

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**APROVECHAMIENTO DE CARAO (*Cassia grandis*) Y TEOSINTE (*Dioon mejiae*)
COMO ALIMENTOS FUNCIONALES PARA LA ELABORACION DE UNA BARRA
NUTRICIONAL**

POR:

DANIELA ESTHER PACHECO MARTINEZ

PROYECTO DE TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE, 2024

**APROVECHAMIENTO DE CARAO (*Cassia grandis*) Y TEOSINTE (*Dioon mejiae*)
COMO ALIMENTOS FUNCIONALES PARA LA ELABORACION DE UNA BARRA
NUTRICIONAL**

POR

DANIELA ESTHER PACHECO MARTINEZ

JHUNIOR ABRAHAN MARCIA FUENTES

Asesor principal

PROYECTO DE TESIS

**PRESENTADO A LA UNIVERISDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA REALIZACION DE TRABAJO PROFESIONAL
SUPERVISADO**

CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2024

ACTA DE SUSTENTACION

DEDICATORIA

A mis Padres: Oscar Joel Pacheco Cruz y Mirian Suyapa Martínez Muños y mis hermanos: Joel Alejandro Pacheco Martínez y Mirian Nazareth Pacheco Martínez porque me han enseñado el valor del esfuerzo, la importancia de la perseverancia y, sobre todo, el poder del amor que nos une como familia. Gracias por creer en mí incluso en los momentos en que yo dudaba de mí misma, por estar siempre a mi lado y por ser la fuente constante de inspiración. Dedico cada uno de mis logros a ustedes, porque son la razón y la fuerza detrás de mis éxitos. Los amo profundamente y les agradezco de todo corazón por estar siempre presentes en mi vida y mis estudios.

A mi abuelita, donde su cariño y sabiduría me han guiado siempre. Gracias por ser mi inspiración constante y por recordarme, en cada paso, la importancia de los valores y el compromiso.

A mis amigas Merlin Patricia Cruz López, Martha Raquel Díaz Merlo, y a mi amigo Erlin Mauricio Granados, Los llevaré siempre en mi memoria como mi equipo de trabajo, agradeciendo su apoyo incondicional y la motivación que me brindaron para seguir adelante. Juntos compartimos momentos de alegría y afrontamos desafíos, construyendo un vínculo que siempre atesoraré.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

En primer lugar, le agradezco a nuestro Dios, porque en mis estudios, ha sido mi guía y mi fuente de sabiduría. En cada logro obtenido, sé que tu mano estuvo allí, mostrándome el camino y ayudándome a superar los obstáculos. Gracias por darme la paciencia y el valor para seguir adelante, incluso en los momentos difíciles.

A NUESTRA MAXIMA CASA DE ESTUDIO

Universidad Nacional De Agricultura con profunda gratitud y admiración, dedico estas palabras a mi querida universidad, mi escuela mater, que fue mucho más que un lugar de aprendizaje. Aquí encontré un espacio donde pude crecer como persona, descubrir mi talento.

A MI TERNA DE ASESORES

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mis asesores, PhD. Jhunion Abraham Marcia, MSc. Nayrobi Sevilla Cardoso, **MSc**, Jaine Onan Salgado por su invaluable apoyo, orientación y paciencia durante el desarrollo de esta tesis. Su dedicación, conocimiento y consejos fueron fundamentales para completar este proyecto, y su compromiso con la excelencia académica fue una inspiración constante. Gracias por creer en mi capacidad, por impulsarme a superar desafíos y por compartir su experiencia con generosidad.

A MIS CO-ASESORES

PhD. Roberto Chuquilín, PhD. Josué Urquilla, Ing. Haley Figueroa, PhD. Raúl Siche, Por todo el apoyo incondicional ya que fueron un bloque fundamental para la realización de mi investigación en el campus de la Universidad Nacional de Trujillo- Perú.

CONTENIDO

ACTA DE SUSTENTACION.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE FORMULAS	ix
RESUMEN	x
I. INTRODUCCION.....	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general.....	3
2.2 Objetivos específicos	3
III. REVISION DE LITERATURA	4
3.1. Antecedentes del carao	4
3.1.1.Fruto del carao	7
3.1.2. Generalidades del carao	7
a). Propiedades del carao.....	7
b). Composición química, fitoquímica y toxicológica del carao.....	8
c). Desarrollo de nuevos productos a partir de carao	9
3.2. Antecedentes del teosinte.....	10
3.2.1.Composición nutricional del teosinte.....	11
3.2.2.Harina del teosinte.....	12

3.3.	Quinoa.....	13
3.4.	Kiwicha	13
3.5.	Linaza.....	14
3.6.	Ajonjolí	15
3.7.	Barra Nutricional.....	15
3.8.	Análisis sensorial.....	16
IV.	MATERIALES Y METODOS	17
4.1.	Lugar de investigación	17
4.2.	Materiales y equipo.....	17
4.3.	Metodología	19
4.4.	Manejo del proyecto	19
	Fase 1: Obtención de materia prima	19
	Fase 2: Desarrollo de formulaciones	20
	Fase 3. Optimización de formulación	21
	Fase 4. Analizar las características sensoriales del producto para poder determinar el grado de aceptabilidad organoléptica.....	21
4.5.	Diseño experimental	22
4.6.	Análisis estadístico	23
4.7.	Análisis fisicoquímicos.....	23
	4.7.1.Determinación de proteínas (método Kjeldahl)	24
	4.7.2.Determinación de humedad (Método de secado directo).....	24
	4.7.3.Determinación de las cenizas	25
4.8.	Análisis de actividad antioxidante, fenoles y <i>In vitro</i>	25
4.9.	Preparación de extractos	25
4.10.	Compuestos fenólicos totales (TPC)	26

4.11. Actividad antioxidante	26
4.11.1. Ensayo de inhibición de DPPH	26
4.11.2. Inhibición del radical ABTS.	27
4.12. Analisis <i>In vitro</i> similitud gastrointestinal digestion.....	27
V. RESULTADOS Y DISCUSION	30
5.1. Análisis de Varianza para un Diseño de Bloques Incompletos Balanceados	30
a). Color.....	30
b). Aroma	31
c). Sabor	32
d). Textura	33
5.2. Análisis fisicoquímicos.....	34
5.3. Análisis de fenoles totales, antioxidantes y <i>In vitro</i>	35
XI. CONCLUSION.....	45
X11. RECOMENDACIONES.....	46
XIII. BIBLIOGRAFIA.....	47
IX. ANEXOS	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contenido de minerales del carao	8
Tabla 2. Composición química del carao.....	9
Tabla 3. Composición nutricional del teosinte.....	12
Tabla 4. Materiales y equipos.....	18
Tabla 5. Escala hedónica de 9 puntos.....	22
Tabla 6. Tabla de tratamientos	23
Tabla 7. Análisis fisicoquímicos	34
Tabla 8. Compuestos fenólicos totales de la materia prima y de la barra formulada	35
Tabla 9. Actividad antioxidante de la materia prima y del producto	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de distribución mundial del carao (<i>Cassia grandis</i>).	5
Figura 2. Carao (<i>Cassia grandis</i>).	6
Figura 3. Teosinte (<i>Dioon mejiae</i>).	11
Figura 4. Barra Nutricional.	16
Figura 5. UNAG, Honduras & UNT, Perú.	17
Figura 6. Gráfico de cajas de color.	30
Figura 7. Gráfico de cajas de aroma.	31
Figura 8. Gráfico de cajas de sabor.	32
Figura 9. Gráfico de cajas de textura.	33
Imagen 10. Gráfico de bioaccesibilidad de los compuestos fenólicos en la barra nutritiva, digestión gástrica, digestión intestinal.	35
Imagen 11. Gráfico de bioaccesibilidad antioxidante en la barra nutritiva, carao y teosinte.	37
Imagen 12. Gráfico de bioaccesibilidad de in vitro en la barra nutritiva posterior a la (GD), (ID).	38

INDICE DE FORMULAS

Formula 1. Determinación de humedad	24
Formula 2. Determinación de cenizas	25

Pacheco Martínez, D.E. 2024. Aprovechamiento de (*Cassia grandis*) y teosinte (*Dioon mejiae*) como alimentos funcionales para la elaboración de una barra nutricional. Tesis. Ingeniería en Tecnología Alimentaria. Catacamas, Olancho, Honduras, Universidad Nacional de Agricultura.

RESUMEN

El estudio se centró en la exploración de ingredientes locales, el carao y el teosinte, como potenciales componentes de barras nutricionales. Estos alimentos, ricos en compuestos bioactivos, ofrecen beneficios para la salud como mejorar la salud intestinal y proporcionar antioxidantes. El objetivo principal es desarrollar una barra nutricional innovadora y saludable que aproveche las propiedades nutricionales y funcionales de estas dos plantas. El desarrollo de la barra nutricional se realizó mediante 4 fases. En la primera fase se obtuvo la harina de teosinte y carao donde se realizó una prefermentación con el objetivo de eliminar los olores característicos del teosinte y carao. Para la segunda fase se diseñó las formulaciones para la elaboración de la barra nutricional. En la tercera fase se realizó la optimización de la formulación. En la última fase se determinó la composición química de la fórmula optimizada. Para el desarrollo de la investigación se realizó mediante el análisis de varianza para un diseño de bloques incompletos balanceados, utilizando el diseño DBIA y el diseño Box-Becknhen, se trabajó con 13 tratamientos y un tratamiento control, donde las variables fueron constantes solo el % de carao y teosinte fueron diferentes en los 13 tratamientos, se trabajó con tres replicas para cada tratamiento haciendo una suma total de 39 réplicas (ver tabla 6). Para el análisis sensorial se utilizó jueces no entrenados donde ellos nos ayudaron a evaluar el sabor, color, textura, olor de la barra nutricional. Se realizaron análisis fisicoquímicos, antioxidantes, fenoles totales, *In vitro*.

Palabras clave: Antioxidantes, nutrición, *In vitro*, compuestos fenoles, fisicoquímicos.

I. INTRODUCCION

En la búsqueda constante de alternativas alimenticias que sean tanto nutritivas como funcionales, se ha despertado un interés creciente en la exploración de ingredientes poco convencionales, pero altamente beneficiosos para la salud humana. Para este estudio se requiere que el carao y teosinte sean reconocidos por sus propiedades nutricionales y funcionales, lo que sugiere su potencial como componentes clave en el desarrollo de una barra nutricional que aporte beneficios adicionales para la salud (Villagran, *et al*, 2022).

Las barras nutritivas han sido una categoría de productos en rápida evolución desde su creación en estados unidos por la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA), el mercado actual se centra en ofrecer un mejor sabor y textura, y una gama cada vez mayor de beneficios funcionales. Desde proteínas a base de plantas hasta soluciones bajas en carbohidratos, probióticos y más (Tech, 2021).

La exploración de fuentes naturales de compuestos bioactivos ha estimulado el interés en la industria alimentaria como el carao (*Cassia grandis*) teniendo muchos compuestos bioactivos que benefician la salud intestinal, así mismo la pulpa tiene altas concentraciones de carotenoides y las semillas tienen una elevada concentración de compuestos fenólicos y una alta actividad antioxidante (Marcia, *et al*, 2023).

El teosinte tiene una gran importancia ornamental y sobre todo alimenticia, ha sido y sigue siendo un recurso patrimonial que por costumbre no puede ser propiedad de particulares, la importancia continua de (*D. mejiae*) para la sociedad local hondureña es una función de su abundancia y de alto rendimiento de cosecha (Bonta, *et al*, 2006).

En este sentido, las barras nutricionales elaboradas a partir de ingredientes locales, como el carao y el teosinte, son una posible solución para mejorar la calidad de la dieta de la población hondureña, principalmente como alternativa de merienda escolar.

Por lo anterior el presente estudio también explora el potencial del carao y el teosinte como ingredientes principales en la creación de una barra nutricional innovadora, a partir del desarrollo de un producto que no solo cumpla con las necesidades básicas de nutrientes, sino que también ofrezca beneficios adicionales para la salud. Para su obtención, se llevará a cabo un estudio exhaustivo que incluirá desde la caracterización nutricional y funcional de ambos ingredientes hasta la evaluación de la aceptabilidad sensorial y la viabilidad comercial del producto final.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Aprovechamiento del carao (*Cassia grandis*) y teosinte (*Dioon mejiae Standl*) como potencial ingrediente funcionales para el desarrollo de una barra nutricional con aceptación sensorial.

2.2 Objetivos específicos

Desarrollar diversas formulaciones de barras nutricionales utilizando una mezcla de harina de teosinte y harina de carao, con el fin de realizar pruebas sensoriales para evaluar su aceptación y características organolépticas.

Optimizar la formulación de la barra nutricional mediante pruebas de textura para realizar los análisis fisicoquímicos y antioxidantes, *In vitro*.

Analizar las propiedades nutricionales y funcionales del carao y el teosinte a partir de análisis instrumental.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1. Antecedentes del carao

En el mundo se reportan más de 500 especies de *Cassia*, entre ellos se encuentra la *Cassia grandis* conocida comúnmente como carao. Esta planta se considera endémica de Centroamérica y su fruto es empleada de manera tradicional en la medicina popular. Diversos estudios validan a nivel global, el potencial funcional y nutracéutico de la *C. grandis*, por su contenido de compuesto antioxidante es considerado un preventivo del cáncer (Marcía, *et al*, 2023).

Cassia grandis o cañandonga, como se le conoce popularmente, en América (norte, centro y sur) y el Caribe se ha utilizado tradicionalmente para el tratamiento de la anemia, utilizando el polvo seco obtenido del fruto como un suplemento nutricional, donde según los estudios de caracterización química del polvo seco del fruto demuestran la presencia de esteroides y terpenos, aceites esenciales, azúcares reductores, aminoácidos, aminas, saponinas, glicósidos y polisacáridos (Lafourcade, *et al*, 2014).

Cassia difiere principalmente en la organización de los estambres y en las zonas áridas de Australia, las distinciones taxonómicas entre y dentro de los tres géneros se difuminan por la poliploidía, la hibridación y la apoximis (Lewis, *et al*, 2014). En 1988, Lock presentó nuevos nombres y combinaciones para las especies de Cassinae en África, señalando que si *Cassia* continuara usándose en su sentido amplio en África, habría varias especies a las que se les darían consistentemente diferentes nombres en diferentes continentes (Lock, 2014).

La especie se cultiva ampliamente como ornamental en Malasia y el sur de Asia abundante en Camboya y el sur de Vietnam, y un cultivo conocido en Malasia.

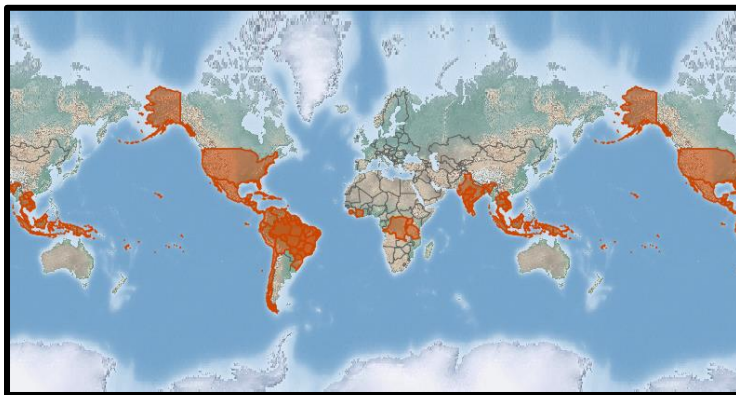


Figura 1. Mapa de distribución mundial del carao (*Cassia grandis*).

Fuente: (Datiles, 2014).

Según la determinación de hierro total en el fruto de (*Cassia grandis*) por espectrofotometría Ultravioleta-Visible en el Laboratorio de Cromatografía del Departamento de Química de la UNAN-Managua, arrojó entre las conclusiones más importantes respecto al resultado final promedio, las concentraciones de hierro total determinadas en las muestras en estudio de (*Cassia grandis*) es un buen estimado de un intervalo cerrado, estos resultados establecieron que el contenido de hierro en la pulpa de carao esta entre 0.46mg y 0.56 mg fe por cada 100 g de muestra (Roger, 2012).

La población que utiliza la pulpa de la planta de carao mezclada con leche como remedio alternativo para combatir la anemia ferropénica desconoce que los límites máximos permisibles de ingesta diaria dependen del déficit de hierro que presenta el organismo humano (Jaime Manzanares, 2012).

Por lo antes mencionado al conocer exactamente el contenido de hierro total presente en el fruto del carao, se podrán establecer mediante un balance nutricional los límites máximos permisibles de ingesta diaria del fruto del árbol de carao (Jaime Manzanares, 2012).

Se denomina anemia a la disminución del número de eritrocitos, del volumen globular o de la concentración de hemoglobina en la sangre (Capo, 2004).

En relación con la concentración de hierro presente en la pulpa del carao y a su fácil solubilidad, se concluye la importancia de su uso como un posible anti anémico de origen natural, de bajo costo y de fácil acceso para la población hondureña (Marcia & Fernández, 2017).

La fortificación con hierro es una de las más comunes y las fuentes que existen para obtenerlo son variadas. El carao (*Cassia grandis*) es uno de ellos por su contenido de hierro inorgánico y su posible uso en la fortificación de ovoproductos (Marcia, *et al*, 2020).



Figura 2. Carao (*Cassia grandis*).

Fuente: (Sesori, 2010).

3.1.1. Fruto del carao

Se ha determinado que las propiedades que se encuentran del fruto y la semilla del carao *Cassia grandis* poseen altos contenidos nutricionales, así como altas concentraciones de hierro y en azúcares (Cabrera, 2015).

A sus hojas de carao por su gran popularidad de curar infecciones dérmicas se le han hecho varios estudios (Caceres, *et al*, 2015). De igual manera al fruto del carao se le ha atribuido varias propiedades terapéuticas, dentro de las cuales se destaca su uso como tratamiento contra la anemia, el efecto laxante, la disminución de hemorragias nasales y uterinas y el aumento de la secreción láctea en la mujer, por lo que puede tener una acción sobre el músculo liso. Se ha reportado que las antraquinonas extraídas de *C. acutifolia* y *C. angustifolia* poseen efecto contracturante sobre músculo liso.

En muchos países se utiliza el fruto del carao por sus propiedades medicinales, pues extractos de la planta exhiben actividad contra los dermatofitos más comunes ya que la bebida del fruto actúa contra la histeria, nerviosismo (Fundesyram, 2015).

3.1.2. Generalidades del carao

a). Propiedades del carao

El carao es una planta que ha sido ampliamente estudiada desde el punto de vista químico, lo que ha permitido identificar la presencia de flavonoides. Estos compuestos han demostrado poseer propiedades antioxidantes y antiinflamatorias que podrían beneficiar la salud humana. El carao ha demostrado tener propiedades funcionales interesantes que lo hacen adecuado para su uso en productos alimenticios, principalmente como simbiótico en bebidas fermentadas (Marcia, *et al*, 2023).

Diversos estudios validan a nivel global, el potencial funcional y nutracéutico de la *C. grandis*, por su contenido de compuesto antioxidante es considerado un preventivo del cáncer (ver tabla 1). Es considerado un potencial antidiabético y anti anémico, además, por su calidad química puede emplearse en el desarrollo de formulaciones alimenticias (Marcia, *et al.*, 2023).

Tabla 1. Contenido de minerales del carao

Minerales	mg/100g del producto fresco
Hierro	2
Calcio	70
Fosforo	50
Magnesio	300
Macronutrientes	%
Agua	35
Carbohidratos	32.9
Ácido Cítrico	5.4
Taninos	14.2

Fuente: (Marcia, *et al.*, 2023).

b). Composición química, fitoquímica y toxicológica del carao

Mediante un estudio se presentó la caracterización química del carao (*Cassia grandis L.*) cultivado en Honduras donde se emplearon muestras de carao procedente de tres zonas de Honduras: Choluteca, Francisco Morazán y Olancho y se realizaron análisis de humedad, materia seca, cenizas totales, grasas, proteínas y fibra cruda, así como la determinación de hierro, calcio, fósforo, magnesio, cobre y zinc por espectrometría de absorción atómica (Marcia & Fernández, 2017). (ver tabla 2)

Seguidamente los análisis que se realizaron por triplicado a la cáscara, la pulpa y la semilla del carao de las tres zonas estudiadas de acuerdo con los resultados obtenidos del análisis químico, se concluye que no existe diferencia significativa ($p > 0,05$) en la composición química del carao entre las muestras provenientes de las tres zonas en estudio, esta simetría se debe a que presentan iguales condiciones edafoclimáticas para el cultivo (ver tabla 2). Sin embargo, si existe diferencias significativas ($p < 0,05$) entre la cascara, pulpa y semilla, en cuanto a su composición química (Marcia & Fernández, 2017).

Tabla 2. Composición química del carao

Componente	g/100g de muestra
Ceniza	5.3
Proteína	5.5
Azúcar total	46.6
Azucares reductores	6.9
Solidos solubles	73.5

Fuente: (Quiroz, 2024).

A partir de análisis toxicológicos mediante pruebas de Toxicidad Aguda Oral (TAO) con dosis límite, se determinó que el fruto de carao es inocuo, mediante ensayos *in vivo* por triplicado con ratas Wistar (Fuentes, 2024).

Además, (Quiroz *et al.*, 2024). A partir de estudios sobre toxicidad subcrónica determino que el fruto de carao no presenta efectos tóxicos al consumidor.

c). Desarrollo de nuevos productos a partir de carao

Según (Sayaso, 2024). Para la preparación de la miel de carao, se recogen las vainas, y para extraer el néctar, se quiebra la vaina, seguidamente se coloca en remojo más de doce horas para que elimine todo el producto y luego se hierve quince minutos, al terminar el hervor se deja enfriar dándole uso como tratamiento natural para diversas afecciones o dolencias.

La miel de carao es un producto simple de obtener, beneficia el funcionamiento del organismo y ayuda prevenir enfermedades. Por eso su consumo es recomendado por especialistas que conocen sus propiedades y también se aconseja tradicionalmente de generación en generación (Pardo, 2024).

3.2. Antecedentes del teosinte

Honduras está ubicado en el área núcleo de Centroamérica formando parte de Mesoamérica, considerada como uno de los centros de mayor diversidad biológica del mundo, de la cual han salido variedades de cultivos endémicos, únicos en el mundo tal es el caso del teosinte (Williams, *et al*, 2016).

Así mismo, para los pobladores de Honduras, específicamente en el Departamento de Olancho, esta planta promueve soberanía alimentaria, al ser una reserva de alimentos para tiempos de escases y sequía, además, es considerado un fósil viviente que data de 2.6 millones de años de nuestra era (Bastias, Varela, & Calderon, 2020).

El teosinte *Dioon mejiae* es una planta nativa de Honduras utilizada desde épocas milenarias con una distribución nororiental. Tiene tallos arborescentes que pueden llegar a medir hasta 2 m de altura, las hojas son muy largas de hasta de 2 m y la semilla es de color blanca con un apéndice en la parte externa de la calaza y una capa interna muy áspera llamada esclerotesta. El teosinte es considerado un fósil viviente es una planta nativa cuyos pseudofrutos son utilizados en la región nororiental de Honduras como alimento. Contiene azúcares, ácidos grasos, aminoácidos, proteínas, minerales y fibras (Marcia, Sosa, & Herrera, 2022).

En Honduras el teosinte *Dioon mejiae* se ha cultivado desde tiempos prehistóricos y su uso como alimento como el consumo humano ha sido aislado y reducido. Sin embargo, sus semillas son prometedoras por su alto contenido en carbohidratos, proteínas y minerales para hacer frente a la inseguridad alimentaria (Marcia, Sosa, & Herrera, 2022).



Figura 3. Teosinte (*Dioon mejiae*).

Fuente: (Marcia, Sosa, & Herrera, 2022).

3.2.1. Composición nutricional del teosinte

El teosinte posee nutrientes y cualidades que le confieren excelentes capacidades nutricionales y beneficiosas para la salud (ver tabla 3), así como una muy buena alternativa industrial y tecnológica para ser utilizada principalmente en mezclas con otros tipos de harina o como alimento complementario en una dieta diaria (Bastias, Varela, & Calderon, 2020).

Tabla 3. Composición nutricional del teosinte

Componentes	Porcentaje G
Humedad	13.11
Cenizas	1.16
Proteínas	9.67
Fibra dietética total	6.24
Fibra dietética saludable	1.47
Almidón	67.90
Energía	343.68 Kcal

Fuente: (Bastias, Varela, & Calderon, 2020).

3.2.2. Harina del teosinte

A partir del teosinte se pueden elaborar productos como son las harinas, que, a su vez, pueden ser utilizadas para la elaboración de alimentos, contiene un buen porcentaje de carbohidratos, grasas, y proteínas, con lo cual se demuestra que esta harina tiene un valor nutricional importante por ende la harina del teosinte es un alimento calórico conteniendo principalmente almidón (Marcia, Sosa, & Herrera, 2022).

Asimismo, en el estudio publicado por (Bastias, *et al*, 2020). Encontraron que la harina del teosinte es un alimento calórico conteniendo principalmente almidón⁷. El contenido de proteína fue similar a la de otros cereales (9.67 ± 0.08 g/100 g de harina) que incluían ácido glutámico, leucina y especialmente lisina, proporcionando más del 25% de estos aminoácidos esenciales para un adulto de 70 kg, además de el alto contenido de ácidos grasos insaturados, predominando: el ácido oleico (C18:1) y ácido linoleico (C18:2)⁷.

En cuanto a los minerales, la harina de teocinte presenta Fe (6.85 ± 0.63 mg/100 g de harina), Zn (1.46 ± 0.13 mg/100 de harina), Ca (14.86 ± 1.86 mg/ 100g de harina) y P (241 ± 0.01 mg/ 100 g de harina)⁷ (Bastias, *et al*, 2020).

La harina de teosinte se puede utilizar por si sola o en mezcla con otros tipos de harinas en el desarrollo de

nuevos productos o alimentos fortificados. La harina de teosinte puede considerarse un potencial alimento funcional, por su actividad antioxidante. Se recomienda para futuros estudios la realización de pruebas de identificación y cuantificación de moléculas bioactivas del teosinte como son los compuestos fenólicos y carotenoides. Es importante destacar que al ser el teosinte una planta en peligro de extinción es necesario su protección y propagación a partir de bancos de germoplasma y cultivos *in vitro* (Marcia, Sosa, & Herrera, 2022).

3.3. Quinua

La quinua está considerada como el alimento más completo para la nutrición humana basada en proteínas de la mejor calidad en el reino vegetal por el balance ideal de sus aminoácidos esenciales, ácidos grasos como omega 3, 6 y 9, en forma equilibrada, vitaminas, y minerales como el calcio y el hierro (Mujica & Jacobsen, 2006)

La quinua se utiliza en la alimentación humana, en el desayuno de los niños como producto balanceado con otros granos, en sopas, lawas, guisos, pesque, quispíña, api, chicha blanca, chaulafan de quinua en el Ecuador, humita dulce de quinua en Bolivia, galletas, panes, tortillas y postres, por enumerar algunas de los preparados tradicionales en los países andinos (Mujica & Jacobsen, 2006).

En la medicina, se le atribuyen propiedades cicatrizantes, desinflamantes, analgésicas y desinfectantes. Por la importancia nutricional atribuida a la quinua es demandada últimamente por Alemania, Dinamarca, Francia, Japón, Gran Bretaña y USA.

3.4. Kiwicha

Es una de las plantas más antiguas de América, además de ser muy importante en la antigüedad. Se cultivaba desde el año 5,000 A.C. aproximadamente. Esta planta es originaria de México, luego fue trasladada a otros

países. Los antiguos consideraban como un cultivo de alto rendimiento y de alto poder curativo, los aztecas como parte de sus tradiciones y ceremonias religiosas, por el vigor que proporcionaba; pero, durante la conquista española, casi se extinguió (Taype, 2017).

La composición química promedio de la kiwicha indica un contenido de 62-64 % de almidón, 12-15 % de proteínas de 2-3 % de azúcares totales, 7 – 8 % de grasas y 2- 2,3 % de ceniza⁷. El contenido de proteínas en el grano es elevado (12-16 %) con un óptimo balance de aminoácidos mientras que el maíz alcanza únicamente el 10 %¹² (Taype, 2017). Los elementos inorgánicos más importantes en la kiwicha son el sodio, potasio, calcio, hierro, fósforo, magnesio y otros elementos, aunque en cantidades pequeñas son indispensables para la vida (Taype, 2017)

3.5. Linaza

La semilla de lino, mejor conocida como linaza, es una oleaginosa de origen mediterráneo, considerada hasta hace poco como una “oleaginosa industrial” por sus múltiples usos diferentes al de la alimentación. Sin embargo, variados estudios que muestran su valor nutritivo han despertado el interés de la industria de alimentos y del consumidor (Cuevas & Sangronis, 2012)

La linaza posee un elevado contenido de grasa, fibra y proteínas, así como un aceite, rico en ácidos grasos omega 3 y un considerable contenido de lignanos con efectos beneficiosos sobre la regulación hormonal y en la prevención de enfermedades como el cáncer y la diabetes. Además, la linaza contiene compuestos polifenólicos, que le confieren una alta capacidad antioxidante (Cuevas & Sangronis, 2012)

3.6. Ajonjolí

El ajonjolí, también conocido como sésamo, es una semilla muy utilizada en la cocina mediterránea y asiática. Se caracteriza por su sabor ligeramente tostado y un poco amargo (Seed, 2004). El ajonjolí tiene un alto valor nutritivo, destaca por su alto contenido en grasas saludables y proteínas, convirtiéndolo en un alimento muy completo nutricionalmente (Namiki, 2007).

Es de resaltar su contenido de proteína, que oscila entre 12 a 23% y el contenido de aceite, entre 40 y 60%; la calidad de su aceite esencialmente con alto contenido de ácido linoleico de 35 a 41% del aceite total (Kahyaoglu & Kaya, 2006)

3.7. Barra Nutricional

Las barras nutricionales son un complemento calórico y nutricional para casos en los que haya que incrementar la energía o los nutrientes que aporta la dieta, se trata de productos comercializados bajo diferentes marcas y que, en poco espacio y peso, aportan gran densidad de energía, el peso de cada unidad, envuelta individualmente, suele oscilar entre los 25 y los 70 gramos, y resultan muy fáciles de transportar y conservar (Heras, 2022).

El consumo de estas barras energéticas está siendo bastante popular entre una parte considerable de la población, debido a la creencia de los efectos beneficiosos asociados a su consumo (Reyna, *et al*, 2016). Además, desde el punto de vista de sus dimensiones, podrían considerarse un alimento portátil y de proporciones controladas, ideal para una comida como la merienda en cualquier tratamiento nutricional (Reyna, *et al*, 2016).

Los cereales y granos tienen alto contenido de proteínas cuya calidad y cantidad de aminoácidos es superior a la del trigo, son buenas fuentes de energía y micronutrientes como calcio (kiwicha) y vitamina E (quinua), además, aportan fibra dietética insoluble y soluble y son muy indispensables para elaborar barras nutritivas (Acero, *et al*, 2022).



Figura 4. Barra Nutricional.

Fuente: (Heras, 2022).

3.8. Análisis sensorial

Los análisis sensoriales consisten en la evaluación objetiva de productos alimentarios a través del sentido humano bien entrenado. Las pruebas sensoriales implican métodos científicos para comprobar el aspecto, la textura, el olor y el sabor de un producto (Tentamus , 2024)

Para que las pruebas sensoriales tengan éxito, la selección de la muestra, la preparación, la neutralización, la codificación y la presentación son fundamentales para proporcionar una evaluación objetiva (ver anexos 1 y 2) (Tentamus , 2024)

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Lugar de investigación

El trabajo de investigación profesional supervisado se llevó a cabo en la Universidad Nacional de Agricultura, ubicada en el Barrio, El Espino, Catacamas, Olancho. Posteriormente se continuo el proyecto de investigación en la universidad Nacional de Trujillo, ubicada en Trujillo, La Libertad, Perú, Calle Av. Tingo María 1112 en Trujillo.



Figura 5. UNAG, Honduras & UNT, Perú.

Fuente: Propia.

4.2. Materiales y equipo

Para la elaboración de la barra nutricional a base de carao y teosinte se utilizó una serie de materiales y equipos, (ver tabla 4).

Tabla 4. Materiales y equipos

Materiales y equipo	Descripción
Teosinte	582 g obtenido de los comercios locales en el municipio de Gualaco, Olancho, Honduras.
Carao	390 g obtenido de la isla de Guapinol, Marcovia, Choluteca, Honduras.
Quinua	630 g, marca comercial Quinua pop, obtenido de mercados locales de Perú.
Kiwicha	420 g, obtenido de mercados locales, de Perú.
Linaza	210 g, obtenido de mercados locales de Perú
Ajonjolí	210 g, obtenido de mercados locales de Perú.
Equipos	Descripción
Estufa	1 unidad, marca Whirpool accubake system. California del Norte
Licuadaora	1 unidad, marca Waring Pro 3Hp Blender, Estados Unidos
Deshidratador	1 unidad, marca Excalibur parallexx 3526T, Estados Unidos
Texturometro	TA. HD PLUS. Stable Micro System
Balanza	1 unidad, marca Acculab VI-10kg
Molino	1 unidad, marca Estilo dentado de 3 kg fuerza
Tamizador	1 unidad, marca Malla, comercial
Horno	1 unidad, marca Fisher scientific
Cuchillo	1 unidad, marca NAST 6x12
Termómetro	1 unidad, marca Cole-Parmer)
Bandeja de hornear	1 unidad, marca Acero inoxidable 50x35 cm
Cuchara	3 unidades, marca Acero inoxidable
Cucharon	2 unidades, marca Acero inoxidable
Gabacha	De tela
Botas de hule	1 par, marca industrial, Honduras
Reactivos	Descripción
Ácido Sulfúrico	Eliminar la materia orgánica, determinación de proteínas
Ácido Solución de HCl	0,1 N valorado en proceso de destilación en fuente de vapor, determinación de proteínas.
Solución de NaOH	0,1 N valorado, en proceso de titulación, determinación de proteínas.

Solución de NaOH	Al 50%
metanol grado HPLC	3 mL, cuantificación de compuestos fenoles y antioxidantes
Folin-Ciocalteu	Utilizado como estándar para la preparación de extractos en los compuestos fenólicos.
Acido gálico	Usado para elaborar la curva estándar en un rango de concentraciones de 0.0216-0.1080 mg/mL.
Perufato de amonio	2.5 mL de solución
Medio gástrico	10 mL de solución

Fuente: Propia.

4.3. Metodología

El desarrollo de la barra nutricional se realizó mediante 4 fases. En la primera fase se obtuvo la harina de teosinte y carao donde se realizó una prefermentación con el objetivo de eliminar los olores característicos del teosinte y carao. Para la segunda fase se diseñó las formulaciones para la elaboración de la barra nutricional. En la tercera fase se realizó la optimización de la formulación. En la última fase se determinó la composición química de la fórmula optimizada.

4.4. Manejo del proyecto

Para el desarrollo de la metodología en la investigación se realizó en cuatro fases:

Fase 1: Obtención de materia prima

En esta primera etapa, se procedió a obtener las harinas de teosinte y de carao, materias primas fundamentales para la elaboración de la barra nutricional. Este proceso implicó la recolección de las materias primas, su procesamiento y obtención de las harinas.

Harina de teosinte

Para la obtención de la harina de teosinte se llevó a cabo mediante una serie de pasos, el cual se recolecto y selecciono teosinte siendo este recolecto en el municipio de Gualaco, Olancho. Así mismo se procedió a separar manualmente corteza y semilla, las semillas se sometieron a lavado con agua potable durante cinco ocasiones hasta eliminar residuos de corteza, seguidamente se secaron a temperatura ambiente, para después realizar el proceso de pelado manual y posteriormente el escaldado con carbonato de calcio grado alimentario con relación 1:10 durante 1.5 horas a 160° C, seguidamente las semillas se escurrieron durante 2 horas y se parten manualmente y se separa el pericarpio hasta obtener la nuez, esta se sometió a secado con flujo convectivo de aire caliente a 50° C durante 3 horas. Finalmente, la nuez se molió en un molino estilo dentado de 3 kg fuerza hasta la obtención de la harina con un tamizaje de Mesh 35 μ m, posteriormente, se envaso al vacío en bolsas de polipropileno de doble capa y se almaceno en un lugar seco hasta el momento del diseño de las formulaciones.

Harina de carao

El fruto de *C. grandis* (Carao) se recolecto de la Reserva Biológica Guapinol, Municipio de Marcovia, Departamento de Choluteca (Honduras), Se separo la pulpa y se extrajo una cantidad de 600 g de pulpa de Carao, La solución acuosa de Carao obtenida se liofilizó en un deshidratador (Excalibur parallexx 3526T) durante 3 h a una temperatura de -80 °C y una presión de cámara de 0,1 a 0,5 Pa. El polvo de pulpa de Carao liofilizado se guardó en bolsas de plástico para su uso posterior.

Fase 2: Desarrollo de formulaciones

La segunda fase consistió en el diseño de un protocolo detallado para la elaboración de la barra nutricional. Este protocolo incluyó los pasos precisos, las cantidades de ingredientes, los procesos de mezcla y cocción, así como cualquier otra consideración relevante para asegurar la reproducibilidad del producto.

- **Pesaje:** después de la obtención de todos los ingredientes, estos se pesarán de acuerdo con las formulaciones establecidas.
- **Mezcla de insumos sólidos:** se mezclaron los insumos sólidos (teosinte, carao, Quinoa, Kiwicha, Ajonjolí, Linaza,) en un recipiente de acero inoxidable hasta homogenizar.
- **Mezcla ingredientes líquidos:** en una cacerola a fuego lento se disolverá el (agua, azúcar) hasta obtener un fluido homogéneo.
- **Homogenización:** se vertiera el ingrediente sólido sobre la mezcla de los insumos líquidos, y se homogenizara durante 1 minuto. Posteriormente para ser colocados en moldes.
- **Horneado:** por 25 minutos a 170 °C.
- **Enfriado:** se retirará del horno, para ponerlos a enfriar por 20 minutos.
- **Empaque:** al enfriar, se empaquetará las barras en bolsas Ziploc.

Fase 3. Optimización de formulación

Para poder determinar el aporte nutricional, antioxidantes, fenoles y gestión gástrica del carao, del teosinte y la barra nutricional, se trabajó en el tratamiento óptimo mediante el análisis de evaluación de textura empleando un textuómetro (TA. HD PLUS. Stable Micro System). Se instaló una celda de carga de 100kg-f. se realizó la prueba de corte empleando una guillotina, con una velocidad antes de la prueba de 1 mm/s; velocidad de ensayo de 2 mm/s; y después de la prueba de velocidad de 1 mm/s.

Fase 4. Analizar las características sensoriales del producto para poder determinar el grado de aceptabilidad organoléptica.

Las características que se evaluaron son: color, aroma, sabor, textura donde se trabajó con 14 tratamientos diferentes, siendo la formulación 14 el tratamiento control. La prueba que se aplicó es la de escala hedónica en consumidores, con un rango de uno a nueve donde 1 va desde me disgusta

muchísimo y el 9 me gusta muchísimo (ver tabla 5). Para ello se realizó un formato para la evaluación de la aceptabilidad del producto el cual se aplicó a una determinada población contando con 52 jueces no entrenados y va dirigida a una población de jóvenes y adultos con un rango de edad entre 18 – 50 años.

Tabla 5. Escala hedónica de 9 puntos

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

Fuente: Propia.

4.5. Diseño experimental

Para el desarrollo de la investigación se realizó mediante el análisis de varianza para un diseño de bloques incompletos balanceados, utilizando el diseño DBIA, se trabajó con 13 tratamientos y un tratamiento control, donde las variables fueron constantes solo el % de carao y teosinte fueron diferentes en los 13 tratamientos, se trabajó con tres replicas para cada tratamiento haciendo una suma total de 39 réplicas (ver tabla 6). Para el análisis sensorial se utilizó jueces no entrenados donde ellos nos ayudaron a evaluar el sabor, color, textura, olor de la barra nutricional.

Tabla 6. Tabla de tratamientos

Tratamiento	Teosinte	Carao	Quinua	Kiwicha	Ajonjolí	Linaza	Azúcar	Agua
T1	15 g	10 g	15 g	10 g	5 g	5 g	20 g	40 ml
T2	15 g	2.9 g	15 g	10 g	5 g	5 g	20 g	40 ml
T3	7.9 g	10 g	15 g	10 g	5 g	5 g	20 g	40 ml
T4	20 g	15 g	15 g	10 g	5 g	5 g	20 g	40 ml
T5	10 g	5 g	15 g	10 g	5 g	5 g	20 g	40 ml
T6	20 g	5 g	15 g	10 g	5 g	5 g	20 g	40 ml
T7	15 g	10 g	15 g	10 g	5 g	5 g	20 g	40 ml
T8	15 g	10 g	15 g	10 g	5 g	5 g	20 g	40 ml
T9	15 g	10 g	15 g	10 g	5 g	5 g	20 g	40 ml
T10	22 g	10 g	15 g	10 g	5 g	5 g	20 g	40 ml
T11	15 g	17.1 g	15 g	10 g	5 g	5 g	20 g	40 ml
T12	10 g	15 g	15 g	10 g	5 g	5 g	20 g	40 ml
T13	15 g	10 g	15 g	10 g	5 g	5 g	20 g	40 ml
T14	-	-	15 g	10 g	5 g	5 g	20 g	40 ml

Fuente: propia.

4.6. Análisis estadístico

Los datos se analizaron utilizando el ANOVA 0,05. se utilizó para evaluar si existen diferencias significativas entre las medias de los grupos comparados. Si el valor p resultante del ANOVA es menor que 0,05, se concluye que hay diferencias significativas entre al menos dos de los grupos.

4.7. Análisis fisicoquímicos

Los análisis fisicoquímicos se realizaron en el laboratorio físico químico ambiental Perú S.A.C

4.7.1. Determinación de proteínas (método Kjeldahl)

Para la determinación analítica del contenido en proteína total o “proteína bruta”, se determina por lo general el contenido de nitrógeno (N) tras eliminar la materia orgánica con ácido sulfúrico (método de Kjeldahl), calculándose finalmente el contenido de proteína por ayuda de un factor (en general $f = 6,25$). La sustancia para investigar se somete a un tratamiento oxidativo con H_2SO_4 concentrado en presencia de una mezcla catalizadora, del sulfato amónico formado se libera el amoníaco por tratamiento alcalino y éste se transporta con ayuda de una destilación en corriente de vapor a un recipiente con HCl valorado y se realiza su titulación con una disolución valorada de NaOH. El contenido de proteína de la muestra se calcula teniendo en cuenta el contenido medio en nitrógeno de la proteína en cuestión, aplicando factores empíricos para cada tipo de alimento.

4.7.2. Determinación de humedad (Método de secado directo)

Procedimiento:

1. Colocar la luna de reloj a la estufa, a $103^{\circ}C$ por 20 minutos
2. Enfriar en el desecador
3. Pesar la luna seca fría
4. Pesar sobre la luna una cantidad de muestra aproximada (aprox. 10 gr.) y distribuirla en forma homogénea.
5. Colocar la muestra en la estufa por una hora
6. Enfriar en el desecador y pesar

Formula 1.Determinación de humedad

$$\% \text{ Humedad: } \frac{\text{Pérdida de peso}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

4.7.3. Determinación de las cenizas

Procedimiento:

1. Se pesa el crisol, Pc
2. Se pesa el crisol más la muestra Pc+m
3. El peso de la muestra resulta de la resta del 1ro menos el 2do
4. Luego se lleva a quemar al horno a 400 °C x 3 a 4 horas
5. Se pesa el crisol
6. El peso de la ceniza resulta de la resta del Pc+m menos Pc
7. Luego se calcula el % de cenizas con la siguiente formula:

Formula 2. Determinación de cenizas

$$\% \text{ Ceniza: } \frac{\text{Peso de ceniza}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

4.8. Análisis de actividad antioxidante, fenoles y *In vitro*

Los análisis se realizaron en el laboratorio de Ingeniería de Procesos Agroindustriales, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. Biotecnología Aplicada del Perú S.A.C., Trujillo, Perú.

4.9. Preparación de extractos

Para la cuantificación de compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante, extractos fueron obtenidos usando el método de agotamiento por ultrasonido. (Alrededor de 0.25 gramos de la materia prima y de la barra) fue extraídos en 3 mL de una mezcla de metanol grado HPLC (JT Baker, USA) con agua ultrapura (80:20 v/v), y colocado en un baño de ultrasonido a 40 MHz a temperatura ambiente por 15 min. El

sobrenadante fue recuperado por centrifugación. El proceso fue repetido dos veces adicionales y los sobrenadantes fueron combinados y aforados en una fiola volumétrica de 10 mL con metanol:agua (80:20 v/v).

4.10. Compuestos fenólicos totales (TPC)

Los compuestos fenólicos totales en los extractos fueron evaluados usando el reactivo de Folin-Ciocalteu y ácido gálico como estándar. De forma adecuada, las muestras fueron mezcladas con agua ultrapura, seguido del reactivo de Folin-Ciocalteu y carbonato de sodio. La mezcla fue dejada en reacción por 18 min y posteriormente la absorbancia fue grabada a 755 nm. Ácido gálico fue usado para elaborar la curva estándar en un rango de concentraciones de 0.0216-0.1080 mg/mL. Los datos fueron expresados como miligramos equivalentes de ácido gálico por gramo o mililitro de muestra.

4.11. Actividad antioxidante

4.11.1. Ensayo de inhibición de DPPH

La evaluación de la actividad de la capacidad del secuestro del radical DPPH fue llevado a cabo tomando como referencia el método original de Brand & Williams (1995) con algunas modificaciones (materia prima y 3 mL de M.P). De forma adecuada 30 μ L de los extractos previamente diluidos fueron mezclados con 270 μ L de una solución de DPPH (0.1 mM) en metanol grado HPLC y agua ultrapura (80:20 v/v). La mezcla fue incubada a temperatura ambiente por 30 min y luego los valores de absorbancia fueron grabados en un lector de multiplacas H1 (Biotek, Germany) a una longitud de onda de 517 nm, usando como blanco metanol: agua (80:20 v/v). Una curva de calibración fue hecha usando como patrón trolox y los valores fueron expresados como la media de tres repeticiones (μ M equivalente de trolox por mL) $\pm$ la desviación estándar.

4.11.2. Inhibición del radical ABTS.

La determinación de la actividad del secuestro del radical ABTS fue estimado usando como referencia el método propuesto por Re et al. (1999) con ligeras adaptaciones (Materia prima 0.25 g). De forma adecuada una solución stock de 7.5 mM de ABTS y 2.5 mM de persulfato de amonio fue preparada 18 horas antes de los ensayos. La solución stock fue diluida en buffer fosfato pH 7.4 para obtener la solución de trabajo, la dilución fue ajustada hasta alcanzar un valor de absorbancia comprendido entre 0.8-0.9 (a.u). La reacción fue llevada usando 30 μ L de los extractos y 130 μ L de la solución de trabajo de ABTS^{•+}. El valor de la absorbancia fue grabado luego de 10 min de incubación a temperatura ambiente usando un lector de multiplacas H1 (Biotek, Germany) a una longitud de onda de 734 nm y empleando buffer fosfato pH 7.4 como blanco. Una curva de calibración fue hecha usando como patrón trolox y los valores fueron expresados como la media de tres repeticiones (μ M equivalente de trolox por mL) $\pm$ la desviación estándar.

4.12. **Análisis *In vitro* similitud gastrointestinal digestion**

Ensayos de digestión *in vitro* (fase gástrica e intestinal) fueron llevado a cabo con la finalidad de evaluar su efecto sobre el contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante siguiendo el protocolo armonizado de Minekus et al. (2014), con ligeras modificaciones (materia prima 0.5 g). Para la digestión gástrica aproximadamente 0.5 gramos de muestra (barra) fueron disueltos con 10 mL de agua ultrapura. La suspensión fue sometida a una etapa de digestión gástrica con 10 mL de medio gástrico simulado (SGF) (1:1 v/v) y el pH fue ajustado a pH 3.0 usando HCl 0.1 M. La mezcla fue incubada a 37 °C e inmediatamente pepsina (25,000 U/mL) (Sigma-P7012) fue añadida y dejada en incubación a 37°C por 2h. Una alícuota (2 mL) fue separada, centrifugada y el sobrenadante fue recuperado por centrifugación a 5000 rpm-1 por 30 min para posteriores análisis. Luego, el remanente fue sometido a una fase de digestión intestinal en medio intestinal simulado (SIF), y el pH fue ajustado a 7.0 con NaOH 0.1M y una solución de pancreatina (800 U/mL) y bilis (160 mmol). La mezcla fue incubada a 37 °C por 2 horas en agitación constante. Posteriormente, el sobrenadante de toda la digestión fue recuperado por centrifugación a 5000 rpm-1 por 30 min. El TPC y la actividad antioxidante fue determinado en las muestras conforme a la metodología antes mencionada.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Análisis de Varianza para un Diseño de Bloques Incompletos Balanceados

a). Color

La mayoría de los tratamientos presentan medianas de "Color" en el tratamiento 6 hay una cierta variabilidad en cuanto al rango de los datos (altura de las cajas y longitud de los bigotes). Dentro de los tratamientos destacados T5 y T12, T4, tienen rangos más amplios, lo que indica una mayor dispersión de los datos. (ver figura 6).

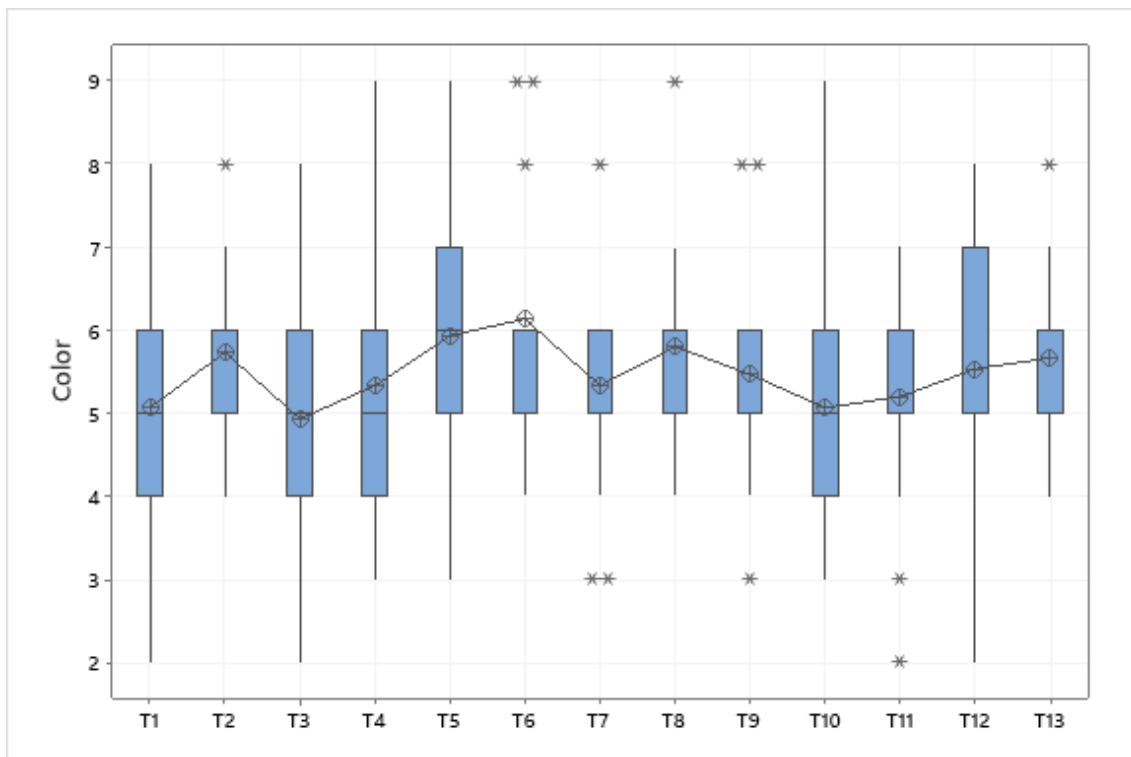


Figura 6. Gráfico de cajas de color.

Varios tratamientos (por ejemplo, T1, T4, T5, T6, T10, etc.) presentan puntos aislados que son valores extremos y dentro de estos tratamientos el que tuvo mayor aceptabilidad en cuanto al color fue T6 (20g/5g). Aunque hay algunas diferencias, los tratamientos parecen tener valores de "Color" centrados en un rango común, sugiriendo cierta consistencia. Según estudios previos, las condiciones de tratamiento influyen significativamente en la percepción y medición del color en productos alimenticios y materiales industriales (González et al, 2021).

b). Aroma

El gráfico muestra que los tratamientos tienen comportamientos similares en cuanto al aroma, con medianas que varían poco (ver figura 7).

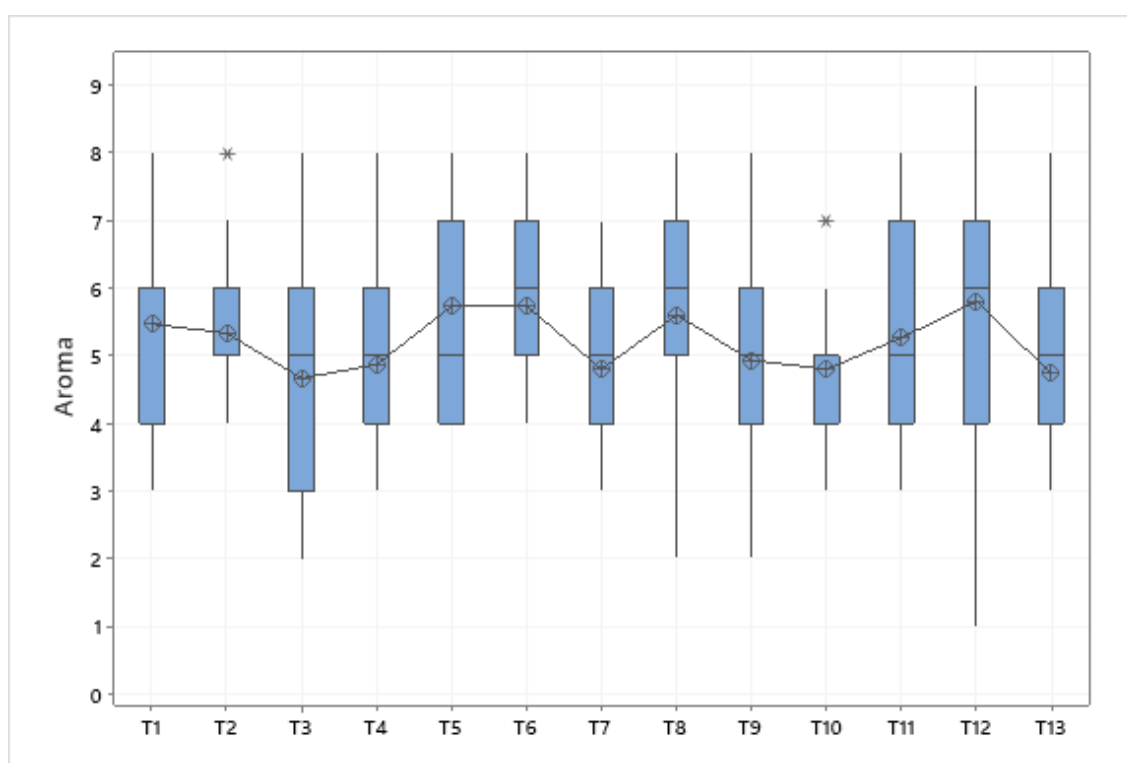


Figura 7. Gráfico de cajas de aroma.

Sin embargo, hay diferencias en la dispersión de los datos y la presencia de valores atípicos en algunos tratamientos. Esto podría indicar que ciertos tratamientos generan resultados más consistentes (como T7

y T9), mientras que otros muestran mayor variabilidad (como T3 y T6) se observan algunos valores atípicos en T2 y T10, indicativos de respuestas discrepantes, T12 (10g/15g). La presencia de outliers puede deberse a la percepción individual de los evaluadores o a variaciones en la formulación (Lawless, 2010)

c). Sabor

Se observa una considerable variabilidad en la percepción del sabor a lo largo de los diferentes tiempos. La altura de las cajas y la longitud de los bigotes indican que la dispersión de los datos es bastante amplia en algunos casos.

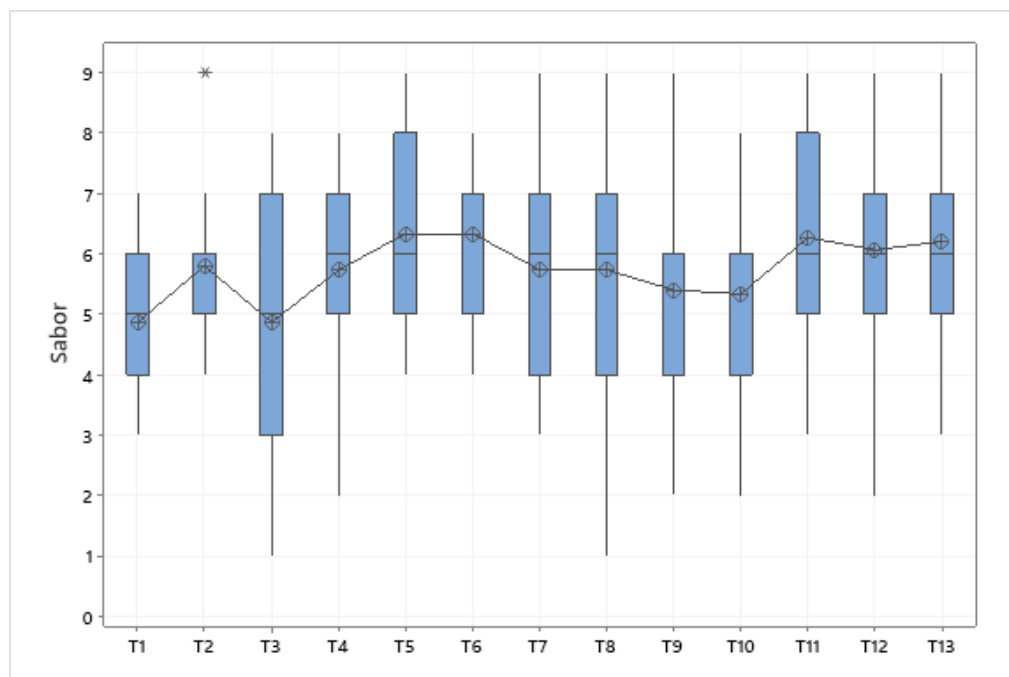


Figura 8. Gráfico de cajas se sabor.

A simple vista, no se aprecia una tendencia clara y consistente en el aumento o disminución de la percepción del sabor a lo largo del tiempo (ver figura 8). Los valores de la mediana fluctúan alrededor de un valor central, sugiriendo que, en promedio, la percepción del sabor se mantiene relativamente estable y la presencia de un valor atípico en T6 (20g/15g) sugiere que en ese momento específico hubo

una percepción del sabor excepcionalmente alta en comparación con los otros tiempos. Esto podría deberse a factores externos como variaciones en la preparación, las condiciones de degustación o la sensibilidad individual de los evaluadores. La percepción del sabor es fundamental para la aceptación del consumidor en productos nutricionales (Menozzi, 2020). Por lo tanto, los tratamientos con mayores puntuaciones medianas podrían ser considerados para producción a gran escala.

d). Textura

Se puede observar una considerable variabilidad en la percepción de la textura a lo largo de los diferentes tiempos. La altura de las cajas y la longitud de los bigotes indican que la dispersión de los datos es bastante amplia en algunos casos. (ver figura 9)

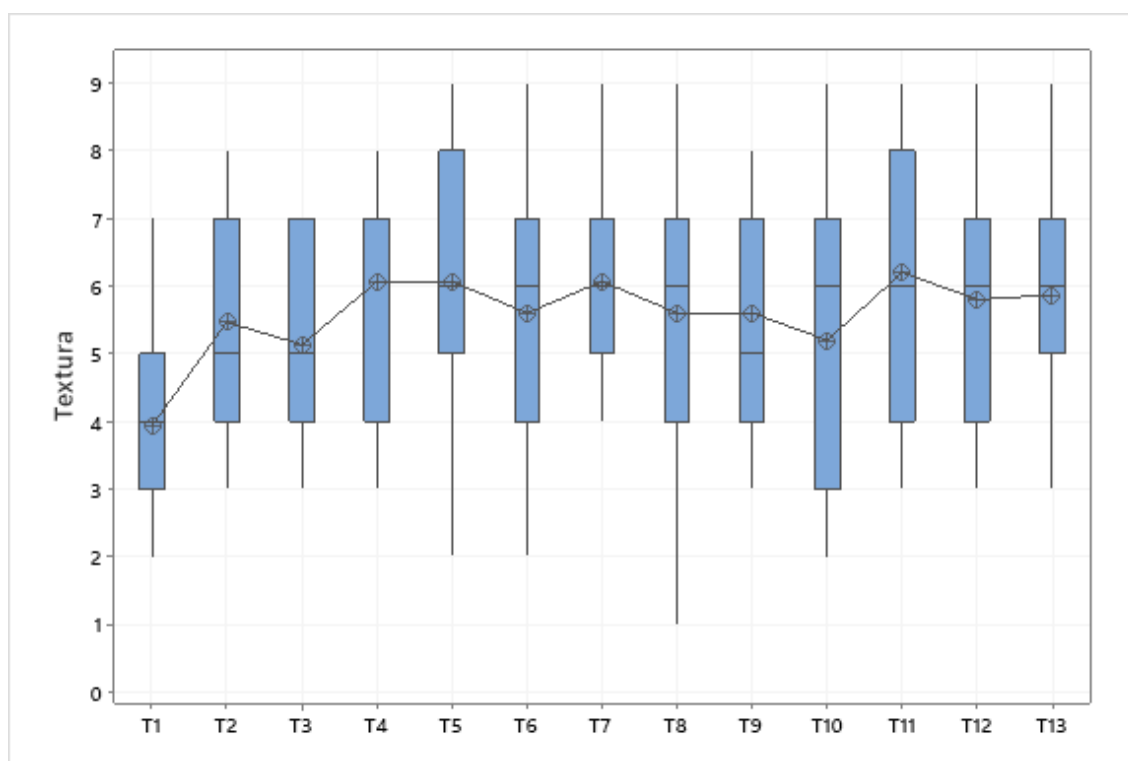


Figura 9. Gráfico de cajas de textura.

A simple vista, la línea que une las medianas no muestra una tendencia clara y consistente en el aumento o disminución de la percepción de la textura a lo largo del tiempo. Los valores de la mediana fluctúan alrededor de un valor central, sugiriendo que, en promedio, la percepción de la textura se mantiene relativamente estable (ver figura 9). Por ejemplo, en T5 y T6, T8, se observa una mayor dispersión en los datos, lo que indica una mayor variabilidad en la percepción de la textura en esos momentos, pero el que tubo mejor aceptación en cuanto a la textura fue T11 (15g/17.1). Al comparar las cajas de diferentes tiempos, se pueden identificar momentos en los que la percepción de la textura fue más homogénea (cajas más pequeñas) o más heterogénea (cajas más grandes) (Spence, 2015)

5.2. Análisis fisicoquímicos

La composición nutricional de la muestra (100g), que corresponde a la barra nutricional, revela un perfil equilibrado diseñado para aportar energía y nutrientes esenciales. Con un alto contenido de carbohidratos (73.99%), esta barra está orientada a proporcionar una fuente rápida y sostenida de energía, ideal para deportistas (ver tabla 7). Su aporte moderado de proteínas (12.82%) y grasas (8.17%) refuerza su capacidad para apoyar la recuperación muscular y contribuir a la saciedad. Además, el contenido de fibra (5.11%) mejora su funcionalidad digestiva, mientras que la baja humedad (4.16%) favorece su conservación.

Tabla 7. Análisis fisicoquímicos

CODIFICACIÓN DE MUESTRA		P01
Parámetros	Unidades	Resultados
Proteínas	%	12.82
Grasas	%	8.17
Fibra	%	5.11
Carbohidratos	%	73.99
Cenizas	%	0.86
Humedad	%	4.16
Valor Energético	Kcal	420.77
Hierro	Fe mg/100 g	11.6
Calcio	Ca mg/100 g	11.5
Zinc	Zn mg/100 g	9.0

En términos de micronutrientes, destaca el alto contenido de hierro (11.6 mg/100 g), que es beneficioso para la prevención de anemia, acompañado de niveles adecuados de calcio (11.5 mg/100 g) y zinc (9.0

mg/100 g), esenciales para la salud ósea, inmunológica y metabólica. Con un valor energético de 420.77 Kcal por cada 100 g, la alta proporción de carbohidratos (73.99%) en la barra sugiere que está diseñada para proporcionar una fuente rápida y sostenida de energía, lo cual es crucial para los deportistas que requieren combustible rápido durante y después del ejercicio. Los carbohidratos son la principal fuente de energía en el cuerpo, especialmente durante la actividad física intensa, y ayudan a reponer los depósitos de glucógeno muscular después del ejercicio (Jeukendrup, 2010).

5.3. Análisis de fenoles totales, antioxidantes y *In vitro*

Tabla 8. Compuestos fenólicos totales de la materia prima y de la barra formulada

Muestra	Compuestos fenólicos totales (mg eq. ácido gálico/ g b.s.)
Carao	82.71 ± 4.20
Teosinte	9.75 ± 0.46
Barra	5.53 ± 0.18

- Los datos corresponden a la medida de tres repeticiones ± desviación estándar.

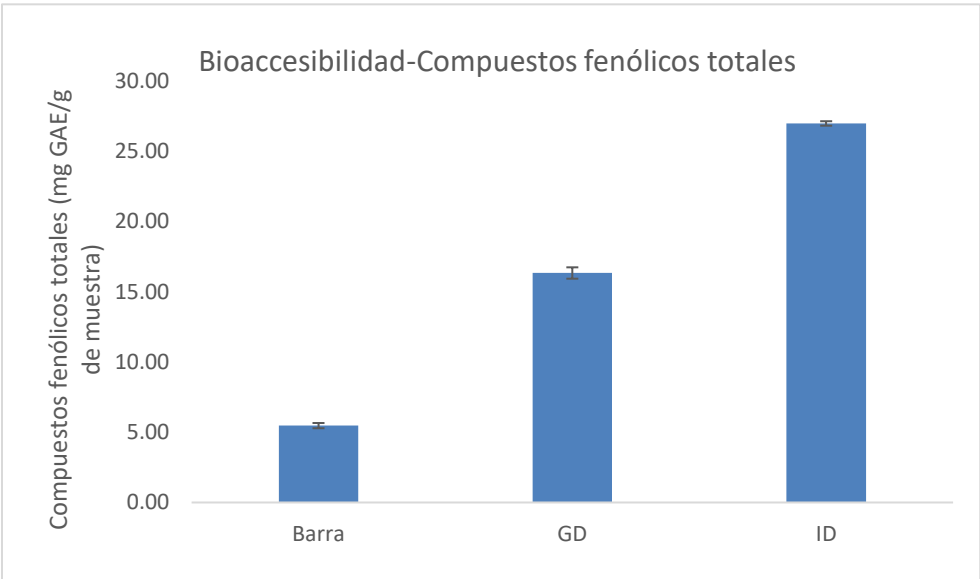


Imagen 10. Grafico de bioaccesibilidad de los compuestos fenólicos en la barra nutritiva, digestión gástrica, digestión intestinal.

La gráfica muestra los niveles de bioaccesibilidad de compuestos fenólicos totales en tres muestras diferentes: Barra, GD e ID. La barra presenta los niveles más bajos de bioaccesibilidad de los compuestos fenólicos. La GD Muestra niveles intermedios, con una cantidad considerablemente mayor de compuestos fenólicos bioaccesibles en comparación con la Barra (ver imagen 10). Y la ID exhibe los niveles más altos de bioaccesibilidad, indicando que una mayor proporción de los compuestos fenólicos presentes en esta muestra son capaces de ser absorbidos por el organismo. La bioaccesibilidad de los compuestos fenólicos en alimentos puede mejorar con ciertos tratamientos, como la cocción o la fermentación, que alteran la estructura de la matriz alimentaria y liberan los compuestos fenólicos en formas más accesibles (Cao et al, 2019)

Tabla 9. Actividad antioxidante de la materia prima y del producto

MUESTRA	Actividad Antioxidante	
	DPPH	ABTS
Carao	34.21 ± 1.23	73.47 ± 4.73
Teosinte	1.59 ± 0.12	15.70 ± 0.87
Barra	3.96 ± 0.14	42.28 ± 1.98

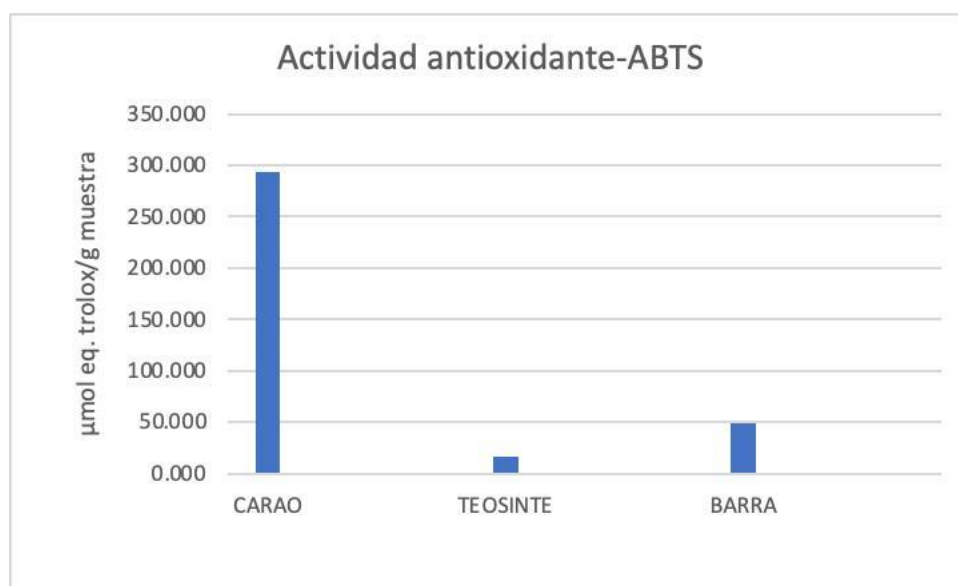


Imagen 11. Grafico de bioaccesibilidad antioxidante en la barra nutritiva, carao y teosinte.

La gráfica presentada muestra una comparación de la actividad antioxidante, medida por el método ABTS, en tres muestras: Carao, Teosinte y Barra. El método ABTS es una prueba común para evaluar la capacidad de una sustancia para neutralizar radicales libres, lo cual es una medida de su potencial antioxidante (ver imagen 11). El Carao, presenta la actividad antioxidante más alta de las tres muestras. Esto indica que el Carao es una fuente rica en compuestos con capacidad para neutralizar radicales libres. La barra, muestra una actividad antioxidante significativamente menor en comparación con el Carao, pero superior al teosinte y el teosinte, presenta la actividad antioxidante más baja de las tres muestras, lo que sugiere un menor contenido de compuestos antioxidantes en comparación con las otras dos. (Rodríguez, 2019) sugieren que las propiedades antioxidantes de varias plantas de la familia Fabaceae, a la que pertenece la Barra, son de interés para estudios de salud, ya que ofrecen protección frente a enfermedades degenerativas.

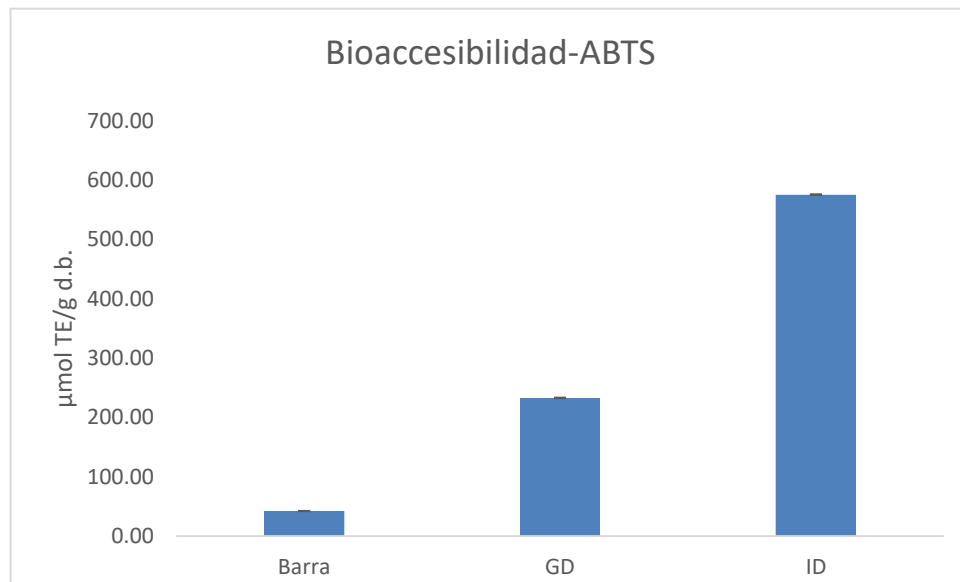


Imagen 12. Grafico de bioaccesibilidad de in vitro en la barra nutritiva posterior a la (GD), (ID).

La gráfica presenta los resultados de un ensayo de bioaccesibilidad ABTS, el cual mide la capacidad antioxidante de diferentes muestras. En este caso, se comparan tres muestras: Barra, GD e ID. La muestra ID presenta la mayor actividad antioxidante, lo que significa que contiene una mayor cantidad de compuestos capaces de neutralizar los radicales libres. Capacidad Antioxidante Intermedia en GD: La muestra GD muestra una actividad antioxidante intermedia, superior a la Barra, pero inferior a ID. Menor Capacidad Antioxidante en Barra: La muestra Barra presenta la menor actividad antioxidante entre las tres. GD= digestión gástrica, ID= digestión intestinal (ver imagen 12)

Estudios similares muestran que la estructura y la forma de los alimentos pueden influir en la biodisponibilidad de los compuestos antioxidantes, y la falta de un proceso de digestión adecuado puede reducir significativamente la capacidad antioxidante (Rodríguez, 2016)

XI. CONCLUSION

El estudio demostró que el carao y el teosinte tienen potencial como ingredientes funcionales para alimentos innovadores. La barra nutricional elaborada con ellos es sensorialmente aceptable, lo que valida su viabilidad en el mercado y destaca el valor de los ingredientes autóctonos en la industria alimentaria.

Los análisis realizados evidenciaron que tanto el carao como el teosinte poseen propiedades nutricionales relevantes, como alto contenido de proteínas, Carbohidratos, antioxidantes y fenoles totales. Estas características los hacen idóneos para enriquecer productos funcionales como las barras nutricionales.

Las pruebas fisicoquímicas confirmaron la estabilidad del producto, mientras que los análisis antioxidantes destacaron el aporte funcional de las materias primas seleccionadas. Esto valida la integración del carao y el teosinte en una barra nutricional funcional de alta calidad.

X11. RECOMENDACIONES

- Ampliar los estudios sobre el perfil nutricional del carao y el teosinte, explorando posibles variaciones según las condiciones de cultivo, procesamiento y almacenamiento.
- Desarrollar y diversificar productos funcionales adicionales (bebidas, snacks o suplementos alimenticios) utilizando carao y teosinte como ingredientes clave.
- Usar aditivos naturales (p. ej., goma guar o agar) para mejorar la textura y evitar problemas como el endurecimiento o el exceso de pegajosidad.
- Realizar pruebas de vida útil para verificar que la barra se conserve bien bajo diferentes condiciones de almacenamiento (temperatura, humedad, luz).

XIII. BIBLIOGRAFIA

- Acero, D. R., Omote, R. J., Ordoñez, A. M., & Ponce, F. O. (2022). Desarrollo de barras nutritivas utilizando cereales, granos andinos y concentrado proteico de pota. Obtenido de scielo: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2313-29572022000100017.
- Bastias, J. M., Varela, L. E., & Calderon, O. A. (2020). Harina de Teosinte (*Dioon mejiae*): Nutricional y caracterizacion fisicoquimica de la harina de semilla del fosil viviente en Honduras. <http://www.mdpi.com/journal/agronomy>.
- Bonta, M., Flores, O., Graham, D., Haynes, J., & Sandoval, G. (2006). *Ethnobotany and conservation of tiusinte (Dioon mejiae Standl. & LO Williams, Zamiaceae) in northeastern Honduras. Journal of Ethnobiology - J ETHNOBIOL.*
- Box, G. E. P., Hunter, W. G., & Hunter, J. S. (2005). *Estadística para investigadores*. Reverté.
- Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Sci Technol.*, 28, 25–30.
- Caceres., Liogier., Vargas., Rojas., & Earle. (2015). Tesis Final Aida C. *Cassia Grandis*. scribd.
- Cao, S., Zhang, Y., Li, Y., & Zhang, R. (2019). *Influence of processing on the bioaccessibility of phenolic compounds in food matrices*. Food Research International, 125, 108491.
- Capo, J. T. (2004). Actividad antianémica de la *Cassia grandis* L. Obtenido de scielo, Revista Cubana de Farmacia: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152004000300009
- Chacón, J. Y. (2020). Cacahuete: características, hábitat, propiedades, cultivo. Obtenido de LiferCiencia, Educación, Cultura y Estilo de Vida: <https://www.lifer.com/cacahuete/>

- Corral, M. (2021). Pasas: todos los beneficios y propiedades del concentrado energético más rico en antioxidantes. Obtenido de El español: <https://www.elspanol.com/ciencia/nutricion/20210517/>
- Dátiles, M. J. (2014). *Cassia grandis* (lluvia rosa). cabidigitallibrary.
- Floripe, A. (2024). Caracterización de las propiedades físicas y químicas de *Cassia grandis* (carao) y su aplicación para la elaboración de una galleta nutricional. *scribd*.
- Fundesyam, B. (2015). Tesis Final Aida C. Cassia Grandis. *scribd*.
- Gomez, B. (2020). Granola: Beneficios e Información Nutricional. *Vegaffinity*. Obtenido de vegaffinity: <https://www.vegaffinity.com/comunidad/alimento/granola-beneficios-informacion-nutricional--f637>
- Gonzales. (2024). Tesis final Aida C. *Cassia Grandis*. Rights Reserved.
- González-Morales, C., Pérez-López, R., & Hernández-Sánchez, M. (2021). Efecto del tratamiento térmico en la estabilidad del color en productos alimenticios. *Journal of Food Quality*, 34(2), 123-135.
- Gutierrez, M. (26 de diciembre de 2018). Uvas pasas: Contraindicaciones, Beneficios, Usos, etc. Obtenido de unisima.
- Heras, A. R. (2022). Barritas energéticas. Obtenido de webconsultas: <https://www.webconsultas.com/ejercicio-y-deporte/nutricion-deportiva/barritas-energeticas-12142>.
- Jiménez, R. (2019). ¿Qué contiene la granola y cuáles son sus beneficios? Obtenido de eluniversal: <https://www.eluniversal.com.mx/menu/que-contiene-la-granola-y-cuales-son-sus-beneficios/>.
- Jeukendrup, A., & Killer, S. (2010). *The Validity of Substrate Utilization During Exercise: A Review of the Literature*. *Journal of Sports Sciences*, 28(5), 307-313.
- Kahyaoglu, T.; Kaya, S. 2006. Modeling of moisture, color and texture changes in sesame seeds during the conventional roasting. *J. Food Eng.* 75(4):167-177.
- Manzanares, J. R. A. (2012). Determinación de hierro total en el fruto de *Cassia Grandis L.* f. por espectrofotometría ultravioleta/Visible en el laboratorio de Cromatografía del Departamento de Química , . UNAN-Managua,.
- Marcia, J. (2022). Toxicidad aguda oral y actividad antioxidante de la harina de las semillas de teosinte (*Diion mejiae*). Obtenido de researchgate.net:

- <https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Teosinte-Dioon-mejiae-fuente>
- Rivera, C. José., Aleman, R. S., Ortega, J., Muela, A., Marcia, J., Rey, J., Prinyawiwatkul, W., (2024). Efectos de la harina de teosinte (*Dioon mejiae*) sobre características fisicoquímicas seleccionadas y las percepciones del consumidor de galletas de cacao sin gluten formuladas con harina de frijol mungo (*Vigna radiata*).
- Lafourcade P, A. & Laurido, F. C. (2014). Estado del arte sobre *Cassia grandis* L. f. (cañandonga). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 19 (1) , 21-28.
- Lewis GP, S. B. (2014). *Cassia grandis* (lluvia rosa). Estados Unidos: Real Jardín Botánico, 577 págs.
- Lawless, H. T., & Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices*. Springer.
- Lock, J. M. (2014). *Cassia* sens. lat.(*Leguminosae: Caesalpinioideae*) en África. ,Boletín de Kew, 333-342.
- Marcia, J. (2024). Analisis toxicologico mediante pruebas de toxicidad aguda oral mediante ensayos in vivo.
- Minekus, M., Alminger, M., Alvito, P., Balance, S., Bohn, T., Bourlieu, C., ...Brodkorb, A. (2014). A standardised static *in vitro* digestion method suitable for food-An international consensus. *Food & Function*, 5(6),1113–1124. <https://doi.org/10.1039/c3fo60702j>.
- Marcia, J. F., Fernández, H. M. (2017). Caracterización química del carao (*cassia grandis* L.) cultivado en honduras. *Revista de Ciencias Farmaceuticas*.
- Marcia, J. F., Fernández, I. M., Maldonado, S. A., Murillo, I. M. (2020). *Physical-Chemical Evaluation of the Cassia grandis L. as Fortifying*. *Journal of Agricultural Science*.
- Marcia, J. F., Sosa, L., Herrera, R. A. (2022). Toxicidad aguda oral y actividad antioxidante de la harina de las semillas de teosinte (*Diion mejiae*). Obtenido de researchgate.net:
- Marcía, J., Jenny, R., Alejandro, H., Juan, S., Ismael, M. (2023). El carao (*Cassia grandis*), un novedoso ingrediente funcional para la industria alimentaria y farmacéutica. Obtenido de researchgate: <https://www.researchgate.net/publication/376354797>.
- Marcia, J., Medina, L., Aleman, R. S., Cedillos, R., Aryana, K., Olson, D. W., Boeneke, C. (2023). Effects of carao (*Cassia grandis* L.) on physico-chemical, microbiological and rheological characteristics of yogurt. *LWT - Food Science and Technology*,

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114891>.

- Fuentes, J. A. M., Lopez, S. L., Bras, L. I., Navarro, A. M., Segura, C. A., Lozano, S. J. (2021). *Development of an innovative Pressurized Liquid Extraction Procedure by Response Surface Methodology to recover Bioactive Compounds from Carao Tree Seeds*. *Foods*, 10, 398. <https://doi.org/10.3390/foods10020398>.
- Osorio, U. R. (2023). Avena: propiedades, beneficios y contraindicaciones. *ecologiaverde*.
- Pardo, Z. (2024). Tesis Final Aida C. Cassia Grandis. *scribd*.
- Quiroz, S. (2024). Caracterización de las propiedades físicas y químicas de *Cassia grandis* (carao) y su aplicación para la elaboración de una galletanutricional.
- Reyna, N., Moreno, R. R., Mendoza, L., Parra, K., Linares, S., & Camaras, F. M. (2016). *Formulation of nutritional bars with dairy proteins: glycemic index and satiety effect*. Obtenido de scielo: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112016000200033
- Rodríguez-Roque, M. J. (2016). *Bioaccessibility of antioxidant compounds from fruit and vegetable matrices: A review*. *Food Chemistry*, 211, 365-374.
- Rivera., Aleman., & Ortega. (2024). *Effects of Teosinte Flour (Dioon mejiae) on Selected Physicochemical Characteristics and Consumer Perceptions of Gluten-Free Cocoa Cookies Formulated with Mung Bean (Vigna radiata) Flour*. DOI:10.3390/foods13060910.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26 (9-10), 1231-1237.
- Rodriguez, C. J. (2004). Actividad antianémica de la *Cassia grandis* L. Obtenido de scielo ,Revista Cubana de Farmacia: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152004000300009
- Rodríguez, R., González, P., & Martínez, M. (2019). *Antioxidant properties of Fabaceae family plants*. *Food Chemistry*, 246, 1001-1008.
- Rural, S. d. (2018). Biografía del cacahuete. Gobierno de Mexico.
- Sayaso, B. (2024). Caracterización de las propiedades físicas y químicas de *Cassia grandis* (carao) y su aplicación para la elaboración de una galletanutricional. *scribd*.

- Standley, P. C., & Williams, L. O. (26 de Septiembre de 2016). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Obtenido de *Dioon Mejiae, a new cycad from Honduras*: <https://revistas.zamorano.edu/index.php/ceiba/article/view/1190>.
- Seed, Y.; 2004. Some physical properties of sesame. *Biosyst. Eng.* 88(1):127-129.
- Tech, T. f. (2021). *thefoodtech*. Obtenido de Tendencias que guiarán las características de las barras nutritivas: <https://thefoodtech.com/tendencias-de-consumo/estas-son-las-tendencias-que-guiaran-las-caracteristicas-de-las-barras-nutritivas/>
- Villagran, Z., González, S., Montalvo, G. E., & Javier, E. G. (2022). *Functional foods and their impact in human health*. Obtenido de Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo: https://www.researchgate.net/publication/361151905_Alimentos_funcionales_y_su_impacto_en_la_salud_humana_Functional_foods_and_their_impact_in_human_health
- Vizuite, A. A., & Ortega, R. M. (2016). Efectos del consumo del beta-glucano de la avena sobre el colesterol. *Revista Española de nutrición humana y dietética*, 20(2): 127 - 139.
- Williams, L. O., & Standley, P. C. (2016). *Dioon Mejiae, a new cycad from Honduras*. Obtenido de Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario de evaluación sensorial

EVALUACION GENERAL DE BARRAS NUTRITIVAS

Edad: _____

Sexo: F ☐ M ☐

Indicaciones

Frente a usted se encuentran 5 muestras de barras nutritivas, las cuales deben ser evaluadas según el nivel de agrado que posee cada uno de sus atributos. Se le solicita marcar con una X el nivel de escala que usted considera que posee el producto, siendo 9 el mayor puntaje y 1 el menor.

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

Antes de analizar la siguiente muestra, por favor limpie su paladar con galleta simple y agua, para borrar el sabor de la muestra anterior.

MUESTRA									
Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Aroma									
Sabor									
Textura									

MUESTRA									
Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Aroma									
Sabor									
Textura									

MUESTRA									
Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Aroma									
Sabor									
Textura									

MUESTRA									
Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Aroma									
Sabor									
Textura									

MUESTRA									
Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Aroma									
Sabor									
Textura									

¡MUCHAS GRACIAS!

Anexo 2. Orden de servido de las muestras durante el análisis sensorial

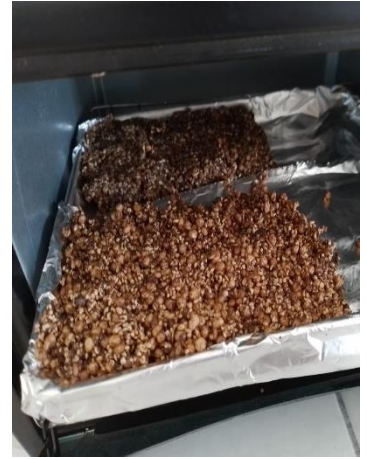
Código	MUESTRA													
	682	826	286	128	342	432	234	587	857	758	945	459	594	495
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	682	886	286										594	495
2	682	886	286									459		495
3	682	886	286								945			495
4	682	886	286							758				495
5	682	886	286						857					495
6	682	886	286					587						495
7	682	886	286				234							495
8	682	886	286			432								495

9	682	886	286		342									495
10	682	886	286	128										495
11				128	342	432							594	495
12				128	342	432						459		495
13				128	342	432					945			495
14				128	342	432				758				495
15				128	342	432			857					495
16				128	342	432		587						495
17				128	342	432	234							495
18			286	128	342	432								495
19		826		128	342	432								495
20	682			128	342	432								495
21							234	587	857				594	495
22							234	587	857			459		495
23							234	587	857		945			495
24							234	587	857	758				495
25						432	234	587	857					495
26					342		234	587	857					495
27				128			234	587	857					495
28			286				234	587	857					495
29		826					234	587	857					495
30	682						234	587	857					495
31										758	945	459	594	495
32									857	758	945	459		495
33								587		758	945	459		495
34							234			758	945	459		495
35						432				758	945	459		495

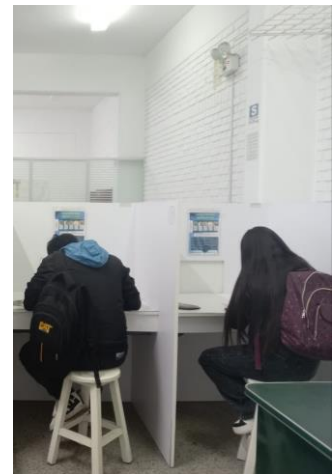
36					342					758	945	459		495
37				128						758	945	459		495
38			286							758	945	459		495
39		826								758	945	459		495
40	682									758	945	459		495
41										758	945	459	594	495
42							234	587	857				594	495
43				128	342	432							594	495
44	682	826	286										594	495
45										758	945	459	594	495
46							234	587	857				594	495
47				128	342	432							594	495
48	682	826	286										594	495
49	682	826	286										594	495
50	682	826	286										594	495
51										682	826	286	594	495
N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Código	682	826	286	128	342	432	234	587	857	758	945	459	594	495

Anexo 3. Desarrollo de la barra nutricional

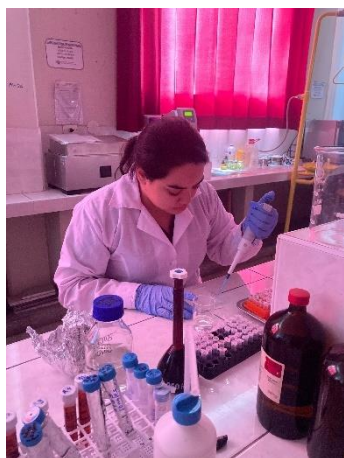




Pruebas sensoriales



Análisis de antioxidantes y *In vitro*



Análisis fisicoquímicos

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

INFORME DE ANÁLISIS F.Q.A. PERÚ S.A.C.

SOLICITANTE	: PACHECO MARTINEZ DANIELA ESTHER
MUESTRA	: Barra nutricional de Canas y Tescante.
FECHA DE INGRESO	: 15 DE AGOSTO DEL 2024
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

ANÁLISIS DE MUESTRA

CODIFICACIÓN DE MUESTRA		P01
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO
PROTEÍNAS	%	12.82
GRASAS	%	8.13
FIBRA	%	5.11
CARBOHIDRATOS	%	73.99
CENIZAS	%	0.86
HUMEDAD	%	4.16
VALOR ENERGÉTICO	Kcal	429.77
HIERRO	Fe mg/100 g	11.6
CALCIO	Ca mg/100 g	115
ZINC	Zn mg/100 g	9.0

Proteínas: NTP 203.003.79, Grasas: NTP 203.006.09, Fibra: NTP 203.002.79, Cenizas: NTP 201.004.79
TRUJILLO 22 DE AGOSTO DEL 2024



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

- 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com

