentes de carbohidratos (Fundación Española del Corazón, 2023).

Destacan por su contenido en hierro, potasio, fósforo y calcio, aunque la absorción de este último se ve reducida por la presencia del ácido fítico; también son ricos en vitaminas del complejo B, pero carecen de vitamina C; si se consumen en su forma integral, son una excelente fuente de fibra y vitaminas (Fundación Española del Corazón, 2023).

Las pastas elaboradas con trigo contienen vitaminas A, B1 y B2, que facilitan la asimilación de los almidones (Fundación Española del Corazón, 2023).

El arroz integral contiene vitamina E y varias vitaminas del grupo B, además de ser rico en fibra. Por último, el maíz se distingue de otros cereales por su elevado contenido en carotenos o provitamina A (Fundación Española del Corazón, 2023).

En la Tabla 1 se muestran algunos nutrientes contenidos en 100 g de cereales seleccionados.

Tabla 1: Estructura de un grano.

| Alimento | Energía (*kcal*) | Proteína (*g*) | Grasa (*g*) | Calcio (*mg*) | Hierro (*mg*) | Tiamina (*mg*) | Riboflavina (*mg*) | Niacina (*mg*) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Harina de maíz entera** | 353 | 9,3 | 3,8 | 10 | 2,5 | 0,30 | 0,10 | 1,8 |
| **Harina de maíz refinada** | 368 | 9,4 | 1,0 | 3 | 1,3 | 0,26 | 0,08 | 0,10 |
| **Arroz pulido** | 361 | 6,5 | 1,0 | 4 | 0,5 | 0,08 | 0,02 | 1,5 |
| **Arroz precocido** | 364 | 6,7 | 1,0 | 7 | 1,2 | 0,20 | 0,08 | 2,6 |
| **Trigo entero** | 323 | 12,6 | 1,8 | 36 | 4,0 | 0,30 | 0,07 | 5,0 |
| **Harina de trigo blanca** | 341 | 9,4 | 1,3 | 15 | 1,5 | 0,10 | 0,03 | 0,7 |
| **Mijo, var. junco** | 341 | 10,4 | 4,0 | 22 | 3,0 | 0,30 | 0,22 | 1,7 |
| **Sorgo** | 345 | 10,7 | 3,2 | 26 | 4,5 | 0,34 | 0,15 | 3,3 |

Fuente: (FAO, 2018).

Elaborado por: (Astudillo, 2023)

El embrión, que comienza a crecer cuando el grano es sembrado o expuesto al agua, es una parte del grano que contiene una gran cantidad de nutrientes; a pesar de su tamaño pequeño, suele contener 50% de la tiamina, 30% de la riboflavina y 30% de la niacina presente en el grano completo (FAO, 2018).

Por otro lado, la aleurona y otras capas externas contribuyen con aproximadamente el 50% del niacina y el 35% de la riboflavina (FAO, 2018).

El endospermo constituye la mayor parte del grano, contiene una cantidad significativamente menor de las vitaminas B, aproximadamente un tercio o menos; es relativamente bajo en proteínas y minerales, el endospermo es la principal fuente de energía en forma de almidón, un carbohidrato complejo (FAO, 2018).

**2.3.Procesamiento**

Los granos de cereales pasan por una serie de procesos durante su preparación para el consumo humano, todos dirigidos a eliminar las capas fibrosas del grano; aunque algunos métodos buscan producir un producto altamente refinado compuesto principalmente por endospermo, todos tienen en común la reducción del valor nutricional del grano (Tradecorp, 2023)

Las técnicas tradicionales de procesamiento, como el uso de mortero o piedras de moler, típicamente resultan en granos de cereal que han perdido algunas capas externas, pero aún conservan parte del germen, incluyendo el cotiledón (Joye, 2019).

No obstante, procesos prolongados y cuidadosos podrían lograr un producto altamente refinado de esta manera, es una práctica poco común (Fundación Española del Corazón, 2023).

La molienda ligera, similar a la realizada en el hogar, también preserva la mayoría de los nutrientes; la mecanización de este proceso aligera la carga para quienes lo realizan (Joye, 2019).

La molienda intensa para producir productos altamente refinados no es nutricionalmente deseable (Joye, 2019).

Los cereales altamente refinados, como la harina de maíz blanco, el arroz pulido y la harina de trigo blanco, han sufrido una pérdida significativa del germen y las capas

externas del grano, lo que resulta en la eliminación de la mayoría de las vitaminas B, así como parte de las proteínas y minerales (Fundación Española del Corazón, 2023).

La creciente demanda del consumidor por productos de sabor suave y fácil digestión ha impulsado un aumento notable en la producción de cereales altamente refinados y arroz blanco (Tradecorp, 2023).

El índice de extracción, que refleja el porcentaje del grano original que se conserva en la harina después del proceso de molienda, determina la cantidad de nutrientes que permanecen (FAO, 2018). Las harinas de alta extracción retienen más nutrientes de las capas externas y el germen, mientras que las de baja extracción pierden una gran parte de ellos (Joye, 2019). A pesar de que las harinas de baja extracción son más populares comercialmente debido a su color blanco, menor contenido graso y mejor capacidad de horneado, presentan la desventaja de contener menos vitaminas B, minerales, proteínas y fibra en comparación con las harinas de alta extracción (Fundación Española del Corazón, 2023).

Las tendencias alimentarias, como la preferencia por la harina blanca, suelen comenzar entre aquellos con mayores recursos económicos, pero su impacto se extiende a todos los niveles socioeconómicos (FAO, 2018). La popularización de harinas y arroces altamente refinados ha afectado a ricos y pobres en muchos países, con posibles consecuencias para la salud debido a la pérdida de nutrientes en estos alimentos de moda (FAO, 2018)

**2.4.Definición de frutos secos**

La idea de fruto, derivada del término latino "fructus", se refiere a un producto de ciertas plantas que protege y alberga las semillas, desarrollándose a partir del ovario de la flor después de la fecundación. Por otro lado, el adjetivo "seco" hace referencia a aquello que carece de líquido (Porto & Gardey, 2018).

Los frutos secos poseen un elevado contenido de ácido oleico y/o ácidos poliinsaturados, lo que resulta en una disminución de los niveles de colesterol total y colesterol LDL en la sangre, lo que se relaciona con una menor probabilidad de padecer enfermedades cardiovasculares (Porto & Gardey, 2018).

Además, se ha comprobado que los frutos secos ofrecen efectos positivos para la salud humana gracias a su contenido de antioxidantes, como polifenoles y tocoferoles (Viera et al., 2019).

Los frutos secos, en consecuencia, son aquellos que no contienen jugo, caracterizándose por tener una cáscara muy resistente y un contenido de agua inferior al 50% (Porto & Gardey, 2018). Estos frutos son altamente energéticos, destacándose por su elevado contenido de proteínas y grasas, y en muchos casos, también de vitaminas del grupo B. (Porto & Gardey, 2018)

Un ejemplo de frutos secos son las nueces, provenientes del nogal (Juglans regia), que además de contener vitaminas B y proteínas, incluyen vitamina C, ácidos grasos omega-3 y lecitina, entre otros componentes (Porto & Gardey, 2018).

Los castaños (Castanea sativa) producen las castañas, un fruto seco que se consume crudo y se utiliza en la elaboración de dulces y harinas. (Porto & Gardey, 2018)

El avellano (Corylus avellana) produce avellanas, frutos secos que contribuyen a prevenir enfermedades cardíacas, controlar el colesterol y ofrecer beneficios en la lucha contra la osteoporosis y la artritis (Porto & Gardey, 2018).

Las almendras, frutos secos del almendro (Prunus dulcis), se utilizan para fabricar licores y horchatas, así como leche de almendras, una bebida obtenida al agregar agua a las almendras molidas y dejar macerar la mezcla. (Porto & Gardey, 2018)

También se incluyen en la categoría de frutos secos las frutas desecadas o secas, como higos, uvas y ciruelas, sometidas a un proceso de deshidratación. (Porto & Gardey, 2018)

A pesar de la percepción negativa asociada a su alto contenido graso (que oscila entre el 50% y el 70%), los frutos secos son altamente recomendables debido a sus numerosos beneficios (FAO, 2018). En una dieta equilibrada, pueden ser una valiosa ayuda para mantener la salud, y la Fundación Española del Corazón sugiere ingerir 50 gramos diarios (Fundación Española del Corazón, 2023).

Almendras y piñones son útiles para fortalecer los huesos debido a su alto contenido de calcio, mientras que avellanas y nueces son ideales para controlar los niveles altos de colesterol debido a su grasa poliinsaturada (Porto & Gardey, 2018). Anacardos, pistachos y piñones son recomendables para quienes padecen diabetes, ya que ayudan a gestionar los niveles de lípidos en la sangre y contribuyen a la prevención de la diabetes tipo 2 gracias a su alto contenido en oligoelementos (Porto & Gardey, 2018). Además, avellanas, nueces y almendras son beneficiosas para tratar el sobrepeso, ya que, consumidas con moderación, aportan energía y tienen un efecto saciante que ayuda a controlar la ansiedad alimentaria (Porto & Gardey, 2018).

# 3. Capítulo 3: Machica

## 3.1. Definición y origen

La machica, un alimento arraigado en la tradición de varios países de América Latina, especialmente en la región andina, es un producto obtenido a través de la cocción y posterior molienda de granos, generalmente de cereales como el maíz o la cebada (Omar et al., 2018).

Este procedimiento implica tostar los granos y posteriormente molerlos hasta obtener un polvo fino (Torres & Alpusig, 2020).

Con un origen ancestral, la machica ha formado parte esencial de la alimentación de comunidades indígenas en los Andes a lo largo de siglos (Torres & Alpusig, 2020).

La elaboración puede variar según la región, en esencia, implica someter los granos a un tratamiento térmico que mejora su digestibilidad y facilita su almacenamiento (Torres & Alpusig, 2020).

La práctica de producir machica se ha transmitido de generación en generación, convirtiéndose en un componente fundamental de la cultura gastronómica de estas comunidades (Torres & Alpusig, 2020).

En cuanto a su aplicación culinaria, la machica se emplea de diversas maneras en la preparación de alimentos (Torres & Alpusig, 2020).

Para preparar máchica, se procede a tostar y moler la cebada hasta obtener una harina que se distingue por su color, aroma y textura únicos. Este producto puede ser consumido de varias maneras (Omar et al., 2018).

La forma más común y tradicional es mediante el "chapo", que implica mezclar la harina de máchica con agua hervida y azúcar hasta obtener una masa grumosa que se puede consumir en el desayuno (Omar et al., 2018).

También puede ser consumida hervida para hacer una colada de máchica, añadiendo avena y anís; además, se sabe que la máchica puede ser utilizada en diversas preparaciones siempre y cuando se mezcle con harina de trigo para que la mezcla sea más compacta y fácil de manejar (Omar et al., 2018).

Puede incorporarse a sopas, bebidas e incluso utilizarse como base en la elaboración de papillas o alimentos destinados a bebés (Omar et al., 2018).

Además de ser una fuente nutricional, la machica es apreciada por su capacidad para añadir textura y sabor distintivos a diversas preparaciones culinarias (Torres & Alpusig, 2020).

**3.2.Generalidades y características de la machica**

La composición de los granos de cereales es bastante homogénea, en general contienen un 80% de su peso total en carbohidratos, 10% de proteína y 10% de grasa; el almidón es el componente más abundante (Omar et al., 2018).

El almidón es un hidrato de carbono importante dentro de la composición de todos los cereales, es el constituyente de reserva y se concentra en el endospermo; se encuentra en gránulos simples en el trigo, maíz, centeno y cebada (Omar et al., 2018).

El tamaño y la forma de los gránulos son específicos, los de trigo, cebada y centeno son grandes 25-40 µm (Torres & Alpusig, 2020).

**3.3.Elaboración y preparación**

La preparación de la máchica implica un proceso ancestral que ha sido transmitido a lo largo de varias generaciones en las comunidades indígenas, especialmente en la región andina de América Latina (Omar et al., 2018). Los ingredientes necesarios incluyen granos de cereales, como maíz o cebada (Omar et al., 2018).

De acuerdo con (Omar et al., 2018) los pasos de elaboración son los siguientes:

Selección de Granos: Se escogen granos de alta calidad y se procede a limpiarlos para eliminar cualquier impureza o residuo de tierra (Omar et al., 2018).

Tostado: Los granos seleccionados se tuestan en una superficie caliente, como una plancha o una sartén grande; el tostado se lleva a cabo a fuego medio-alto hasta que los granos adquieran un tono dorado o marrón, dependiendo del tipo de cereal utilizado (Omar et al., 2018).

Enfriamiento: Después del tostado, se permite que los granos se enfríen por completo. Este paso es esencial para evitar que los granos continúen cocinándose debido al calor residual (Omar et al., 2018).

Molienda: Una vez que los granos están completamente fríos, se muelen hasta obtener un polvo fino; esta etapa de molienda puede realizarse utilizando herramientas tradicionales como molinos de piedra o máquinas de moler modernas (Omar et al., 2018).

Almacenamiento: El polvo de máchica resultante se almacena en recipientes herméticos para mantener su frescura y calidad (Omar et al., 2018).

### 3.4.Historia

La machica tiene una larga historia como un alimento tradicional en las comunidades indígenas de la región andina de América Latina (Gutiérrez, 2022). Su origen se remonta a épocas ancestrales, y ha sido parte fundamental de la dieta y la cultura de estas comunidades. Aquí hay una visión general de la historia de la machica (Gutiérrez, 2022).

La práctica de elaborar machica se originó en las culturas indígenas de los Andes, donde las comunidades desarrollaron métodos para procesar granos, especialmente cereales como el maíz o la cebada, de manera que fueran más fáciles de almacenar y consumir.

Proceso Tradicional de Elaboración" (Gutiérrez, 2022).

El proceso tradicional de elaboración de la machica implica tostar los granos y luego molerlos para obtener un polvo fino (Gutiérrez, 2022). Este proceso no solo hacía que los granos fueran más digeribles, sino que también facilitaba su conservación, lo que era crucial en áreas donde el almacenamiento a largo plazo de alimentos era esencial" (Gutiérrez, 2022).

La "máchica" es un producto tradicional ecuatoriano hecha a base de cebada tostada y molida (Omar et al., 2018). Aunque es un producto que ha sido consumido durante mucho tiempo en Ecuador especialmente en las regiones de la Sierra, su popularidad puede variar en diferentes regiones y a lo largo del tiempo (Omar et al., 2018).

### 3.5.Rol en la Alimentación

La machica ha desempeñado un papel importante en la alimentación de estas comunidades; su versatilidad ha permitido su incorporación en diversas preparaciones culinarias, desde sopas hasta bebidas y papillas (Gutiérrez, 2022).

### 3.6.Perpetuación en la Actualidad

Aunque las prácticas alimenticias y los hábitos culinarios pueden cambiar con el tiempo, la machica sigue siendo un alimento apreciado en algunas comunidades andinas

(Gutiérrez, 2022). Sin embargo, es posible que su popularidad haya variado con el tiempo debido a factores como la disponibilidad de alimentos modernos y cambios en los patrones de consumo (Gutiérrez, 2022).

### 3.7.Beneficios del consumo de la machica

Mientras que la máchica fina se utiliza para mejorar la flora intestinal y proteger las paredes del estómago, la máchica de textura más gruesa se emplea como fuente de fibra y contribuye en el tratamiento del estreñimiento y la colitis (Gutiérrez, 2022).

### 3.8.Tipo de fibra de la machica

La cebada es muy buena fuente de inositol, sustancia considerada durante mucho tiempo como vitamina del grupo B (Hernández, 2018). El inositol evita la rigidez de los capilares, es tónico cardíaco, regula el colesterol, evita la acumulación de grasa en el hígado, protege el sistema nervioso y combate ansiedad y depresión. La cebada también posee vitaminas del grupo B, ácido fólico, colina y vitamina K (Hernández, 2018).

En materia de minerales, la cebada es buena fuente de potasio, magnesio y fósforo, pero su mayor virtud es la riqueza en oligoelementos: hierro, azufre, cobre, cinc, manganeso, cromo, selenio, yodo y molibdeno; esto la convierte en alimento ideal para estados carenciales y para el proceso de crecimiento (Hernández, 2018).

La cebada es el cereal mejor dotado de fibra, 17%, y sobre todo en materia de fibra soluble; esta fibra retarda el índice de absorción de la glucosa y reduce la absorción de colesterol (Hernández, 2018).

Además, la cebada posee otras sustancias benéficas, como los lignanos, antioxidantes y protectoras del cáncer (Hernández, 2018).

*Tabla 2: Composición química de la machica*

| Nutriente | Cantidad |
|---|---|
| **Calorías** | 260 kcal |
| **Carbohidratos** | 55 g |
| **Proteína** | 3.37 g |

| | |
|---|---|
| **Grasa** | 0.81 g |

Fuente: (Hernández, 2018).

Elaborado por: (Astudillo, 2023)

# 4. Capítulo 4: Amaranto

### 4.1. Definición

El amaranto es una planta que ha sido cultivada y consumida durante miles de años en diversas culturas de todo el mundo (Valenzuela & Segura, 2022). Su nombre científico es Amaranthus, y se refiere a un género de plantas que incluye una amplia variedad de especies (Curiel, 2022).

### 4.2.Historia y Cultivo:

El amaranto cuenta con una extensa trayectoria en la dieta humana, dado que ha sido cultivado en América desde épocas precolombinas, siendo un cultivo significativo para civilizaciones como los aztecas y los incas (Curiel, 2022). En la actualidad, se cultiva en diversas regiones del mundo, abarcando América, Asia y África, gracias a su resistencia y capacidad de adaptación a distintas condiciones climáticas (Valenzuela & Segura, 2022).

### 4.3.Características

El amaranto es una planta de rápido crecimiento que puede alcanzar alturas de hasta 2 metros (Curiel, 2022).

Sus hojas son comestibles y se utilizan en ensaladas, mientras que sus semillas son altamente nutritivas y se consideran un pseudocereal (Valenzuela & Segura, 2022).

### 4.4.Valor Nutricional

Las semillas de amaranto son ricas en proteínas de alta calidad y son una fuente de aminoácidos esenciales como la lisina y la metionina (León Pozo, 2019).

Además, el amaranto es rico en minerales como el calcio, el hierro y el fósforo, así como en vitaminas como la vitamina C, la vitamina E y varias del complejo B (León Pozo, 2019).

### 4.5.Beneficios para la Salud

El amaranto se considera beneficioso para la salud debido a su alto contenido de nutrientes y compuestos bioactivos (León Pozo, 2019).

Puede contribuir a la reducción del riesgo de enfermedades crónicas, como enfermedades cardíacas y diabetes, debido a su capacidad para mejorar el perfil lipídico y regular el azúcar en sangre (León Pozo, 2019).

### 4.6.Usos Culinarios

Las semillas de amaranto se pueden consumir cocidas, tostadas o molidas en forma de harina (Luis et al., 2018). Se utilizan para preparar productos horneados, como pan y galletas, o se agregan a cereales, yogures y batidos (Luis et al., 2018). El amaranto también se puede utilizar en la preparación de platillos salados, como sopas, guisos y platos de acompañamiento (Hei Karen Lau, 2022).

**4.7.Sostenibilidad y Seguridad Alimentaria:**

El amaranto es considerado un cultivo sostenible debido a su resistencia a plagas y su capacidad de crecimiento en suelos marginales (Valenzuela & Segura, 2022).

Su cultivo puede ser beneficioso para la seguridad alimentaria en regiones con recursos limitados, ya que es una fuente de nutrientes valiosa (Curiel, 2022).

*Tabla 3: Análisis fisicoquímico del amaranto, quinoa y tarwi.*

| Productos | Valor energético | Macronutrientes | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Kilocalorías (kcal/100 g) | Carbohidratos (g/100 g ) | Proteínas (g/100 g ) | Grasas (g/100 g ) | Fibra (g/100 g ) |
| **Amaranto** | 386 | 74.4 | 11.4 | 4.2 | 3.2 |
| **Quinua** | 387 | 72.1 | 13.8 | 4.4 | 2.1 |
| **Tarwi** | 397 | 43.9 | 36.1 | 9.2 | 3.3 |

Fuente: (Curiel, 2022). Elaborado por: (Astudillo, 2023)

# 5. Capítulo 5: Almendras

**5.1. Origen botánico**

La almendra es el fruto del árbol Prunus dulcis, también conocido como almendro. Este árbol pertenece a la familia Rosaceae y es originario de Asia Central y Asia Occidental; la almendra es una semilla contenida en el fruto del almendro (Xu et al., 2022).

**5.2.Historia**

Las almendras tienen una larga historia de consumo humano. Se han encontrado referencias a las almendras en la Biblia y en textos antiguos de la India. Se cree que se cultivan desde hace miles de años en regiones del Mediterráneo y el Medio Oriente (Mozo & Chiquicusma, 2023)

### 5.3.Composición nutricional

| Nutriente | Cantidad (g) |
|---|---|
| Grasas Total | 6.9 |
| - Grasas Monoinsaturadas | 29.3 |
| - Grasas Poliinsaturadas | 11.5 |
| - Grasas Saturadas | 3.5 |
| Carbohidratos | 20.6 |
| - Azúcares | 3.7 |
| Proteínas | 20.2 |
| Fibra Alimentaria | 11.6 |

Las almendras son una fuente de nutrientes importantes, contienen proteínas, grasas saludables, fibra, vitaminas (como la vitamina E) y minerales (como el magnesio). También son ricas en antioxidantes, que pueden ayudar a combatir el estrés oxidativo en el cuerpo. (Souza et al., 2016)

### 5.4.Beneficios para la salud

El consumo de almendras se ha asociado con diversos beneficios para la salud como la reducción del riesgo de enfermedades cardíacas, la mejora de la salud cerebral y la gestión del peso debido a su contenido de grasas saludables y fibra (Mozo & Chiquicusma, 2023).

### 5.5.Usos culinarios

Las almendras se utilizan en una amplia variedad de preparaciones culinarias (Xu et al., 2022). Pueden consumirse crudas como refrigerio, tostadas y saladas, o usarse en la elaboración de postres, como pasteles y galletas (Xu et al., 2022).

También se utilizan en la industria de la repostería y en la elaboración de productos lácteos, como la leche de almendra. (Souza et al., 2016)

*Tabla 4: Composición química de almendras*

Elaborado por: Astudillo, 2023. Fuente: INLASA, 2016

### 5.6.Industria

La producción y comercialización de almendras es una industria importante en muchas partes del mundo, especialmente en California, Estados Unidos, y en la región mediterránea (Xu et al., 2022). El cultivo de almendras ha experimentado un crecimiento

significativo en las últimas décadas debido a la demanda creciente de estos frutos secos (Mozo & Chiquicusma, 2023).

5.7.**Alergias y consideraciones médicas**

Es importante destacar que las almendras son uno de los alimentos que con mayor frecuencia causan alergias alimentarias (Mozo & Chiquicusma, 2023). Las personas con alergias a frutos secos deben evitar su consumo y estar atentas a las etiquetas de los productos. (Mozo & Chiquicusma, 2023)

# 6. Capítulo 6: Nueces

Comentado [KP1]: Verifique todo el índice debe estar enumerado

## 6.1. Clasificación de las nueces

Las nueces son frutos secos que se caracterizan por tener una cáscara dura y una semilla comestible en su interior (Halevy, 2019). Existen diversas variedades de nueces, siendo las más comunes

las nueces de nogal, nueces de macadamia, nueces de Brasil, nueces de pecán, nueces de caju y nueces comunes (Halevy, 2019)

## 6.2.Propiedades nutricionales

Las nueces destacan como una valiosa fuente de nutrientes, proporcionando una abundante cantidad de ácidos grasos omega-3, proteínas, fibra, así como vitaminas como

la E y algunas del complejo B, y minerales como el magnesio, el fósforo y el zinc (Burbano, 2022). Además, están enriquecidas con antioxidantes como los polifenoles (Vera, 2022).

### 6.3.Usos culinarios

Las nueces se utilizan en una variedad de preparaciones culinarias, desde ensaladas hasta repostería (Vera, 2022). Se pueden consumir crudas, tostadas o como ingredientes en platos salados y dulces. Su sabor y textura únicos las hacen populares en la gastronomía (Burbano, 2022).

### 6.4.Beneficios para la salud

El consumo habitual de nueces ha sido relacionado con diversos beneficios para el bienestar (Vera, 2022). Los ácidos grasos omega-3 presentes en las nueces son reconocidos por su capacidad para mejorar la salud del corazón (Halevy, 2019). Además, se ha planteado la posibilidad de que las nueces puedan disminuir el riesgo de enfermedades crónicas, como la diabetes tipo 2; asimismo, su alto contenido de fibra podría favorecer la salud del sistema digestivo (Viera et al., 2019).

### 6.5.Aspectos económicos

Las nueces son un producto agrícola de gran valor en la industria alimentaria y agrícola. La producción y comercialización de nueces pueden tener un impacto significativo en la economía de las regiones productoras. Factores como el precio de las nueces, la demanda en el mercado y la competencia internacional pueden influir en la economía de la nuez (Vera, 2022).

*Tabla 5: Composición química de nueces*

| Nutriente | Cantidad (g) |
|---|---|
| **Hidratos de Carbono** | 13,71 |
| **Grasas** | 65,21 |
| **- Grasas Monoinsaturadas** | 8,9 |
| **- Grasas Poliinsaturadas** | 47,17 |
| **Proteínas** | 15,23 |

Fuente: (Vera, 2022).

Elaborado por: (Astudillo, 2023)

## Planteamiento del problema

El estreñimiento es potencial creciente que afecta a las personas a nivel mundial, esto puede deberse a que las personas no se alimentan de manera adecuada y no consumen la fibra necesaria, tampoco beben muchos líquidos; también puede ser que sean personas sedentarias (Remes et al., 2018).

El estreñimiento un síntoma gastrointestinal frecuente que afecta a una proporción considerable de la población mundial, estimando entre el 2% y el 20% (Remes et al., 2018).

En Estados Unidos, afecta al menos al 10% de la población, lo que resulta en más de 2.5 millones de consultas médicas y aproximadamente 92,000 hospitalizaciones cada año (Remes et al., 2018).

En Latinoamérica, se estima que hasta el 75% de las personas que experimentan estreñimiento recurren a algún tipo de producto para aliviar esta condición (Schmulson et al., 2018). De estos, el 59% utiliza laxantes estimulantes, el 38% recurre a la fibra u otros agentes formadores de bolo, o a irritantes, entre otros (Schmulson et al., 2018).

Estos problemas están asociados con costos significativos, como lo demuestra el hecho de que en 1994, los costos relacionados con el estreñimiento alcanzaron la suma de 840 millones de dólares (Schmulson et al., 2018).

En 2010, la Asociación Mexicana de Gastroenterología convocó a un comité de especialistas para desarrollar las "Guías de diagnóstico y tratamiento del estreñimiento crónico en México", las cuales fueron publicadas en la Revista de Gastroenterología de México en 2011 (Remes et al., 2018). Desde entonces, ha surgido información relevante a nivel nacional e internacional acerca de la epidemiología, fisiopatología, pruebas diagnósticas, calidad de vida y eficacia de nuevos medicamentos para el manejo del estreñimiento crónico (Remes et al., 2018). Algunos de estos medicamentos han sido recientemente introducidos o estarán disponibles en el futuro en México (García-Zermeño, 2021). Por esta razón, en enero de 2017, la Asociación Mexicana de Gastroenterología convocó a un grupo de expertos para realizar una revisión exhaustiva de los avances en diversos aspectos del estreñimiento crónico, con el propósito de evaluar la calidad de la evidencia y establecer recomendaciones útiles para la comunidad médica (Remes et al., 2018).

Actualmente, en Ecuador no se registran cifras exactas de estreñimiento; sin embargo, en el estudio de (Ugarte & Villalba, 2021), se registró mediante el análisis de historias clínicas

de pacientes del hospital general del norte de Guayaquil IESS Los Ceibos, en el periodo enero 2018 hasta enero 2020, que el 38.95% de los pacientes diabéticos sufrían de estreñimiento crónico.

Se observó una mayor prevalencia en el sexo femenino, representando el 64.91% de los casos, y en pacientes mayores de 50 años con una duración de la diabetes de menos de 5 años (Ugarte & Villalba, 2021).

El síntoma más común fue el esfuerzo al evacuar, presente en el 13.68% de los casos, con una frecuencia de deposiciones leves en el 27.37% de los casos (Ugarte & Villalba, 2021).

La falta de consumo de máchica en el mundo podría deberse a varios factores, siendo uno de los más importantes, la falta de conocimiento generalizado sobre este alimento fuera de las regiones donde se cultiva y consume tradicionalmente (Torres & Alpusig, 2020).

La máchica es nutritiva y saludable, elaborada a partir de la maceración y fermentación de granos de maíz morado o blanco, principalmente en países andinos como Perú y Bolivia (Omar et al., 2018). Entre las posibles razones para la falta de consumo de máchica a nivel global se encuentran las siguientes. (Gutiérrez, 2022)

Desconocimiento: Muchas personas en todo el mundo no están familiarizadas con la máchica y sus beneficios para la salud como sus grandes concentraciones de fibra facilitan el tránsito intestinal, mejoran la asimilación de enzimas y protegen el corazón por su baja cantidad de grasa y su contenido en ácidos grasos, lo que limita su consumo fuera de las regiones donde es tradicional (Torres & Alpusig, 2020).

El escaso consumo de máchica en Latinoamérica podría deberse a varias razones, pero es importante aclarar que "máchica" es un término que puede no ser familiar para todos los habitantes de la región, ya que se refiere a un producto tradicional de algunas zonas andinas, principalmente en países como Ecuador, Perú y Bolivia (Torres & Alpusig, 2020). Muchas personas fuera de las regiones andinas pueden no estar familiarizadas con

la máchica o no saber de su existencia, lo que limita su consumo (Omar et al., 2018). A medida que las sociedades latinoamericanas evolucionan, las preferencias dietéticas pueden cambiar, dando lugar a una disminución en el consumo de alimentos y bebidas tradicionales en favor de opciones más modernas o globalizadas. (Gutiérrez, 2022)

La influencia de la comida rápida y la cultura occidental pueden haber cambiado las preferencias alimenticias de la población, lo que puede afectar la demanda de productos tradicionales como la máchica (Torres & Alpusig, 2020).

La falta de consumo de machica en la población puede ser un problema por varias razones, aunque es importante destacar que la gravedad de este problema puede variar según el contexto y la región (Torres & Alpusig, 2020).

De acuerdo con el Telégrafo (2018), estas son algunas razones por las cuales la ausencia de consumo de máchica podría presentar problemas:

- Valor nutricional: La máchica es una harina integral elaborada a partir de granos secos tostados y molidos. Es una fuente rica en nutrientes, incluyendo fibra dietética, proteínas, vitaminas y minerales. La falta de consumo de alimentos con alto contenido nutricional puede resultar en deficiencias nutricionales en la población (Telégrafo, 2018).
- Salud gastrointestinal: La fibra presente en la máchica puede contribuir a mantener un sistema gastrointestinal saludable y prevenir trastornos como el estreñimiento. La ausencia de fibra en la dieta puede aumentar el riesgo de problemas digestivos.
- Saciedad y control de peso: La fibra y las proteínas de la máchica pueden promover una sensación de saciedad, lo cual puede ser beneficioso para el control del peso y la prevención de la obesidad (Telégrafo, 2018).
- La falta de consumo de máchica puede ser problemática debido a la pérdida de nutrientes esenciales, la deficiencia de fibra en la dieta, los riesgos para la salud

gastrointestinal, así como los desafíos relacionados con el control de peso y la prevención de enfermedades crónicas. Además, puede implicar la pérdida de aspectos culturales y la sostenibilidad alimentaria. Sin embargo, la relevancia de este problema puede variar según la región y la dieta predominante de la población (Telégrafo, 2018).

**13.1. Preguntas de investigación**

1. ¿Cómo se podría potenciar y utilizar la machica para su consumo como un snack saludable, que mezcle productos beneficioso con gran cantidad de nutrientes?
2. ¿Qué componentes funcionales de la machica amaranto, nueces y almendra son beneficiosos para personas con estreñimiento?
3. ¿Como se evaluará la aceptación de máchica fortificada con amaranto, nueces y almendras por el estudiante de nutrición?
4. ¿Cuál es el método utilizado para que el consumidor identifique la información nutricional relevante del producto?

## OBJETIVOS

**Objetivo general:**

Elaborar un snack saludable a través de máchica fortificada con amaranto, nueces y almendras como estrategia nutricional en personas con estreñimiento en el Periodo Septiembre- Diciembre 2023.

**Objetivos específicos:**

1. Determinar la composición bromatológica de la máchica fortificada con amaranto, nueces y almendra.
2. Identificar los componentes funcionales de la máchica, amaranto que son beneficiosos para la salud de la persona mediante una revisión bibliográfica.
3. Evaluar la aceptación del snack a base de máchica fortificada con amaranto, nueces y almendras mediante una encuesta hedónica a treinta estudiantes de la UIDE de la Escuela de Nutriología.
4. Realizar el etiquetado nutricional.

## Hipótesis

***-Pregunta PICO***

¿El snack saludable que contiene machica fortificada con amaranto, nueces y almendras es eficaz para prevenir el estreñimiento o tratarlo en caso de que este presente mediante el aumento de fibra en la dieta?

P (Problema): Estudiantes con problemas de estreñimiento.

I (Intervención): Prevenir el estreñimiento con el snack de machica fortificada con amaranto, nueces y almendras.

C (Comparación): otros snacks saludables que contengan los ingredientes de este producto: machica, amaranto, nueces o almendras.

O (Outcomes): aumentar el consumo de fibra y nutrientes.

## Metodología

**Tipo de investigación**

El presente trabajo de investigación es aplicado experimental en laboratorio, debido a que

se realizará diferentes formulaciones para la obtención del snack saludable a través de máchica fortificada con amaranto, nueces y almendras como estrategia nutricional, se realizará un análisis sensorial para conocer la muestra de mayor aceptación.

**Diseño de la investigación**

En la presente investigación se desarrollará un snack saludable a través de máchica fortificada con amaranto, nueces y almendras como estrategia nutricional que aporte positivamente al organismos de los consumidores para la cual se analizará su características organolépticas (color, olor, textura ), además se estudiarán con la finalidad de verificar el cumplimiento del producto.

**Localización del estudio**

La investigación se llevará a cabo en el laboratorio de Alimentos Funcionales de la Escuela de Nutriología de la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE).

**Marco temporal**

En el periodo de septiembre del 2023 a enero del 2024.

**Marco espacial**

En la Universidad Internacional del Ecuador, Matriz. Av. Simón Bolívar y Jorge Fernández.

**Método de investigación**

El método que se utilizará en el presente trabajo de investigación será inductivo-deductivo.

**Universo y muestra**

El universo para la investigación está conformado por estudiantes de la UIDE, de la carrera de Nutrición y Dietética.

La muestra son las 34 personas encuestadas que forman parte de estudiantes de la Universidad Internacional del Ecuador para determinar el grado de aceptación del producto.

**Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Tabla 6: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

| Técnicas | Instrumentos | Recolección de datos |
|---|---|---|
| **Análisis bromatológico del snack saludable** | Equipo de laboratorio | PH<br>Grados Brix |
| **Análisis microbiológico del snack saludable** | Equipo de laboratorio | Análisis de microorganismos indicadores, deteriorantes y patógenos. |
| **Evaluación sensorial** | Encuesta hedónica de 5 puntos. | Sabor<br>Olor<br>Consistencia<br>Apariencia |

**Elaborado por**: (Astudillo, 2023)

**Elaboración del snack saludable**

***Materia prima***

Machica procedente de agricultores del barrio San Felipe en la provincia de Latacunga (Diario La Hora, 2018).

***Insumos***

- Amaranto (procedente de productores que comercializan en supermercados), se compró en Supermaxi de la corporación La Favorita, empacada y sellada (Supermaxi, 2023).
- Nueces: (procedentes de productores que comercializan en supermercados), se compró en Supermaxi de la corporación La Favorita, como peso bruto, con cáscara (Supermaxi, 2023).
- Almendras: (procedentes de productores que comercializan en supermercados), se compró en Supermaxi de la corporación La Favorita,

como peso bruto, con cáscara (Supermaxi, 2023).

***Equipos***

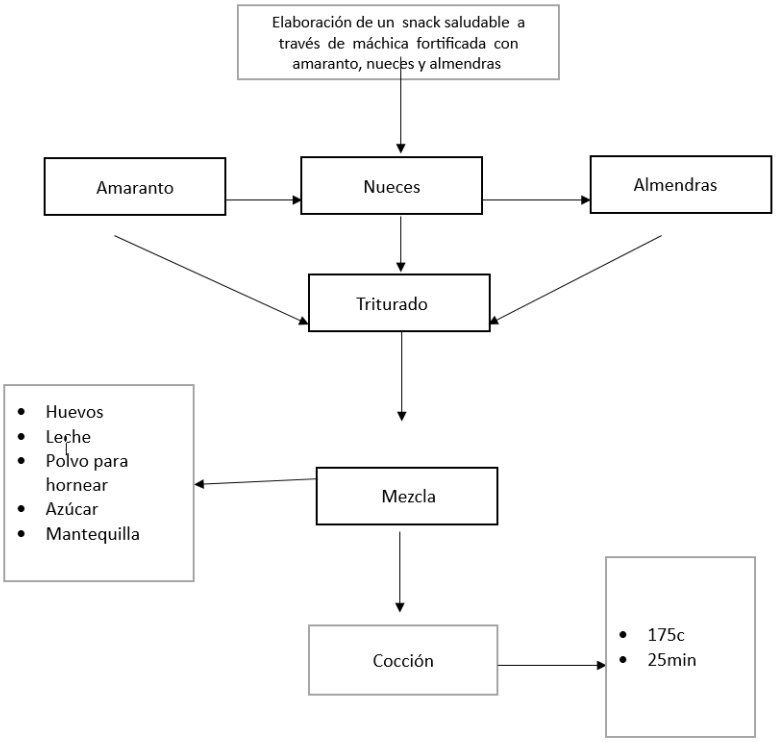
- Balanza analítica (Omar et al., 2018).
- Cocina, marca CAPCIA a gas (Omar et al., 2018).
- Ph- metro (Omar et al., 2018)
- Refractómetro (Omar et al., 2018)
- Microscopio (Omar et al., 2018)

***Materiales***

- Olla de acero inoxidable (Omar et al., 2018)
- Filtros metálicos (Omar et al., 2018)
- Medidores (Omar et al., 2018)
- Envases plásticos de 1000ml (Omar et al., 2018)

**Diagrama de flujo del snack saludable**

Figura 2: Diagrama de flujo de la elaboración del snack saludable.




Elaborado por: (Astudillo, 2023)

**Metodología: Análisis bromatológico y microbiológico.**

***Descripción del proceso del análisis bromatológico***

En primer lugar, se procedió a triturar el producto utilizando un hisopo y luego se extrajo una muestra con una pipeta, la cual se transfirió a un recipiente de vidrio (Jácome, 2022). Posteriormente, se utilizó un medidor de pH y se observó la pantalla de este hasta que apareció un indicador de pH junto con el valor correspondiente del producto (Jácome, 2022).

En segundo lugar, se añadieron 5 ml de agua embotellada a la muestra y se utilizó un refractómetro portátil para determinar el porcentaje de grados Brix del producto (gramos de sacarosa disueltos en un líquido) (Jácome, 2022).

***Descripción del proceso del análisis microbiológico***

Para llevar a cabo este análisis, se agregaron 10 ml de agua destilada a un vaso de precipitados, seguido por la adición de 2 gramos de agar nutriente (Jácome, 2022). Luego, la mezcla se agitó con un agitador y se colocó el vaso de precipitados en una plancha calentadora (Jácome, 2022).

Se procedió a esterilizar una caja de Petri con alcohol con una concentración superior al 70%. Después, se etiquetó la parte inferior de la caja de Petri con el nombre del producto, la fecha y el nombre del autor (Jácome, 2022).

A continuación, la mezcla se vertió en la caja de Petri y se dejó reposar durante varios minutos hasta que se solidificó (Jácome, 2022). Después, se colocó una pequeña muestra del producto utilizando un asa de siembra (Jácome, 2022).

Finalmente, la caja de Petri se cerró y se colocó en una estufa de laboratorio durante 72 horas para permitir el crecimiento del cultivo (Jácome, 2022). Luego, se realizó el análisis colocando una pequeña muestra en el portaobjetos y el cubreobjetos, seguido de la observación bajo el microscopio (Jácome, 2022).

**Metodología: Revisión bibliográfica**

***Criterios de inclusión:***

- Ensayos clínicos, revisiones sistemáticas, ensayos controlados aleatorios y metaanálisis.
- Artículos de los últimos 5 años.
- En idioma español.

- En adultos (18 a 65 años).
- Artículos que contengan información de estreñimiento en relación con machica, amaranto, nuez, almendra.
- Artículos que tengan información sobre los beneficios de la machica, amaranto, nuez, almendra.

***Criterios de exclusión:***

- Ensayos en animales.
- Ensayos en niños.
- Artículos de más de 5 años.
- En otros idiomas aparte del español.
- Artículos que no contengan información de la machica, amaranto, nuez, almendra.

**Estrategia de búsqueda**

**Los términos que se utilizaron en las tres bases de datos (Pubmed, Google scholar y ScienceDirect, ) fueron:**

´Machica OR amaranto OR nuez OR almendra AND estreñimiento AND constipation´.

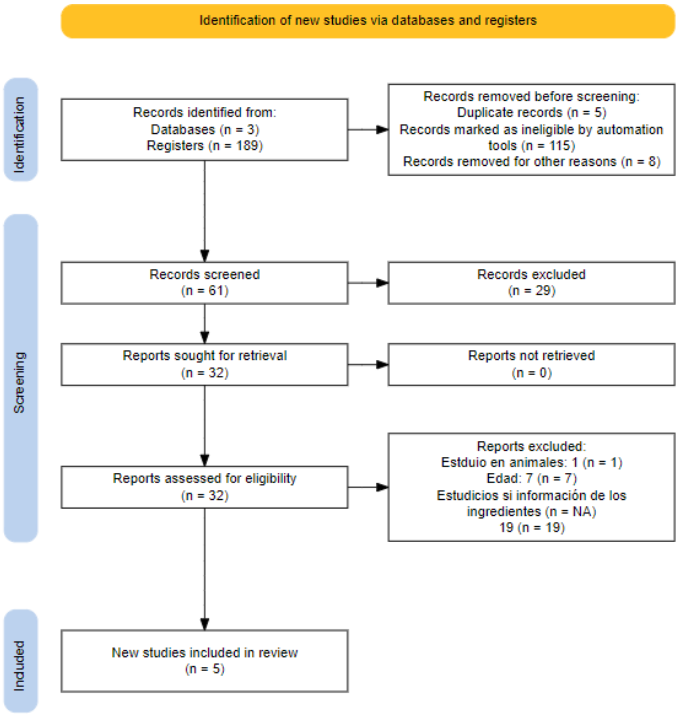
**Selección**

Los estudios de mayor calidad fueron escogidos utilizando el CONSORT statement (Consolidated Standards of Reporting Trials), una guía que consta de 22 puntos (Cuschieri, 2019).

**Herramientas metodológicas**

Se realizó un diagrama PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) (PRISMA, 2023). En este diagrama se registraron los trabajos de investigación encontrados posterior a la revisión sistemática (PRISMA, 2023). Así como se muestra en la Ilustración 2.

Figura 3: Diagrama prisma




Elaborado por: (Astudillo, 2023).

**Metodología: Encuesta hedónica**

***Color, sabor, olor y apariencia***

Estos 4 puntos serán evaluados por medio de un panel sensorial que estará conformado por 34 estudiantes de la UIDE, con la finalidad de conocer la aceptabilidad de las muestras en desarrollo del producto. Para esta evaluación se utilizará una escala hedónica que esta se representa con una puntuación del 1 al 5 donde el numero 1 significa me disgusta mucho y el numero 5 me gusta mucho (Xu et al., 2022).

**Metodología: Elaboración de la etiqueta nutricional**

La etiqueta nutricional se elaboró utilizando la información proporcionada por las tablas de composición de alimentos (Pinzón, 2018).

Se buscó la composición en la *'TABLA DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS DEL ECUADOR'* de la machica, el amaranto, las nueces y las almendras (Herrera et al., 2021). Posteriormente, se determinó el etiquetado del producto mediante la '*Norma INEN 1334-2'* y se clasificó como 'Galletas', dando una cantidad de referencia de 30 gramos (g) para la porción (INEN, 2017).

**Elaboración del semáforo nutricional**

Se llevó a cabo la creación del semáforo nutricional, determinando las cantidades basadas en una porción de 100 g (Pinzón, 2018). El semáforo de alimentos se elaboró utilizando la información de la etiqueta nutricional, en concordancia con el "REGLAMENTO SANITARIO DE ETIQUETADO DE ALIMENTOS PROCESADOS PARA EL CONSUMO HUMANO" (Omar et al., 2018)

# Resultados

**Resultados: Elaboración del producto**

Se determino al producto con el nombre de: Fibranchi.

El resultado del snack saludable es que es una opción que muchos apreciaron debido a su sabor, olor, color y textura. Se destaca por su capacidad para proporcionar una mezcla equilibrada de nutrientes esenciales que promueven el bienestar general, Además, algunas personas argumentaron que después de consumir el snack se sentían satisfechos.

**Análisis Bromatológico**

Tabla 7: Porcentaje de azúcar-grados brix-cantidad de sacarosa y pH

| Elementos utilizados para determinar las características **fisicoquímicas** de la machica fortificada | Valores obtenidos |
|---|---|
| Indicador de pH(pH/metro) | 7- neutro |
| Escala Brix(refractómetro) | 5% (O BR o %P) |

Elaborado por: (Astudillo, 2023)

**Análisis microbiológico**

Tabla 8: Análisis microbiológico de la machica fortificada con amaranto, nueces y almendras.

| Tiempo real | Valores obtenidos |
|---|---|
| 0 DIAS | 5x10 UFC |
| 5 DIAS | 1,4x10 UFC |
| 10 DIAS | 2x10 UFC |

Elaborado por: (Astudillo, 2023)

Obtuvimos los siguientes resultados que las UFC (Unidades formadoras de colonias) son inferiores a los 100 UFC, se encontraron psicrófilos facultativos con una Temperatura óptima de 37°C, con este resultado es importante mencionar es que es un alimento óptimo para el consumo humano ya que se encuentra 0 coliformes y 0 Escherichia coli utilizando el Agar nutriente MacCokey, se aplicaron los HACCP (Sistema de Análisis de Peligros y puntos críticos del control) (Barrera et al., 2021).

Según el análisis microbiológico y el resultado del recuento de placa que se presenta en la tabla 4 no se encontraron microorganismos patógenos por lo que se determinó una vida útil del producto de 40 días (Barrera et al., 2021).

Tabla 9: Análisis microbiológico de la machica fortificada con amaranto, nueces y almendras.

| Parámetros | Método | Tiempo real 0 días | Tiempo real 10 días | Tiempo real 15 días |
|---|---|---|---|---|
| Coliformes totales | Recuento de placa | 0 días <10 | 10 días <10 | 15 días <15 |
| Hongos | Recuento de placa | 0 días <10 | 10 días <10 | 15 días <10 |
| Levaduras BB - DR (UFC/M) | Recuento de placa | 0 días <10 | 10 días <10 | 15 días <10 |

Elaborado por: (Astudillo, 2023)

**Resultados: Revisión bibliográfica**

Tabla 10: Selección de artículos de la revisión bibliográfica.

| Hombre | Mujer | Total | Rango de edad | Sujetos de estudio | Intervención | Dosis | Resultados |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 15 | 23 | 20-30 años | Adultos japoneses jóvenes sanos | Harina de cebada refinada, harina de trigo refinado | -Pan de harina de cebada refinada<br>-Pan 82.5% de harina de trigo refinada y un 17.5% de harina de cebada refinada. | La concentración de glucosa en sangre 30 minutos después de la primera comida fue significativamente menor ($P < 0,05$) si se consumía pan de harina de cebada refinada en lugar de pan de harina de trigo refinado (Matsuoka et al., 2020a). |
| - | - | 20 | ≥18 años | Adultos con diabetes tipo 2 | 1.Pan 100% harina de trigo.<br>2.Pan mezclado con harina de trigo y harina de cebada sin cáscara<br>3. Pan cebada sin cáscara | 114g 114 g (100 % trigo), 119 g (50 % cebada sin cáscara), 122 g (75 % cebada sin cáscara). | Insulina posprandial (iAUC) se redujeron para el 50 % de AmOn en comparación con el 100 % de trigo y el 50 % de cebada sin cáscara y para el 75 % de pan de cebada sin cáscara en comparación con el 50 % ($P <0,05$)(Bohl et al., 2023). |
| 13 | 6 | 19 | 30-65 años | Obesos (IMC) = 41,1 ± 7,8 kg/m 2 | 2 etapas: una fase de preinclusión de 2 sem y una etapa experimental: suplementación con aceite | Suplementación con aceite de canola (20 ml/día) o aceite de amaranto (20 ml/día). | Los niveles de IF fueron significativamente mayores en los neutrófilos de los pacientes que recibieron aceite de canola (41,05 ± 25,3) en |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | de canola o amaranto con dieta de restricción calórica durante 3 sem. | | comparación con los que recibieron aceite de amaranto (Kanikowska et al., 2019). |
| 16 | 7 | 23 | 18-40 años | Sanos | Se midieron los niveles de NO3 y NO2 en plasma y saliva hasta 24 h. | Extracto de amaranto (2 g como dosis única) | El nivel de NO2 en plasma fue ligeramente mayor ($P < 0,05$) en el grupo de amaranto (Subramanian & Gupta, 2016). |
| 36 | 48 | 84 | 22-36 años | Sobrepeso y obesidad IMC de 24,5 a 34,9 kg/m 2 | Intervención dietética prospectivo, aleatorizado, de 16 semanas de duración | 33,5 g de anacardos, pistachos, avellanas, nueces de macadamia, nueces pecanas y almendras crudas sin sal. | Disminuyó los niveles de insulina en sangre en los hombres (-1,14 ± 1,41 mUI/L, $p = 0,05$)(Sumislawski et al., 2023). |

Elaborado por: (Astudillo, 2023)

**Descripción de la revisión bibliográfica**

El estudio de revisión bibliográfica realizado por Matsuoka y colegas en 2020 examinó los efectos de dos tipos de pan en adultos japoneses jóvenes sanos. Este estudio fue un ensayo cruzado, aleatorizado, doble ciego y controlado con placebo, en el cual participaron 23 individuos. Los participantes consumieron dos variedades de pan: uno elaborado con harina de cebada refinada, que contenía 2,5 g de β-glucano, y otro elaborado con harina de trigo refinada. Posteriormente, ingirieron tres bolas de arroz como segunda comida. Se realizaron mediciones de las concentraciones de glucosa en sangre posprandial en distintos momentos después de cada comida. Los resultados de este estudio indicaron que, 30 minutos después de la primera comida, los participantes que consumieron el pan de harina de cebada refinada mostraron concentraciones de glucosa en sangre significativamente más bajas en comparación con los que ingirieron el pan de harina de trigo refinada. Además, después de la segunda comida, las concentraciones de glucosa en sangre a los 60 y 90 minutos también fueron significativamente menores en el grupo que consumió el pan de harina de cebada refinada (Matsuoka et al., 2020b).

(Bohl et al., 2023) El estudio investigó cómo diferentes tipos de pan afectan las respuestas de glucosa después de comer en personas con diabetes tipo 2. Se compararon cuatro tipos de pan, cada uno con diferentes proporciones de harina de cebada y harina de trigo. Participaron veinte adultos con diabetes tipo 2, quienes consumieron cada tipo de pan en visitas separadas. Se evaluaron las respuestas de glucosa en ayunas y después de comer, junto con otros marcadores metabólicos (Bohl et al., 2023). Los análisis estadísticos se utilizaron para comparar los efectos de los diferentes tipos de pan en las respuestas metabólicas. Los resultados mostraron que el pan elaborado con 50% de AmOn redujo la respuesta de glucosa posprandial en un 34%, 27% y 23% en comparación con el pan de control de 100% de trigo, el pan con 50% de cebada sin cáscara y el pan con 75% de

cebada sin cáscara, respectivamente (P <0,05). Además, el pan elaborado con 75% de cebada sin cáscara redujo la respuesta de glucosa posprandial en un 11% en comparación con el pan de control de 100% de trigo (P <0,05). Se observaron reducciones en la respuesta de insulina posprandial para el pan con 50% de AmOn y el pan con 75% de cebada sin cáscara en comparación con los otros tipos de pan (P <0,05). No se encontraron diferencias significativas en el glucagón posprandial entre los grupos (P > 0,05) (Bohl et al., 2023). Sin embargo, se observó una disminución en el GIP posprandial después de todos los panes de cebada en comparación con el pan de control de trigo (P <0,05), mientras que no hubo diferencias en el GLP-1 posprandial. Los TG y los AGL posprandiales fueron difíciles de evaluar debido a las diferencias en los valores en ayunas (Bohl et al., 2023). En conclusión, el estudio sugiere que el consumo de pan elaborado con harina de cebada puede tener beneficios en la regulación de la glucosa posprandial en personas con diabetes tipo 2, especialmente cuando se sustituye parte de la harina de trigo por harina de cebada con alto contenido de amilosa o harina de cebada sin cáscara (Bohl et al., 2023).

En base al estudio de (Kanikowska et al., 2019) Se llevó a cabo un estudio con 19 pacientes obesos, con un índice de masa corporal (IMC) de 41.1 ± 7.8 kg/m2. El estudio constó de dos fases: una fase de pretratamiento de 2 semanas y una fase experimental en la que los participantes recibieron suplementos de aceite de canola o aceite de amaranto (20 mL/día) junto con una dieta de restricción calórica durante 3 semanas (Kanikowska et al., 2019). La actividad de la explosión oxidativa de los neutrófilos se midió mediante la intensidad de fluorescencia (IF). Los resultados mostraron un aumento significativo en la explosión oxidativa al final del tratamiento en ambos grupos, con una IF de (21.4 ± 11.15 vs. 35.9 ± 20.3; media ± SD), con un valor de $p < 0.05$ (Kanikowska et al., 2019). Además, se observaron niveles significativamente más altos de IF en los neutrófilos de

los pacientes que recibieron aceite de canola (41.05 ± 25.3) en comparación con aquellos que recibieron aceite de amaranto (28.4 ± 11.8), con un valor de $p < 0.05$ (Kanikowska et al., 2019).

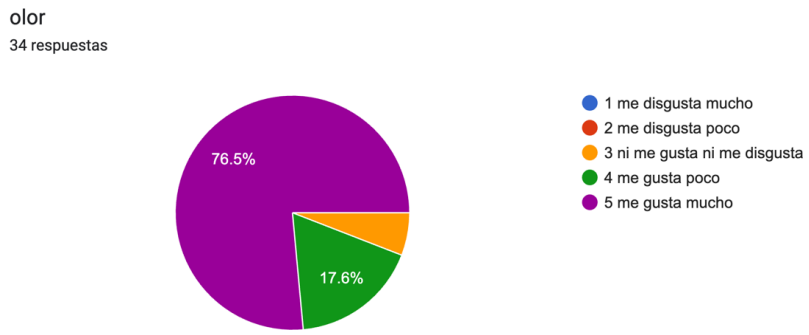
En el estudio de (Subramanian & Gupta, 2016), después de la administración de extracto de amaranto, se observó un aumento significativo en los niveles de NO3- en plasma y saliva en comparación con el grupo de placebo (P <0,001). Además, el nivel de NO2 en plasma fue ligeramente superior en el grupo tratado con extracto de amaranto en comparación con el grupo placebo (P <0,05), mientras que en saliva, el nivel de NO2 fue significativamente mayor en el grupo que recibió el extracto de amaranto (P <0,001). Estos resultados sugieren que una dosis oral única de extracto de amaranto puede aumentar los niveles de NO3 y NO2 en el cuerpo durante al menos 8 horas, lo cual podría tener implicaciones beneficiosas para mejorar el rendimiento físico en individuos que participan en actividades deportivas intensas (Subramanian & Gupta, 2016).

En un estudio de (Sumislawski et al., 2023) de intervención dietética prospectivo y aleatorizado de 16 semanas, se evaluó el efecto de los refrigerios de nueces (TNsnack) combinados con refrigerios con carbohidratos (CHOsnack) en adultos de 22 a 36 años con un índice de masa corporal (IMC) entre 24,5 y 34,9 kg/m2 y al menos un factor de riesgo clínico del síndrome metabólico (MetSx). Los resultados mostraron que los refrigerios de TNsnack tuvieron un efecto significativo en la reducción de la circunferencia de la cintura en las mujeres (diferencia de medias: −2,20 ± 0,73 cm, p = 0,004) y una tendencia a reducir la grasa visceral (−5,27 ± 13,05 cm2, p = 0,06). En los hombres, los refrigerios de nueces redujeron los niveles de insulina en sangre (−1,14 ± 1,41 mUI/L, p = 0,05) (Sumislawski et al., 2023). En el análisis multivariable, se encontró un efecto principal de los refrigerios de nueces en la reducción de los niveles de insulina. Además, se observaron efectos significativos de estos refrigerios en la disminución de los

triglicéridos y la relación triglicéridos/HDL, con una reducción del 11 % en la relación triglicéridos/HDL (Sumislawski et al., 2023). También se identificó un efecto principal de los refrigerios de nueces y una interacción significativa entre estos refrigerios y el sexo en la puntuación total del síndrome metabólico (MetSx). Esto resultó en una reducción del 67 % en la puntuación MetSx en las mujeres que consumieron los refrigerios de nueces y una reducción del 42 % en los hombres que consumieron los mismos refrigerios (Sumislawski et al., 2023).

**Encuesta Hedónica**

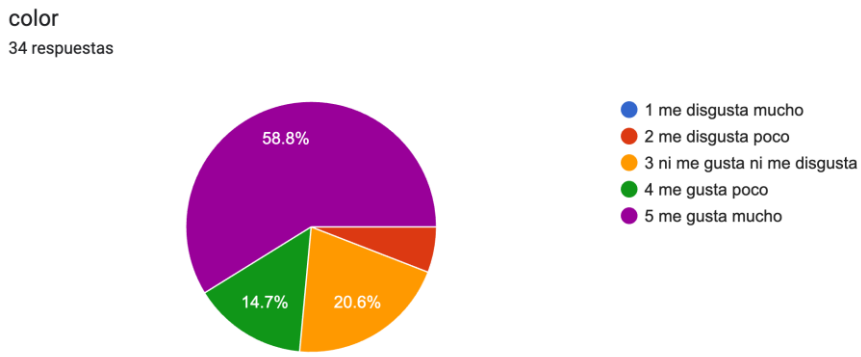
Ilustración 1: Resultados de olor de la encuesta realizada




Fuente y elaborado por: (Astudillo, 2023)

**Interpretación:** A la mayoría de los encuestados les agrada considerablemente el aroma del producto, con un 76.5%, seguido por aquellos que lo encuentran menos atractivo, representando un 17.6%. En contraste, un 4.89% manifiesta una neutralidad hacia el olor, sin inclinarse ni les gusta ni les disgusta.

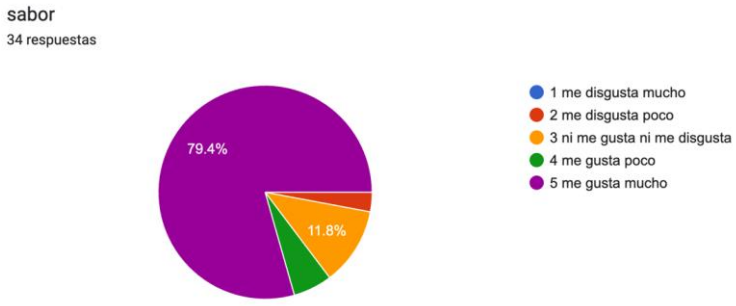
Ilustración 2: Resultados de color de la encuesta realizada




Fuente y elaborado por: (Astudillo, 2023)

**Interpretación:** En la mayoría de los encuestados, respondieron que les gusta mucho el producto, con referencia al color, en un 58.8%, seguido de que no les gusta ni les disgusta el color en un 20.6%, después el 14.7% les gustó poco y un 5.9%les disgustó poco.

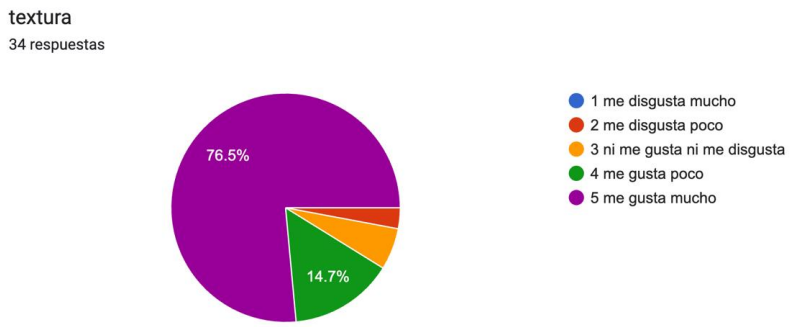
Ilustración 3: Resultados del sabor de la encuesta realizada




Fuente y elaborado por: (Astudillo, 2023)

**Interpretación:** Los encuestados respondieron que les gusta mucho el producto, en cuanto a sabor, en un 79.4%, seguido de que no les gusta ni les disgusta el sabor en un 11.8%, a un 5.88% les gustó poco y finalmente, a un 2.92% les disgusta poco.

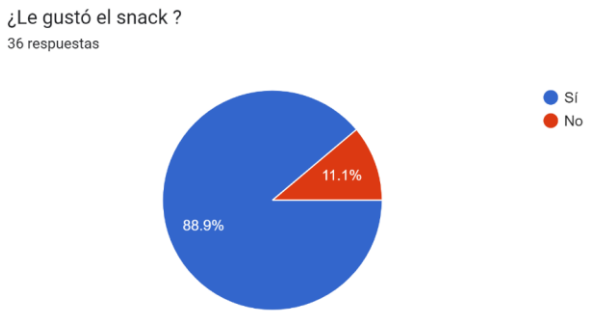
Ilustración 4: Resultados de la textura de la encuesta realizada




Fuente y elaborado por: (Astudillo, 2023)

**Interpretación:** Entre los 34 encuestados, les gusta mucho el producto, en cuanto a textura, en un 76.5%, seguido de que les gustó poco la textura en un 14.7%; asimismo, el 5.88% no les gusta ni les disgusta y también el 2.92% les disgusta poco.

Ilustración 5: Resultados de la textura de la encuesta realizada




Fuente y elaborado por: (Astudillo, 2023)

**Interpretación:** Entre los 34 encuestados, les gusta mucho el producto con un 88.9% y con una respuesta negativa de 11.1%.

**Etiqueta nutricional**

Se determinaron las calorías del producto mediante el análisis de la etiqueta nutricional (Pinzón, 2018). Una porción de 30 g del producto contenía un total de 87 kilocalorías (kcal). Esta porción tenía 4 g de grasa en total, lo que representa el 7 % del Valor Diario Recomendado (%VDR). La composición de grasas incluyó 2 g de grasa saturada, 1 g de grasa monoinsaturada y 1 g de grasa poliinsaturada, con ninguna grasa trans presente. Además, el contenido de colesterol fue de 3 miligramos (mg).

En cuanto a los carbohidratos, la porción aportó 10 g en total, equivalente al 3 % del VDR. La fibra dietética contenida fue de 1 g, representando el 4 % del VDR, mientras que los azúcares totales sumaron 4 g. La cantidad de proteína fue de 2 g o 4 % del VDR. El contenido de sodio en la porción fue de 7 mg, lo que equivale al 0 % del VDR, indicando un bajo contenido de sodio. Es importante mencionar que los porcentajes del VDR se calcularon en base a una dieta de 2000 kcal (8300 KJ).

Ilustración 6: Etiqueta nutricional

| **Información nutricional** | | |
|---|---|---|
| Tamaño por porción | | 30 g |
| Porciones por envase | | 1 |
| **Cantidad por porción** | | |
| Energía (Calorías) | 87 Kcal | 362 KJ |
| Energía de grasas | 39 Kcal | 163 KJ |
| | | %VDR* |
| **Grasa total** | 4 g | 7 % |
| Grasa saturada | 2 g | 8 % |
| Grasa monoinsaturada | 1 g | 0 % |
| Grasa polinsaturada | 1 g | 0 % |
| Grasa trans | 0 g | 0 % |
| **Colesterol** | 3 mg | 1 % |
| **Carbohidratos totales** | 10 g | 3 % |
| Fibra dietética | 1 g | 4 % |
| Azúcares totales | 4 g | |
| **Proteína** | 2 g | 4 % |
| **Sodio** | 7 mg | 0 % |
| Los porcentajes de Valor Diario Recomendado (%VDR) están basados en una dieta de 8380 kJ (2000 Calorías). | | |

Fuente: Excel. Elaborado por: (Astudillo, 2023)

***Semáforo nutricional***

Se realizó el análisis del semáforo nutricional, examinando las cantidades por porción de 100 g, por lo que los resultados fueron que la grasa total fue de 11g, lo que significa que el nivel de grasa que contiene el producto es Medio. La azúcar dio 9g en 100g del producto, que también se encuentra en nivel Medio. Posteriormente, la sal se encuentra en 18mg en 100g de Fibranchi, que es nivel Bajo.

Ilustración 7: Semáforo nutricional de Fibranchi

Fuente: Excel. Elaborado por: (Astudillo, 2023).

## Discusión

El resultado del snack saludable es que se destaca por su capacidad para proporcionar una mezcla equilibrada de nutrientes esenciales que promueven el bienestar general. Además, algunas personas argumentaron que después de consumir el snack se sentían satisfechos. Esto en comparación con (Loma, 2014), donde se elaboró un helado cremoso de guayaba fortificado con machica y soya donde se observó que un mayor contenido de machica en el helado produce cambios en sus características, como un color más oscuro, una textura áspera y un sabor desagradable (Loma, 2014).

El snack elaborado con machica fortificada con amaranto, nueces y almendras obtuvieron un nivel de pH de 6.90-7.00. nos reportan la viabilidad del producto para el consumo del ser humano ya que nos reportó la vida útil del alimento es de 40 días.

En el estudio de (Jácome, 2022), e obtuvo un pH de 6, donde describe que sus requisitos eran entre 3.5 a 9.5 de acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 2085:2005).

El Frianchi es un alimento óptimo para el consumo humano ya que se encuentra 0 coliformes y 0 Escherichia coli, no contiene salmonella. Esto, en comparación con (Loma, 2014), los resultados de los análisis microbiológicos de los 6 tratamientos dan a conocer que no hay presencia de salmonella en ninguna formulación. Por lo que son productos libres de microorganismos patógenos (Loma, 2014).

El producto de (Jácome, 2022) dio como resultados que se cumplieron todos los estándares microbiológicos establecidos, con una presencia significativamente baja de mesófilos aeróbicos, mohos y Escherichia coli, que se mantuvo por debajo de los límites máximos permitidos. Esto confirma la efectividad del control aplicado sobre las materias primas y los procedimientos de elaboración, los cuales se fundamentaron en un enfoque centrado en la calidad, la seguridad y la inocuidad (Jácome, 2022).

En base a (Pumisacho, 2021), el análisis microbiológico reveló que el producto contiene 40 UFC/g de mesófilos totales, menos de 10 UFC/g de mohos, menos de 10 UFC/g de levaduras y menos de 10 UFC/g de E. coli. Esto indica que cumple con los requisitos estipulados en la norma NTE INEN 2570:2011, asegurando su calidad y su idoneidad para el consumo humano.

El estudio de la revisión bibliográfica de (Matsuoka et al., 2020a) donde participaron 23 adultos japoneses jóvenes sanos; se dio dos tipos de pan: uno elaborado con harina de cebada refinada que contenía 2,5 g de β-glucano, y otro elaborado con harina de trigo refinada. Posteriormente, consumieron tres bolas de arroz como segunda comida. Los resultados del estudio mostraron que, 30 minutos después de la primera comida, los participantes que consumieron pan elaborado con harina de cebada refinada presentaron concentraciones de glucosa en sangre significativamente menores en comparación con aquellos que consumieron pan de harina de trigo refinada. Además, después de la segunda comida, las concentraciones de glucosa en sangre a los 60 y 90 minutos también fueron significativamente más bajas en el grupo que consumió pan de harina de cebada refinada (Matsuoka et al., 2020a). Esto en comparación con un estudio de (Ames et al., 2015), donde doce adultos sanos para evaluar el efecto de diferentes tipos de tortillas de cebada en la respuesta glucémica e insulínica; se utilizaron cinco tipos de tortillas elaboradas con distintas mezclas de harina de cebada. Los resultados mostraron que las tortillas con alto contenido de β-glucano redujeron la respuesta de glucosa e insulina en comparación con las de bajo contenido de β-glucano; además, las tortillas con alto contenido de fibra insoluble aumentaron la secreción de GLP-1 en comparación con las de bajo contenido de fibra insoluble (Ames et al., 2015). El contenido de amilosa y β-glucano no afectó significativamente estos resultados (Ames et al., 2015).

El estudio de (Bohl et al., 2023) investigó cómo diferentes tipos de pan afectan las respuestas de glucosa después de comer en personas con diabetes tipo 2. Se compararon cuatro tipos de pan: uno con harina de cebada con alto contenido de amilosa, otro con harina de cebada sin cáscara, uno con mayor contenido de cebada, y uno de control con harina de trigo al 100%. Participaron 20 adultos con diabetes tipo 2. Los resultados mostraron que el pan con 50% de AmOn redujo significativamente la glucosa después de comer en comparación con los otros panes. Además, el pan con 75% de harina de cebada sin cáscara también mostró una reducción en la glucosa posprandial. Se observaron disminuciones en la respuesta de insulina para el pan con 50% de AmOn y el pan con 75% de cebada sin cáscara. No hubo diferencias significativas en el glucagón después de comer entre los grupos. Sin embargo, se registró una disminución en el polipéptido inhibidor gástrico (GIP) después de comer pan de cebada en comparación con el pan de trigo (Bohl et al., 2023). Esto se comparó con (Boers et al., 2017), donde se realizó un estudio con doce hombres sanos para investigar el impacto de la goma guar (GG) y la harina de garbanzo (CPF) agregadas a la harina de trigo en la reducción de la glucosa en sangre después de comer. Se probaron tres tipos de comidas: panes planos de control, panes con un 15 % de CPF y un 2 % o 4 % de GG (GG2 y GG4, respectivamente) (Boers et al., 2017). Los resultados mostraron que en comparación con el pan de control (C), el GG4 redujo significativamente los valores de absorción de glucosa (RaE), la tasa de aparición de glucosa total (RaT), la tasa de desaparición de glucosa total (RdT) y la producción endógena de glucosa (EGP) durante un período de 4 horas, con reducciones del 11 %, 14 %, 14 % y 64 % respectivamente (Boers et al., 2017). Los efectos de GG2 fueron menos pronunciados. Hubo una reducción significativa en la EGP para GG4 incluso a las 2 horas después de la comida (Boers et al., 2017).

La investigación de (Kanikowska et al., 2019) donde se llevó a cabo un estudio con 19 pacientes obesos, con un índice de masa corporal (IMC) de 41.1 ± 7.8 kg/m2. El estudio constó de dos fases: una fase de pretratamiento de 2 semanas y una fase experimental en la que los participantes recibieron suplementos de aceite de canola o aceite de amaranto (20 mL/día) junto con una dieta de restricción calórica durante 3 semanas. La actividad de la explosión oxidativa de los neutrófilos se midió mediante la intensidad de fluorescencia (IF). Los resultados mostraron un aumento significativo en la explosión oxidativa al final del tratamiento en ambos grupos, con una IF de (21.4 ± 11.15 vs. 35.9 ± 20.3; media ± SD), con un valor de $p < 0.05$. Además, se observaron niveles significativamente más altos de IF en los neutrófilos de los pacientes que recibieron aceite de canola (41.05 ± 25.3) en comparación con aquellos que recibieron aceite de amaranto (28.4 ± 11.8), con un valor de $p < 0.05$ (Kanikowska et al., 2019).

Así se puede comparar con el estudio de (Jamka et al., 2021), en este ensayo aleatorio cruzado, se asignó a 44 participantes para que consumieran 20ml de aceite de amaranto y aceite de canola durante dos periodos de tratamiento consecutivos de tres semanas cada uno, separados por un período de lavado de la misma duración que el tratamiento. Se evaluaron varios resultados, incluyendo cambios en el factor de necrosis tumoral alfa, adiponectina, lipoproteínas de baja densidad oxidadas, apolipoproteínas (Apo) A1, B y E, así como marcadores de homeostasis de glucosa e insulina (Jamka et al., 2021). En comparación con el aceite de canola, el aceite de amaranto mostró un efecto leve pero positivo en los niveles de adiponectina (media (intervalo de confianza del 95%): 0,55 (0,22-0,89) vs. -0,29 (-0,75-0,16), p = 0,0002), aunque afectó negativamente las concentraciones de ApoB (0,05 (-0,01-0,11) vs. 0,03 (-0,07-0,00), p = 0,0004) y la relación ApoB/A1 (0,01 (-0,03-0,05) vs. -0,02 (-0,04-0,00), p = 0,0113). No se

encontraron diferencias significativas en los demás parámetros analizados (Jamka et al., 2021).

En el estudio realizado por Subramanian y Gupta (2016), se encontró que la administración de extracto de amaranto provocó un incremento significativo en los niveles de NO3- tanto en plasma como en saliva en comparación con el grupo de placebo ($P < 0,001$). Además, se observó que los niveles de NO2 en plasma fueron ligeramente superiores en el grupo tratado con extracto de amaranto en comparación con el grupo placebo ($P < 0,05$), mientras que, en saliva, los niveles de NO2 fueron significativamente más altos en el grupo que recibió el extracto de amaranto ($P < 0,001$).

Estos hallazgos sugieren que una única dosis oral de extracto de amaranto puede aumentar los niveles de NO3 y NO2 en el cuerpo durante al menos 8 horas, lo cual podría tener implicaciones positivas para mejorar el rendimiento físico en individuos que participan en actividades deportivas intensas (Subramanian & Gupta, 2016). En cambio, en el estudio de (Liubertas et al., 2020), donde se llevó a cabo un estudio aleatorizado, doble ciego y controlado con placebo en trece hombres jóvenes sanos y activos físicamente. Se evaluó la capacidad aeróbica mediante ejercicio de ciclismo creciente (ICE) con análisis del intercambio de gases pulmonares . Después de consumir amaranto en la dieta durante un período prolongado, se observó un aumento significativo en la potencia máxima durante el ICE (de 4,44 ± 0,50 a 4,55 ± 0,43 W/kg), en el consumo máximo de oxígeno (de 37,7 ± 2,7 a 41,2 ± 5,4 mL/kg/min) y en el primer umbral ventilatorio (de 178,6 ± 30,3 a 188,6 ± 35,2 W) en el grupo experimental ($p < 0,05$) (Liubertas et al., 2020).

En el estudio de (Sumislawski et al., 2023) de intervención dietética prospectivo y aleatorizado de 16 semanas, se evaluó el impacto de los refrigerios de nueces combinados con refrigerios con carbohidratos en adultos jóvenes con riesgos de síndrome metabólico (Sumislawski et al., 2023). Los participantes que recibieron refrigerios de nueces

mostraron una reducción significativa en la circunferencia de la cintura en las mujeres y una tendencia a reducir la grasa visceral. Además, se observaron beneficios en la reducción de los niveles de insulina en los hombres y mejoras en los triglicéridos y la relación triglicéridos/HDL en ambos sexos (Sumislawski et al., 2023). La puntuación del síndrome metabólico también mostró una notable reducción en las mujeres que consumieron los refrigerios de nueces. Estos hallazgos sugieren un efecto beneficioso de los refrigerios de nueces en la salud metabólica, especialmente en mujeres con riesgos de síndrome metabólico (Sumislawski et al., 2023).

En base a (Mayneris-Perxachs et al., 2014) en el que se seleccionó aleatoriamente un total de 424 sujetos del ensayo dietético aleatorio PREDIMED después de completar un programa de intervención de 1 año. Los participantes de entre 55 y 80 años y con alto riesgo de enfermedad cardiovascular fueron asignados aleatoriamente a tres intervenciones dietéticas: una dieta mediterránea suplementada con aceite de oliva virgen o frutos secos, o una dieta baja en grasas (Mayneris-Perxachs et al., 2014). Después de 1 año de intervención, los participantes en el grupo de aceite de oliva virgen mostraron concentraciones plasmáticas significativamente mayores de ácidos palmítico y oleico, pero proporciones reducidas de ácidos margárico, esteárico y linoleico (Mayneris-Perxachs et al., 2014). A su vez, los sujetos del grupo de nueces mostraron niveles significativamente mayores de ácidos palmítico, linoleico y α-linolénico, pero proporciones reducidas de ácidos mirístico, margárico, palmitoleico y dihomo-γ-linoleico. Los aumentos en los biomarcadores de los alimentos suministrados a los grupos de dieta mediterránea, es decir, los ácidos oleico y α-linolénico, se asociaron beneficiosamente con la incidencia, reversión y prevalencia del SMet. No se observaron cambios de peso entre los participantes (Mayneris-Perxachs et al., 2014).

De acuerdo con la encuesta hedónica realizada a la mayoría de los encuestados les gustó el producto Fibranchi, tanto en olor, color, sabor y textura.

En contrate con Loma (2014) de las 6 formulaciones establecidas exhiben variaciones en las cantidades de ingredientes, evidenciando que ninguna de ellas comparte similitudes. Estas formulaciones fueron elegidas debido a su atractivo color, textura y sabor (Loma, 2014).

Asimismo, el trabajo de investigación de (Pumisacho, 2021), donde se elaboró una barra alimenticia elaborada a base de quinua tostada, amaranto pop y mashua en polvo, donde los atributos sensoriales evaluados fueron: olor, color, textura, sabor y aceptabilidad general. Se empleó un panel de posibles consumidores formado por 50 hombres y mujeres en edades entre 20-50 años de la parroquia de Zámbiza, escogidos al azar. Se entregó a todos los panelistas tres muestras debidamente codificadas de 20 g cada una correspondientes a los tratamientos de estudio, junto con la encuesta (Jácome, 2022).

Mediante los resultados obtenidos se evidencia que la machica fortificada con amaranto, nueces y almendras Fibranchi dio positivamente en las características sensoriales, ya que la adición de chocolate a la machica disminuyó las propiedades organolépticas, es decir, la mayor adición de chocolate aumentó la aceptabilidad del producto.

Con respecto al olor, el 76.5% escogió esta opción que les gusto mucho, seguido por aquellos que lo encuentran menos atractivo, representando un 17.6%. En contraste, un 4.89% manifiesta una neutralidad hacia el olor, sin inclinarse ni les gusta ni les disgusta. El tratamiento 4 de (Loma, 2014), fue el que menos les agradó, en cuanto al olor, entre los seis tratamientos.

En base a (Jácome, 2022), donde se elaboró una a partir de amaranto, mortiño y espirulina, y se obtuvo resultados sobre el olor de la barra nutricional, los participantes indicaron que la barra presenta un olor agradable en un 63,2%, por detrás “Neutro” con 17,9% y “Muy

Agradable" con 16,8%; es decir que los encuestados consideran en su mayoría que tiene un olor agradable, comentando que olor es dulce frutal.

De acuerdo con (Pumisacho, 2021), los encuestados percibieron que el atributo olor fue significativamente diferente entre el tratamiento T 208 recibió una calificación de 4,34 (me gusta ligeramente), mientras que el T 348 obtuvo una calificación de 3,78 (ni me gusta ni me disgusta). Por otro lado, no se observó una diferencia clara entre los tratamientos T 208 y T 167 cuando se agruparon en el rango A, y de manera similar, los tratamientos T 167 y T 348 se agruparon en el rango B debido a su similitud estadística. Sin embargo, se determinó que el tratamiento mejor valorado en cuanto al parámetro de olor es el T 208, ya que registró la media más alta (4,34) (Pumisacho, 2021).

En el producto de la presente investigación lo estudiantes respondieron que les gusta mucho el producto, con referencia al color, en un 58.8%, seguido de que no les gusta ni les disgusta el color en un 20.6%, después el 14.7% les gustó poco y un 5.9% les disgustó poco. En el T3, de helado con 20% de machica, no les gustó para nada el color (Loma, 2014).

En base a (Jácome, 2022), los resultados sobre el color de la barra nutricional con amaranto, mortiño y espirulina indicaron un 75,8% para un color agradable; es decir que los encuestados consideran en su mayoría que el producto tiene un color agradable, comentando que es un color llamativo, atractivo y diferente.

En el estudio de (Pumisacho, 2021), los participantes notaron una diferencia significativa en el atributo de color entre el tratamiento T 208, evaluado con 4,30 (me gusta ligeramente), y el T 348, evaluado con 3,64 (ni me gusta ni me disgusta). Por otro lado, no se encontró una diferencia significativa entre los tratamientos T 208 y T 167 cuando se agruparon en el rango A, calificados como me gusta ligeramente. No obstante, se

concluyó que el tratamiento mejor aceptado en términos de color es el T 208, dado que presentó la calificación promedio más alta (4,30) (Pumisacho, 2021).

En sabor, les gusta mucho el producto en un 79.4%, seguido de que no les gusta ni les disgusta el sabor en un 11.8%, a un 5.88% les gustó poco y finalmente, a un 2.92% les disgusta poco. En cambio, el T2 es el que más les gustó en el estudio de (Loma, 2014).

En el estudio de (Jácome, 2022), se obtuvo los resultados sobre el sabor de la barra nutricional mostraron que el 63,2% la consideraron agradable, superior a otras opciones como "Ni agradable, ni desagradable" con 17,9% y "Muy Agradable" con 16,8%; es decir que los encuestados consideran en su mayoría que el producto tiene un buen sabor.

Conforme a (Pumisacho, 2021) los participantes observaron una diferencia significativa en el atributo del sabor entre el tratamiento T 208, con una calificación de 4.40 (me gusta ligeramente), y el T 348, con una calificación de 3.14 (ni me gusta ni me disgusta). Por otro lado, no se encontró una diferencia clara entre los tratamientos T 208 y T 167 cuando se agruparon en el rango A, evaluados como me gusta ligeramente. Sin embargo, se determinó que el tratamiento mejor aceptado en términos de sabor es el T 208, dado que presentó la calificación promedio más alta (4.44) (Pumisacho, 2021).

Entre los 34 encuestados, les gusta mucho el producto, en cuanto a textura, en un 76.5%, seguido de que les gustó poco la textura en un 14.7%; asimismo, el 5.88% no les gusta ni les disgusta y también el 2.92% les disgusta poco.

En base a (Loma, 2014), el Tratamiento 4 es el que mayor aceptabilidad tuvo en cuanto al olor, color, sabor y textura de su helado a base de machica y soya.

En el estudio de (Jácome, 2022), los resultados sobre la textura de la barra nutricional mostraron que los encuestados consideraron que la barra tiene textura sólida en un 41,1%, por detrás de "ni sólida ni suave" con 35,8% y finalmente "suave" con 21,1%; es decir,

los resultados fueron consistentes con la textura que se espera en productos tipo barra nutricional.

En conformidad con (Pumisacho, 2021) los participantes de la encuesta notaron una diferencia significativa en el atributo de textura entre el tratamiento T 208, con una calificación de 4.58 (me gusta ligeramente), y el T 348, con una calificación de 3.58 (ni me gusta ni me disgusta). Por otro lado, no se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos T 208 y T 167 cuando se agruparon en el rango A, ya que estos fueron considerados estadísticamente similares. No obstante, se determinó que el tratamiento mejor aceptado en términos de textura es el T 208, dado que presentó la calificación promedio más alta (4.58) (Pumisacho, 2021).

A comparación con el estudio de (Melo & Vega, 2022), que se realizó un recetario de postres elaborados a base de machica para el consumo de las personas donde se llevaron a cabo 3 modalidades de investigación siendo de campo, bibliográfica y experimental la primera permitió realizar una observación directa de las reacciones de las personas que participaron del test sensorial al conocer que se trataba de postres elaborados con máchica, la segunda ayudo a recopilación de la información en fuentes bibliográficas necesaria para la ejecución de esta investigación; la tercera se aplicó al momento de la elaboración de postres como: tiramisú, helado, buñuelos y bizcocho y además se utilizó un test sensorial para analizar las características organolépticas de 40 personas y se evidencio la aceptación de los postres elaborados por lo que se redactó un recetario en donde se encuentra descrito los ingredientes, cantidades, técnicas y procesos a seguir para la preparación de los postres ya mencionados.(Melo & Vega, 2022)

En base a la etiqueta nutricional de Fibranchi, se obtuvo que una porción de 30 g del producto proporcionó un total de 87 kilocalorías. Esta porción contenía un total de 4 g de grasa, lo que representa el 7 % del Valor Diario Recomendado (%VDR). La composición

de las grasas incluyó 2 g de grasa saturada, 1 g de grasa monoinsaturada y 1 g de grasa poliinsaturada, sin presencia de grasas trans. Además, el contenido de colesterol fue de 3 miligramos (mg).

En cuanto a los carbohidratos, la porción contribuyó con 10 g en total, equivalente al 3 % del VDR. La fibra dietética contenida fue de 1 g, representando el 4 % del VDR, mientras que los azúcares totales sumaron 4 g. La cantidad de proteína fue de 2 g o 4 % del VDR. El contenido de sodio en la porción fue de 7 mg, lo que equivale al 0 % del VDR, indicando un bajo contenido de sodio.

El estudio de (Jácome, 2022) los resultados, según los análisis de laboratorio muestran que la barra contiene un 12,43% de proteína; 10,26% de fibra y micronutrientes; 54% de vitamina C; 730 ppm de calcio; 101 ppm de hierro y aporta 4,639 kcal

Acorde a (Pumisacho, 2021) se examinó el perfil nutricional de la barra alimenticia T 208, la cual exhibe un alto contenido de carbohidratos y proteínas. Por cada 100 gramos de producto, contiene 10.94% de humedad, 10.33% de proteínas, 11.66% de grasas, 2.33% de cenizas, 2.13% de fibra bruta y 62.61% de carbohidratos, con un aporte energético de 396.70 kcal. Por consiguiente, se determinó que la barra alimenticia T 208 es una excelente fuente de energía.

En el presente trabajo de investigación, se obtuvo el semáforo nutricional donde la grasa total fue de 11g, lo que significa que el nivel de grasa que contiene el producto es Medio. La azúcar dio 9g en 100g del producto, que también se encuentra en nivel Medio. Posteriormente, la sal se encuentra en 18mg en 100g de Fibranchi, que es nivel Bajo. Esto en comparación con (Luna & Ucho, 2018),donde la formulación MR1 de sus galletas que contienen machica, dio como resultado que por cada por cada 100 gramos, tiene 15g en grasas (Medio), 12g en azucares (Medio) y 120mg en sal (Medio), este producto no difirió mucho con el Fibranchi.

1. **Limitaciones:**

En este trabajo de investigación se tuvo la dificultad de encontrar estudios que sustenten la teoría que la máchica fortificada con amaranto, nueces y almendras disminuía o ayudaba a las personas que sufren con estreñimiento, sin embargo, se pudo determinar mediante la bibliografía que un snack a base de estos ingredientes si ayuda a la constipación. Otra limitación es que las personas carecen de información acerca de como mezclar estos ingredientes para potenciar sus beneficios.

2. **Fortalezas:**

Este trabajo de investigación conto con bastante información de como los ingredientes que se utilizan en este producto Fibranchi, aportan múltiples beneficios hacia el cuerpo humano, destacando la reducción de glucosa y del perfil lipídico.

## Conclusiones

En conclusión, es posible realizar un snack saludable con machica fortificada con amaranto, nuez y almendras que contiene una variedad de nutrientes esenciales para la salud como carbohidratos, grasas, proteína, minerales y fibra.

El snack elaborado Fibranchi mostró un nivel de pH de 7.00 y 5 % de grados brix, es decir 5 g de sacarosa disuelto por 100g de producto . Esto indica la idoneidad del producto para el consumo humano, ya que se informó una vida útil del alimento de 40 días.

La machica disminuye la glucosa postprandial; el amaranto aumenta los niveles de óxido nítrico y finalmente las nueces mejoran el perfil lipídico.

La evaluación de la aceptación del snack saludable mediante la encuesta hedónica ha proporcionado información valiosa sobre la percepción de los consumidores hacia este producto, donde los resultados de una prueba de aceptación utilizando una escala hedónica de 5 puntos, en términos de los atributos evaluados, que incluyeron olor, color, textura, sabor y tacto. Donde los encuestados eligieron la opción ´me gusta mucho´ tanto en olor, color, sabor, textura y aceptabilidad, teniendo un porcentaje de 76.5%, 58.8%, 79.4%, 76.5% y 88.9 respectivamente.

En definitiva, la etiqueta nutricional del producto determino que en una porción de 30 g proporcionó un total de 87 kilocalorías. Esta porción contenía un total de 4 g de grasa. En cuanto a los carbohidratos, la porción aportó un total de 10 g; la fibra dietética contenida fue de 1 g. La cantidad de proteína fue de 2 g. El contenido de sodio en la porción fue de 7 mg, indicando un bajo contenido de sodio.

## Recomendaciones

- La máchica fortificada puede ser consumida como un snack saludable o como parte de comidas más grandes. Puedes agregarla a yogur, batidos, ensaladas o disfrutarla sola como una opción rápida y nutritiva.
- Consumir máchica fortificada en porciones moderadas. Una cantidad adecuada puede variar según las necesidades individuales, pero generalmente, una porción de 30 a 60 gramos puede ser un buen punto de partida.
- Se recomienda realizar más investigaciones acerca de disminuir el estreñimiento con preparaciones de alimentos naturales y saludables, específicamente con los ingredientes que se utilizaron en este trabajo de investigación (máchica fortificada con amaranto, nueces y almendras).

## Bibliografía:


- Allen, L., De Benoist, B., Dary, O., & Hurrell, R. (2018). *Guías para la fortificación de alimentos con micronutrientes*.
- Ames, N., Blewett, H., Storsley, J., Thandapilly, S. J., Zahradka, P., & Taylor, C. (2015). A double-blind randomised controlled trial testing the effect of a barley product containing varying amounts and types of fibre on the postprandial glucose response of healthy volunteers. *The British Journal of Nutrition*, *113*(9), 1373–1383. https://doi.org/10.1017/S0007114515000367
- Barrera, D. V., Franco, M., & Moreno, T. C. (2021). *Análisis del impacto de la pandemia en el consumo de productos alimenticios en los hogares colombianos*. https://repository.universidadean.edu.co/handle/10882/10300
- Boers, H. M., Van Dijk, T. H., Hiemstra, H., Hoogenraad, A. R., Mela, D. J., Peters, H. P. F., Vonk, R. J., & Priebe, M. G. (2017). Effect of fibre additions to flatbread flour mixes on glucose kinetics: a randomised controlled trial. *The British Journal of Nutrition*, *118*(10), 777–787. https://doi.org/10.1017/S0007114517002781
- Bohl, M., Gregersen, S., Zhong, Y., Hebelstrup, K. H., & Hermansen, K. (2023). Beneficial glycaemic effects of high-amylose barley bread compared to wheat bread in type 2 diabetes. *European Journal of Clinical Nutrition*, *78*(3), 243–250. https://doi.org/10.1038/S41430-023-01364-X
- Burbano, J. J. (2022). *Caracterización y utilización de harina de nuez (*Juglans regia *L.), subproducto de la obtención de aceite, en el desarrollo de budines libres de gluten*. https://doi.org/10.35537/10915/144631
- Curiel, C. (2022). El amaranto como alimento indígena:: producción de patrimonio y activismo alimentario. *Encartes*, *5*(10), 203–233. https://doi.org/10.29340/EN.V5N10.243

- Cuschieri, S. (2019). The CONSORT statement. *Saudi Journal of Anaesthesia*, *13*(Suppl 1), S27. https://doi.org/10.4103/SJA.SJA_559_18
- Diario La Hora. (2018). *La máchica: un alimento para los sentidos – Diario La Hora*. https://www.lahora.com.ec/noticias/la-machica-un-alimento-para-los-sentidos/#google_vignette
- FAO. (2018). *Capítulo 26: Cereales, raíces feculentas y otros alimentos con alto contenido de carbohidratos*. Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura. https://www.fao.org/3/w0073s/w0073s0u.htm
- Fundación Española del Corazón. (2023). *Cereales*. https://fundaciondelcorazon.com/nutricion/alimentos/793-cereales-y-derivados.html
- García-Zermeño, K. R. (2021). Constipación crónica. Conceptos actuales desde la fisiopatología hasta el tratamiento. *Acta Gastroenterológica Latinoamericana*, *51*(1). https://doi.org/10.52787/ZRRJ9030
- Halevy, A. H. (2019). *Juglans Regia and Related Species : En. Walnut; Fr. Le noyer; Ge. Walnuss; Sp. Nuez de nogal*. 207–216. https://doi.org/10.1201/9781351072557-29
- Hei Karen Lau, K. (2022). Nutrition Therapy for Adults With Diabetes or Prediabetes. *ADCES in Practice*, *10*(1), 34–38. https://doi.org/10.1177/2633559X211050404
- Hernández, V. (2018). *AUTORÍA Del contenido siguiente se responsabiliza la autora*.
- Herrera, M., Chisaguano, A., Jumbo, J., Castro, N., & Anchundia, A. (2021). *La tabla de composición química de los alimentos: basada en nutrientes de interés para la población ecuatoriana*.

https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/bitacora/issue/view/191/PDF%20Bit%C3%A1cora%20Acad%C3%A9mica%20Vol.%2011

- Jácome, C. (2022). *CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA DIVISIÓN DE EDUCACIÓN ESCUELA DE POSGRADO MAESTRÍA EN INTENSIFICACIÓN AGROECOLÓGICA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA NUTRICIONAL DESARROLLO DE UN ALIMENTO NUTRITIVO TIPO BARRA A PARTIR DE AMARANTO, MORTIÑO Y ESPIRULINA PARA LA POBLACIÓN ADULTA DE LA PARROQUIA RURAL DE CANCHAGUA PROVINCIA DE COTOPAXI-ECUADOR TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN SOMETIDO A CONSIDERACIÓN DE LA DIVISIÓN DE EDUCACIÓN Y LA ESCUELA DE POSGRADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL GRADO DE*.
- Jamka, M., Morawska, A., Krzyżanowska-Jankowska, P., Bajerska, J., Przysławski, J., Walkowiak, J., & Lisowska, A. (2021). Comparison of the Effect of Amaranth Oil vs. Rapeseed Oil on Selected Atherosclerosis Markers in Overweight and Obese Subjects: A Randomized Double-Blind Cross-Over Trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(16). https://doi.org/10.3390/IJERPH18168540
- Joye, I. (2019). Protein Digestibility of Cereal Products. *Foods 2019, Vol. 8, Page 199*, *8*(6), 199. https://doi.org/10.3390/FOODS8060199
- Kanikowska, D., Kanikowska, A., Rutkowski, R., Włochal, M., Orzechowska, Z., Juchacz, A., Zawada, A., Grzymisławski, M., Roszak, M., Sato, M., Bręborowicz, A., & Witowski, J. (2019). Amaranth (Amaranthus cruentus L.) and canola (Brassica napus L.) oil impact on the oxidative metabolism of neutrophils in the obese patients. *Pharmaceutical Biology*, *57*(1), 140–144. https://doi.org/10.1080/13880209.2019.1569696

- León Pozo, J. P. (2019). *Evaluación de la concentración de lúpulo y miel de abeja en la elaboración de cerveza artesanal a base de malta de quinua (Chenopodium quinoa) y amaranto (Amaranthus*. http://181.198.77.137:8080/jspui/handle/123456789/879
- Liubertas, T., Kairaitis, R., Stasiule, L., Capkauskiene, S., Stasiulis, A., Viskelis, P., Viškelis, J., & Urbonaviciene, D. (2020). The influence of amaranth (Amaranthus hypochondriacus) dietary nitrates on the aerobic capacity of physically active young persons. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *17*(1). https://doi.org/10.1186/S12970-020-00366-5
- Loma, T. (2014). *Elaboración de un helado cremoso de guayaba fortificado con machica y soya 2013*. http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/9728
- Luis, G. M., Rebeca Hernández Hernández, B., Caballero, V. P., Torres López, G., Adrián, V., Martínez, E., & Pacheco, L. R. (2018). Usos actuales y potenciales del Amaranto (Amaranthus spp.). *Journal of Negative and No Positive Results: JONNPR, ISSN-e 2529-850X, Vol. 3, Nº. 6, 2018, Págs. 423-436*, *3*(6), 423–436. https://doi.org/10.19230/jonnpr.2410
- Luna, C., & Ucho, G. (2018). *"Modelo de negocio para introducir y posicionar un producto (galletas de máchica) mediante un sistema de perfiles basado en el modelo de conducta del consumidor, para deportistas de la ciudad de Cuenca año 2017" Trabajo de titulación previo la obtención del*. http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28711/1/Trabajo%20de%20titulaci%C3%B3n.pdf
- Ma, W., Drew, D. A., & Staller, K. (2022). The Gut Microbiome and Colonic Motility Disorders: A Practical Framework for the Gastroenterologist. *Current*

*Gastroenterology Reports*, *24*(10), 115–126. https://doi.org/10.1007/S11894-022-00847-4

– Matsuoka, T., Tsuchida, A., Yamaji, A., Kurosawa, C., Shinohara, M., Takayama, I., Nakagomi, H., Izumi, K., Ichikawa, Y., Hariya, N., Yamashita, S., & Mochizuki, K. (2020a). Consumption of a meal containing refined barley flour bread is associated with a lower postprandial blood glucose concentration after a second meal compared with one containing refined wheat flour bread in healthy Japanese: A randomized control trial. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, *72*. https://doi.org/10.1016/J.NUT.2019.110637

– Matsuoka, T., Tsuchida, A., Yamaji, A., Kurosawa, C., Shinohara, M., Takayama, I., Nakagomi, H., Izumi, K., Ichikawa, Y., Hariya, N., Yamashita, S., & Mochizuki, K. (2020b). Consumption of a meal containing refined barley flour bread is associated with a lower postprandial blood glucose concentration after a second meal compared with one containing refined wheat flour bread in healthy Japanese: A randomized control trial. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, *72*. https://doi.org/10.1016/J.NUT.2019.110637

– Mayneris-Perxachs, J., Sala-Vila, A., Chisaguano, M., Castellote, A. I., Estruch, R., Covas, M. I., Fitó, M., Salas-Salvadó, J., Martínez-González, M. A., Lamuela-Raventós, R., Ros, E., & López-Sabater, M. C. (2014). Effects of 1-year intervention with a Mediterranean diet on plasma fatty acid composition and metabolic syndrome in a population at high cardiovascular risk. *PloS One*, *9*(3). https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0085202

– Mayo Clinic. (2023). *Estreñimiento - Síntomas y causas*. https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/constipation/symptoms-causes/syc-20354253

- Mozo, W., & Chiquicusma, E. (2023). Bebida funcional a base de arándanos (Vaccinium myrtillus) con extracto de almendra (Prunus dulcis), edulcorada con panela. *Repositorio Institucional - UNS*. http://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4354
- Neves, R. O., Nunes, L. M., Silveira, L. de O., Lima, M. R., Moreira, P. R., & Bernardi, J. R. (2023). Síntomas de estreñimiento funcional y métodos de alimentación complementaria: ensayo clínico aleatorizado. *Anales de Pediatría*, *98*(4), 267–275. https://doi.org/10.1016/J.ANPEDI.2022.09.023
- Omar, J., Villacís, B., Paul, A., & Valladares, P. (2018). *Elaboración de productos artesanales de pastelería usando como base principal harina de máchica*. http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/9157
- OPS, & OMS. (2023). Micronutrientes. *Organización Panamericana de La Salud.* https://www.paho.org/es/temas/micronutrientes
- Osorio, M. (2020). Estreñimiento: definición, tipos y tratamiento. *Mayoclinic*.
- Pinzón, A. (2018). *Elaboración de productos artesanales de pastelería usando como base principal harina de máchica*. http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/9157
- PRISMA. (2023). *PRISMA*. http://www.prisma-statement.org/?AspxAutoDetectCookieSupport=1
- Pumisacho, V. (2021). *FACULTAD DE POSGRADOS EVALUACIÓN DEL CONTENIDO NUTRICIONAL Y MICROBIOLÓGICO DE UNA BARRA ALIMENTICIA ELABORADA A BASE DE QUINUA TOSTADA*.
- Remes, J., Carmona, R., González, M., Martínez, J., Gómez, O., Ramírez, A., Vázquez, G., García, J., Abarca, M., & Roesch, F. (2018). ¿Qué se entiende por estreñimiento? Un estudio en población abierta. *Revista de Gastroenterología de*

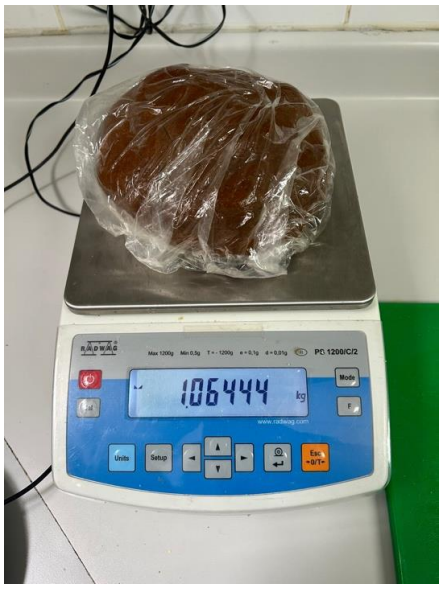
*México*, *74*(4), 321–328. http://www.revistagastroenterologiamexico.org//es-que-se-entiende-por-estrenimiento-articulo-X0375090609477747

- Schmulson, M., Francisconi, C., Olden, K., Aguilar, L., Bustos, L., Cohen, H., Do Carmo Passos, M., González, M. A., Iade, B., Iantorno, G., Ledesma Ginatta, C., López-Colombo, A., Louis Pérez, C., Madrid-Silva, A. M., Quilici, F., Quintero Samudio, I., Rodríguez Varón, A., Suazo, J., Valenzuela, J., & Zolezzi, A. (2018). Consenso Latinoamericano de Estreñimiento Crónico. *Gastroenterología y Hepatología*, *31*(2), 59–74. https://doi.org/10.1157/13116072
- Subramanian, D., & Gupta, S. (2016). Pharmacokinetic study of amaranth extract in healthy humans: A randomized trial. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, *32*(7–8), 748–753. https://doi.org/10.1016/J.NUT.2015.12.041
- Sumislawski, K., Widmer, A., Suro, R. R., Robles, M. E., Lillegard, K., Olson, D., Koethe, J. R., & Silver, H. J. (2023). Consumption of Tree Nuts as Snacks Reduces Metabolic Syndrome Risk in Young Adults: A Randomized Trial. *Nutrients*, *15*(24), 5051. https://doi.org/10.3390/NU15245051/S1
- Supermaxi. (2023). *SUPERMAXI - Descubra el Lado Super en cada beneficio*. https://www.supermaxi.com/
- Torres, C., & Alpusig, Cristian. (2020). *LA MÁCHICA, ELABORACIÓN, HISTORIA E IMPORTANCIA*.
- Tradecorp. (2023). *Cultivos de cereal, todo lo que debes saber sobre ellos - Tradecorp*. https://tradecorp.es/cultivos-cereal-saber-sobre-ellos/
- Ugarte, C. F., & Villalba, L. F. (2021). *Prevalencia de estreñimiento crónico en pacientes con diabetes mellitus tipo 2, de 40 a 65 años en el "Hospital General del Norte de Guayaquil IESS Los Ceibos" en el periodo enero 2018 hasta enero 2020.* http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/16776

- Valenzuela, F., & Segura, M. R. (2022). Amaranth, quinoa and chia bioactive peptides: a comprehensive review on three ancient grains and their potential role in management and prevention of Type 2 diabetes. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *62*(10), 2707–2721. https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1857683
- Vera, R. (2022). Caracterización del aceite de semillas de Juglans regia L. "nogal" procedente de La Cuesta, Otuzco, obtenido por expresión. 2022. *Universidad San Pedro*. http://repositorio.usanpedro.edu.pe//handle/20.500.129076/22294
- Viera, I., Hamdi, A., Jiménez, A., Rodríguez, R., Espejo, J. A., & Guillén, R. (2019). Nutritional composition and antioxidant activity of different walnut varieties (Juglans regia L.) from Nerpio (Spain) in comparison to commercial varieties. *Grasas y Aceites*, *70*(3), 1–8. https://doi.org/10.3989/GYA.0932182
- Xu, Y., Liao, M., Wang, D., & Jiao, S. (2022). Características químicas y sensoriales del sabor de la almendra dulce. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, *32*(1), 69–81. https://doi.org/10.1111/JFPP.14376

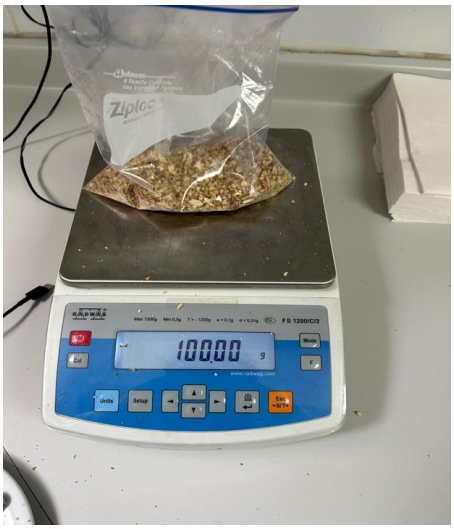
## Anexos:

Anexo 1: Mezcla de los insumos




Fuente y elaborado por: (Astudillo, 2023)

Anexo 2: Frutos secos




Fuente y elaborado por: (Astudillo, 2023)

Anexo 3:Mezcla de todos los ingredientes

Fuente y elaborado por: (Astudillo, 2023)

Anexo 4: mezcla con las manos de los ingredientes.

Fuente y elaborado por: (Astudillo, 2023)

Anexo 5: Corte en figuritas con moldes

Fuente y elaborado por: (Astudillo, 2023)

Anexo 6: figuras al horno

Fuente y elaborado por: (Astudillo, 2023)

Anexo 7: Galletas listas

Fuente y elaborado por: (Astudillo, 2023)

Anexo 8: Composición nutricional de la machica

| Fuente | Alimento | Nombre en Inglés | Energía calculada | Proteína | Grasa total | Carbohidratos | Fibra | AGS | AGM | AGPI | Colesterol | Calcio | Fósforo | Hierro | Potasio | Sodio | Zinc | Vitamina C | Vitamina A | Folatos | Vitamina B12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | (Kcal) | (g) | (g) | (g) | (g) | (g) | (g) | (g) | (mg) | (mg) | (mg) | (mg) | (mg) | (mg) | (mg) | (mg) | (µg ERE) | (µg) | (µg) |
| 1 | Harina de cauca, de maíz blanco pilado, enriquecida | Cauca flour, maiz flour, enriched | 359,49 | 8,48 | 1,65 | 77,68 | 7,40 | 0,22 | 0,41 | 0,71 | 0,00 | 5,00 | 84,00 | 4,13 | | 3,00 | 0,72 | 0,00 | 0,00 | 363,00 | 0,00 |
| 2 | Harina de cebada, machica | Barley flour | 377,32 | 9,09 | 1,52 | 81,82 | 9,10 | 0,00 | | | 0,00 | 27,00 | | 0,03 | 327,00 | 0,00 | | | | | 0,00 |

Fuente y elaborado por: (Herrera et al., 2021)

Anexo 9: Composición nutricional del amaranto

| Fuente | Alimento | Nombre en Inglés | Energía calculada | Proteína | Grasa total | Carbohidratos | Fibra | AGS | AGM | AGPI | Colesterol | Calcio | Fósforo | Hierro | Potasio | Sodio | Zinc | Vitamina C | Vitamina A | Folatos | Vitamina B12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | (Kcal) | (g) | (g) | (g) | (g) | (g) | (g) | (g) | (mg) | (mg) | (mg) | (mg) | (mg) | (mg) | (mg) | (mg) | (µg ERE) | (µg) | (µg) |
| 1 | Amaranto, grano seco | Amaranth, grain, dry, uncooked | 381,07 | 14,45 | 6,51 | 66,17 | 9,30 | 1,66 | 1,43 | 2,89 | 0,00 | 153,00 | 455,00 | 7,59 | 366,00 | 21,00 | 3,18 | 4,00 | 0,00 | 49,00 | 0,00 |

Fuente y elaborado por: (Herrera et al., 2021)

Anexo 10: Composición nutricional de la nuez

| Fuente | Alimento | Nombre en Inglés | Energía calculada | Proteína | Grasa total | Carbohidratos | Fibra | AGS | AGM | AGPI | Colesterol | Calcio | Fósforo | Hierro | Potasio | Sodio | Zinc | Vitamina C | Vitamina A | Folatos | Vitamina B12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | (Kcal) | (g) | (g) | (g) | (g) | (g) | (g) | (g) | (mg) | (mg) | (mg) | (mg) | (mg) | (mg) | (mg) | (mg) | (µg ERE) | (µg) | (µg) |
| 1 | Nuez, de nogal, seca | Walnuts, english, dry | 702,65 | 15,23 | 65,21 | 13,71 | 6,70 | 6,13 | 8,93 | 47,17 | 0,00 | 98,00 | 346,00 | 2,91 | 441,00 | 2,00 | 3,09 | 1,00 | 1,00 | 98,00 | 0,00 |

Fuente y elaborado por: (Herrera et al., 2021)

Anexo 11: Composición nutricional de la almendra

| Fuente | Alimento | Nombre en Inglés | Energía calculada | Proteína | Grasa total | Carbohidratos | Fibra | AGS | AGM | AGPI | Colesterol | Calcio | Fósforo | Hierro | Potasio | Sodio | Zinc | Vitamina C | Vitamina A | Folatos | Vitamina B12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | (Kcal) | (g) | (g) | (g) | (g) | (g) | (g) | (g) | (mg) | (mg) | (mg) | (mg) | (mg) | (mg) | (mg) | (mg) | (µg ERE) | (µg) | (µg) |
| 1 | Almendra, seca | Almonds, dry | 623,10 | 21,94 | 50,62 | 19,94 | 10,40 | 3,89 | 32,29 | 12,05 | 0,00 | 216,00 | 480,00 | 3,72 | 687,00 | 28,00 | 3,12 | 0,00 | 0,00 | 30,00 | 0,00 |

Fuente y elaborado por: (Herrera et al., 2021)