

Efecto de sustitución parcial de harina de maca (*lepidium meyenii*), en elaboración de pastas alimenticias

Effect of Partial Substitution of Maca Flour (*Lepidium meyenii*) in Pasta Production

Efeito da Substituição Parcial da Farinha de Maca (*Lepidium meyenii*) na Elaboração de Massas Alimentícias

Adriana Jamileth Rivas Vega¹
Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila
adrianarivasvega@tsachila.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0000-1337-2581>



Alexander Diego Suarez Conforme²
Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila
diegosuarezconforme@tsachila.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0006-1982-8192>



Janena Alexandra Arellano Huerta³
Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila
alexandraarellano@tsachila.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-2726-0673>



DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v6/nE2/1113>

Como citar:

Rivas, A., Suarez, A. & Arellano, J. (2025). Efecto de sustitución parcial de harina de maca (*lepidium meyenii*), en elaboración de pastas alimenticias. *Código Científico Revista de Investigación*, 6(E2), 2048-2072.

Recibido: 20/06/2025

Aceptado: 21/07/2025

Publicado: 30/09/2025

Resumen

El presente trabajo de investigación evaluó el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de maca (*Lepidium meyenii*) en la elaboración de pastas tipo tallarín. Se formularon cinco tratamientos con diferentes porcentajes de sustitución (0%, 5%, 10%, 15% y 30%). Se analizaron parámetros físico-químicos, bromatológicos y microbiológicos, así como la aceptabilidad sensorial mediante una prueba hedónica con catadores semi-entrenados. Los resultados demostraron que la incorporación de harina de maca incrementó el contenido de proteínas en un 70% y de fibra en un 50%, mejorando su perfil nutricional. Sin embargo, en la muestra T3 y T4 con porcentajes superiores al 15% y 30% afectaron negativamente la textura y el sabor, disminuyendo la aceptación del producto. El tratamiento que también tuvo una buena aceptabilidad fue el T2 con un 10% de sustitución, el cual presentó un equilibrio entre valor nutricional y características sensoriales aceptables. Se concluye que la harina de maca es una alternativa viable para enriquecer pastas alimenticias, siempre que se utilicen proporciones adecuadas para mantener la calidad organoléptica y tecnológica del producto.

Palabras clave: Harina de trigo, Maca, Pastas alimenticias, Alimentos funcionales, Sustitución parcial.

Abstract

This research evaluated the effect of partially substituting wheat flour with maca flour (*Lepidium meyenii*) in the production of noodle-type pasta. Five treatments were formulated with different substitution levels (0%, 5%, 10%, 15%, and 30%). Physicochemical, bromatological, and microbiological parameters were analyzed, along with sensory acceptability through a hedonic test with semi-trained panelists. The results showed that the incorporation of maca flour increased protein content by 70% and fiber by 50%, thus improving its nutritional profile. However, samples T3 and T4, with substitution levels above 15% and 30%, negatively affected texture and flavor, reducing product acceptance. Treatment T2, with 10% substitution, also achieved good acceptability, presenting a balance between nutritional value and acceptable sensory characteristics. It is concluded that maca flour is a viable alternative to enrich pasta products, provided that adequate proportions are used to maintain the organoleptic and technological quality of the product.

Keywords: Wheat flour, Maca, Pasta products, Functional foods, Partial substitution.

Resumo

La présente recherche a évalué l'effet de la substitution partielle de la farine de blé par la farine de maca (*Lepidium meyenii*) dans l'élaboration de pâtes de type nouilles. Cinq traitements ont été formulés avec différents niveaux de substitution (0 %, 5 %, 10 %, 15 % et 30 %). Des paramètres physico-chimiques, bromatologiques et microbiologiques ont été analysés, ainsi que l'acceptabilité sensorielle à l'aide d'un test hédonique avec des dégustateurs semi-entraînés. Les résultats ont montré que l'incorporation de farine de maca a augmenté la teneur en protéines de 70 % et en fibres de 50 %, améliorant ainsi le profil nutritionnel. Cependant, les échantillons T3 et T4, avec des niveaux de substitution supérieurs à 15 % et 30 %, ont affecté négativement la texture et la saveur, réduisant l'acceptabilité du produit. Le traitement

T2, avec 10 % de substitution, a également présenté une bonne acceptabilité, offrant un équilibre entre valeur nutritionnelle et caractéristiques sensorielles acceptables. Il est conclu que la farine de maca constitue une alternative viable pour enrichir les pâtes alimentaires, à condition d'utiliser des proportions adéquates afin de maintenir la qualité organoleptique et technologique du produit.

Palavras-chave: Farine de blé, Maca, Pâtes alimentaires, Aliments fonctionnels, Substitution partielle.

Introducción

La maca es una raíz ancestral cultivada en las tierras altas de los Andes peruanos desde al menos 1,600 a.C., además de adaptarse condiciones extremas de altitud, frío y radiación solar, este tubérculo, que crece entre 3,800 y 4,800 metros sobre el nivel del mar, también ha sido valorada desde tiempos preincaicos por sus propiedades nutricionales y medicinales, siendo reservada por los incas para guerreros y la nobleza debido a su capacidad para proporcionar fuerza y vitalidad (Pinco, 2023).

La harina de trigo es un ingrediente fundamental en la elaboración de pastas, sin embargo, presenta limitaciones nutricionales, especialmente en su contenido proteico por otro lado, la maca (*Lepidium meyenii*), es un tubérculo andino reconocido por su alto valor nutricional, aporta proteínas, fibra, minerales y compuestos bioactivos con beneficios para la salud, como propiedades energizantes, antioxidantes y metabólicas (Chuqui, 2022).

La presente investigación se realiza con el objetivo de evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de maca en la elaboración de pasta tipo tallarín, buscando no solo mejorar el perfil nutricional del producto, especialmente en proteínas y fibra, sino también mantener características sensoriales aceptables para el consumidor. Además, se pretende determinar la proporción óptima de la sustitución que permita maximizar estos beneficios sin afectar negativamente la calidad del tallarín (Payano, 2010).

Metodología

Ubicación y duración

La presente investigación se desarrolló en el Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, en la Planta de Procesos ubicada en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, cantón Santo Domingo, parroquia Chigüilpe, avenida Galo Luzuriaga y Franklin Pallo, durante el periodo lectivo I-2025, con una duración de 4 meses.

Enfoque

El presente estudio adoptó un enfoque cuantitativo orientado al efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por maca (*Lepidium meyenii*) en la elaboración de pasta tipo tallarín. También se centró en la evaluación de parámetros físico-químicos y metabólicos, así como en la realización de análisis de costos y rendimiento. Esto incluyó una prueba bromatológica y mediciones exactas de longitud, diámetro, humedad, proteínas, grasa, peso y textura, realizadas mediante equipos y exámenes de laboratorio.

También se centró en la evaluación de parámetros físico-químicos y metabólicos, así como se realizó un análisis de costos y rendimiento. Esto también incluye una prueba bromatológica, humedad, proteínas, grasa, peso, textura, a través de equipos y exámenes de laboratorio.

Modalidad de la investigación

En la presente investigación se realizó una modalidad de investigación documental y experimental, que incluyó componentes experimentales.

Investigación experimental: Esta se llevó a cabo en la Planta de Procesos del Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, donde se evaluaron los efectos de la sustitución parcial de harina de trigo por maca en la elaboración de pasta tipo tallarín. Durante esta etapa se implementaron técnicas de deshidratación, molido y tamizado para obtener la harina de maca.

Se realizaron experimentos en los que sustituimos parcialmente porcentajes de harina de trigo por harina de maca, con el fin de evaluar el impacto nutricional. A lo largo de estos experimentos se midieron parámetros bromatológicos y físico-químicos (humedad, grasas, proteínas) mediante análisis de laboratorio, lo que permitió comparar resultados y optimizar los procesos para obtener un producto de calidad.

Investigación documental: Se llevó a cabo la revisión y análisis de documentación relevante, incluyendo estudios previos, artículos académicos y normativas aplicables a la industria alimentaria. Este análisis sirvió para contextualizar los resultados experimentales e identificar los métodos de ensayo y normativas aplicables, acorde a las normas INEN para pastas alimenticias.

Nivel o tipo de investigación

La investigación exploratoria: Buscó evaluar los efectos de la sustitución parcial de harina de trigo por maca en la elaboración de pasta tipo tallarín. Este enfoque permitió realizar una prueba sensorial mediante una ficha de cata, con la cual se identificó cuál de los tratamientos presentó mayor aceptabilidad.

La investigación descriptiva: Se aplicó durante la etapa de análisis para detallar y describir las variables clave del estudio, como el análisis de laboratorio, que permitió medir parámetros como humedad, grasas y proteínas. También se determinó un examen bromatológico, lo que ayudó a evaluar la eficacia de las técnicas aplicadas.

La investigación explicativa: Permitió discutir los resultados obtenidos y compararlos con los de otros autores, contextualizando los hallazgos dentro del marco científico existente.

Población y muestra

La población fue el objeto de estudio con el que se evaluaron los efectos de la sustitución parcial de harina de trigo por la maca, en la elaboración de pasta tipo Tallarín. En términos de materia prima, la harina de maca proviene de lotes específicos de producción local,

como se ha reportado en estudios similares donde la población de harina de maca corresponde a la producción total de asociaciones agropecuarias. Para la muestra la harina de maca se determina siguiendo normas estándar para muestreo de alimentos, como la norma.

Técnicas e instrumentos de recolección de la información

Técnica de laboratorio: Para los análisis físico-químicos realizados en el estudio sobre la sustitución parcial de harina de trigo por harina de maca en la elaboración de pasta tipo tallarín, se emplearon diversas metodologías específicas:

- Se determinó el contenido de humedad mediante técnicas estándar de laboratorio.
- Se realizó la determinación del contenido de grasa siguiendo procedimientos establecidos para análisis proximales.
- Se cuantificó el contenido de proteínas utilizando métodos adecuados para alimentos.
- Prueba Bromatológica se realizó al mejor tratamiento mediante un laboratorio externo según la metodología de la determinación de fibra.
- La técnica de observación se implementó para recopilar información sobre el proceso de sustitución parcial de harina de trigo por harina de maca en la elaboración de pasta tipo tallarín. Se documentó todo el proceso, desde la elaboración de la pasta con la sustitución parcial, hasta los tiempos y temperaturas empleados, lo cual permitió identificar las valencias y oportunidades de mejora. Asimismo, se detallaron los resultados obtenidos de las pruebas bromatológicas y físico-químicas, lo que facilitó la evaluación de la calidad de la pasta tipo tallarín producida.
- Se realizó una encuesta estructurada a través de un test de cata dirigido a los docentes de la carrera de Agroindustria del Instituto Superior Tecnológico Tsáchila, con la finalidad de conocer cuál formulación fue la más aceptada en la elaboración de pasta tipo tallarín con la sustitución parcial de harina de trigo por harina de maca.

Operacionalización de las variables

A continuación, se detalla el procedimiento mediante el cual se convierte en operativa las variables. Por tanto, cada variable tiene una característica observable y medible, con lo cual se pueda construir un registro de datos. La variable independiente fue el porcentaje de sustitución de harina de maca en cinco niveles (0–30%), determinado con balanza analítica.

Las variables dependientes incluyeron análisis físico-químicos, bromatológicos, organolépticos y microbiológicos, empleando métodos estandarizados. Finalmente, se evaluaron el rendimiento y el costo de producción, asegurando datos confiables sobre la viabilidad del producto.

Resultados

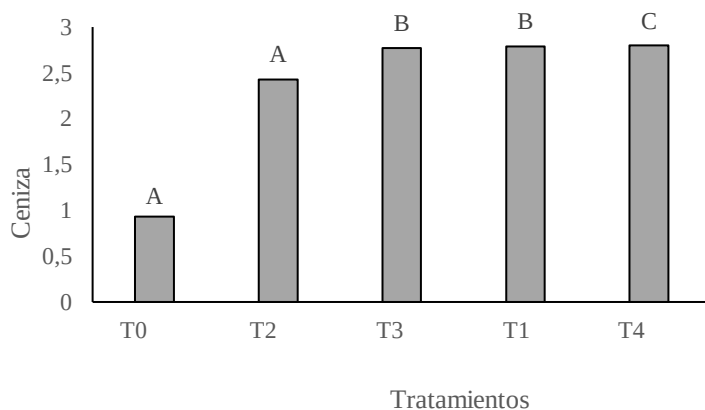
Análisis físico-químicos

Ceniza

En la Figura 1 se presentan los resultados del contenido de ceniza en pastas elaboradas con diferentes porcentajes de maca. Se observa que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, indicadas por las letras sobre cada barra.

Figura 1

Resultado de “Ceniza” en pasta con un porciento de harina de maca



Elaborado por: Rivas & Suarez (2025)

De acuerdo con los resultados, se observan diferencias significativas entre los tratamientos, alcanzando en el tratamiento T4 una media de 2.8%, mientras que los

tratamientos T0, T2, T3 y T1 obtuvieron valores en un rango de 0.9% a 2.7%. Estos valores reflejan un aumento progresivo del contenido mineral conforme se incrementa el porcentaje de maca en la formulación de la pasta.

Estos resultados son consistentes con lo reportado por la (FAO, 2019), que señala que la determinación de cenizas mediante el método de calcinación es un análisis confiable para estimar el contenido total de minerales en alimentos y sus derivados. Además, la técnica empleada, basada en la incineración en mufla a temperaturas entre 550 y 600 °C, permite eliminar completamente la materia orgánica y obtener la fracción mineral residual (Nollet, 1996).

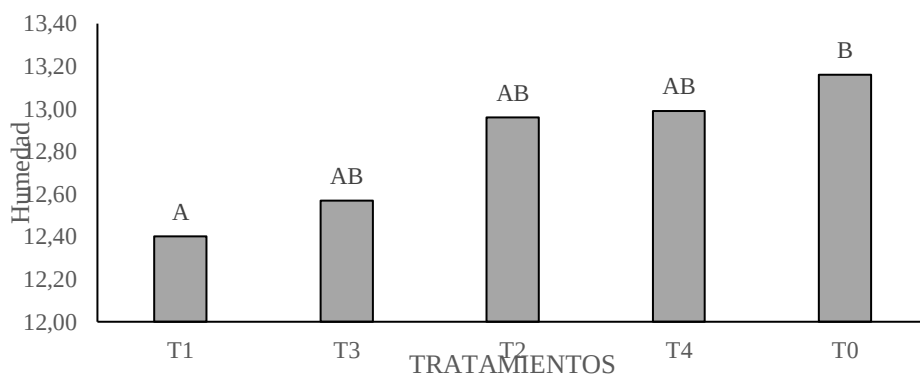
La variación en el contenido de ceniza entre tratamientos puede atribuirse a la composición mineral de la maca, que es conocida por su alto contenido en minerales como calcio, potasio y hierro, contribuyendo así al incremento observado en los tratamientos con mayor adición de este ingrediente (Santos et al., 2021).

Humedad

En la Figura 2 se muestran los resultados del contenido de humedad en pastas elaboradas con diferentes porcentajes de maca (tratamientos T0 a T4). El contenido de humedad indica la cantidad de agua presente en el producto, lo cual es fundamental para determinar su calidad, vida útil y textura.

Figura 2

Resultado de “Humedad” en pasta con un porciento de harina de maca



Elaborado por: Rivas & Suarez (2025)

De acuerdo con los datos, se observa un aumento progresivo en el contenido de humedad conforme incrementa el porcentaje de maca en la formulación. El tratamiento T0 presenta el valor más bajo (12,3%), mientras que el tratamiento T4 alcanza el valor más alto (13,2%). Esta tendencia puede atribuirse a la capacidad de la maca para retener agua, debido a su composición rica en polisacáridos y fibra dietética, lo que favorece la absorción de humedad en la matriz de la pasta (Santos et al., 2021).

La determinación de humedad se realizó mediante el método de secado en estufa a 105 °C hasta peso constante, procedimiento ampliamente aceptado para cuantificar el contenido de agua en alimentos por su precisión y reproducibilidad (Pearson, 1993). Según este método, la pérdida de peso corresponde a la cantidad de agua eliminada por evaporación, permitiendo así estimar la humedad total del producto (FAO, 2019).

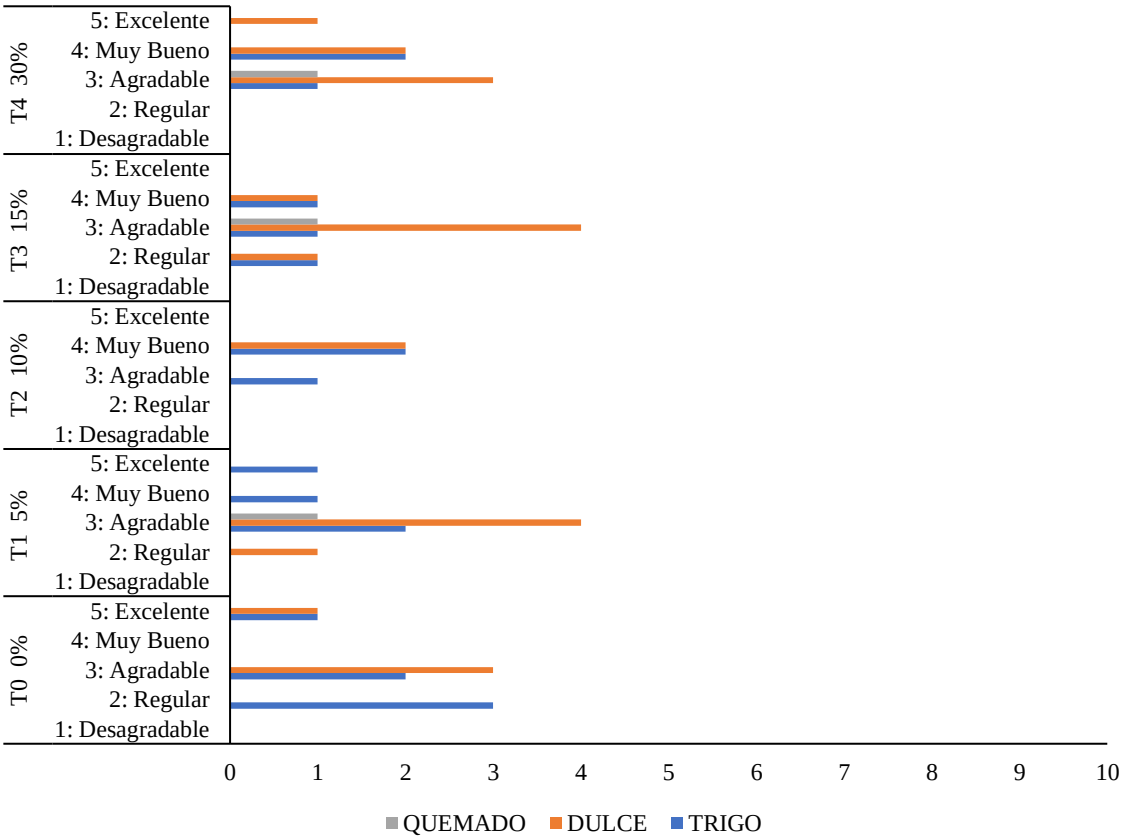
Análisis sensorial

Olor

En figura 3 se puede observar los resultados obtenidos de la evaluación sensorial del atributo Olor de las diferentes muestras de pastas con diferentes porcentajes de maca.

Figura 3

Evaluación sensorial del atributo Olor



Elaborado por: Rivas & Suarez (2025)

Según los datos obtenidos de la gráfica podemos evidenciar que el aroma a dulce (naranja) es el más valorado, predominando en T1 y T3. Teniendo en cuenta que a medida que se aumenta los porcentajes de maca, disminuye el olor a trigo, lo que aumenta relativamente la percepción del olor dulce(naranja) de la maca, teniendo como evidencias que los tratamientos T1 y T3 alcanzan valores altos en la categoría de "agradable", lo que indica una aceptación positiva.

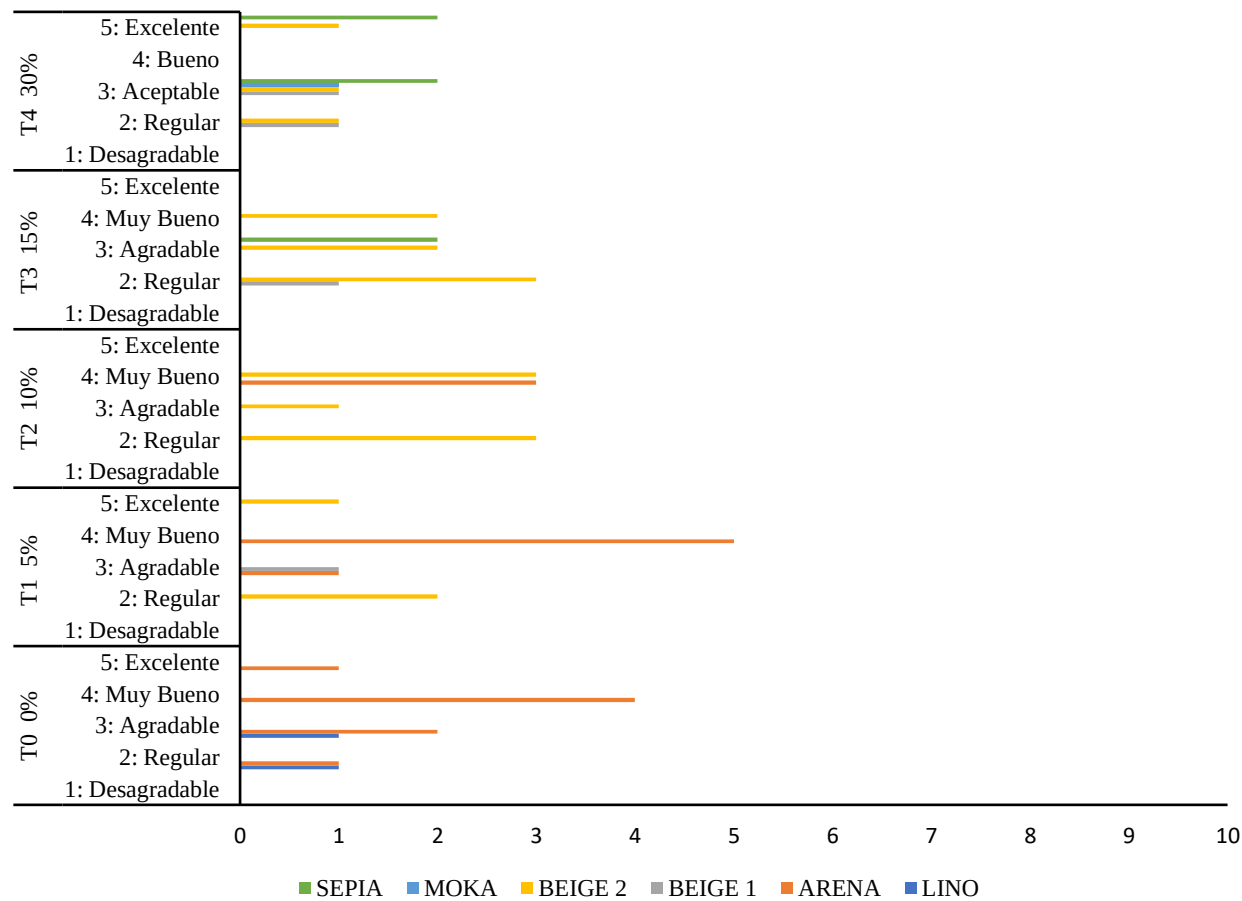
Según un estudio realizado en Bolivia por (Surco Almendras, 2011) donde elaboraron pan con varias mezclas de harinas de trigo y sorgo, con el objetivo de determinar la aceptabilidad del producto donde los tratamientos T1 (5%) y T2 (10%) muestran buena aceptación en olor dulce y trigo lo que coincide con los resultados obtenidos. Mientras que (Rivadeneira, 2019)) analizó sensorialmente pan elaborado con harina de trigo nacional en Ecuador, evaluando sabor, olor, textura y color, y encontró que el atributo olor fue el que más

destacó en la aceptación del producto similar al enfoque planteado en nuestro proyecto, donde el aroma es un factor clave para la preferencia del consumidor.

Color

Figura 4

Evaluación sensorial del atributo Color



Elaborado por: Rivas & Suarez (2025)

En figura 4 se puede observar los resultados obtenidos de la evaluación sensorial del atributo color de las diferentes muestras de pastas con diferentes porcentajes de maca.

Se valoraron usando una escala hedónica de 1 a 5 (1 desagradable; 2 regular; 3 agradable; 4 muy bueno 5; excelente).

Según los datos obtenidos de la gráfica muestra la evaluación sensorial del atributo “Color” se puede evidencian que el color tradicional del trigo (Arena) alcanza valores más altos en la categoría de "Muy Bueno", predominando en las muestras T0(Testigo) y T1. Al aumentar

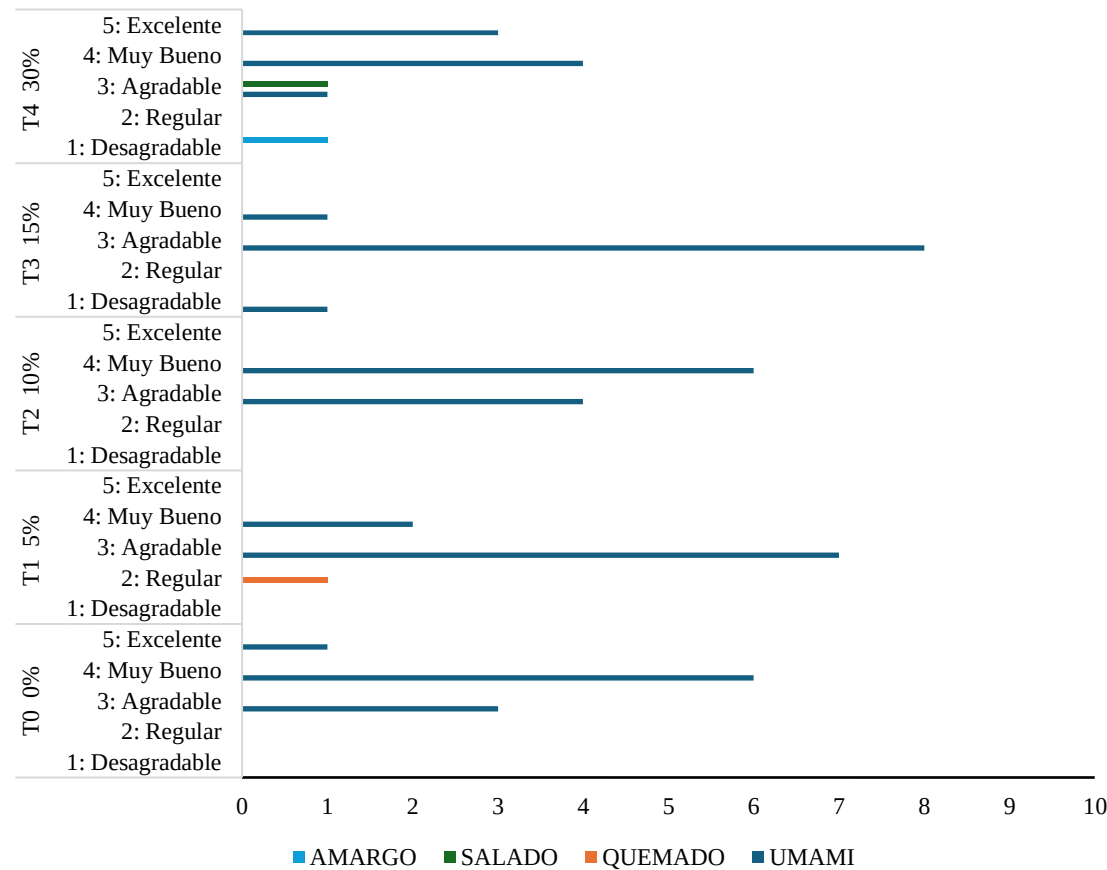
el porcentaje de harina de maca, el color se oscurece, lo que reduce la preferencia, aunque las muestras T2 y T3 mantienen una aceptación moderada, alcanzando categorías como "regular" y "agradable".

Estos resultados coinciden con (Bobadilla, 2024), quien encontró que niveles bajos de sustitución mantienen buena aceptación sensorial, especialmente en color, que es un atributo clave para la preferencia del consumidor (Bobadilla, 2024). Por otro lado, (Chambi, 2018) analizó galletas elaborado con harina de trigo nacional en Ecuador y destacó que el color es uno de los atributos sensoriales determinantes para la aceptación del producto (Chambi, 2018).

Sabor

En figura 3 se puede observar los resultados obtenidos de la evaluación sensorial del atributo “Sabor” de las diferentes muestras de pastas con diferentes porcentajes de maca.

Figura 5
Evaluación sensorial del atributo sabor



Elaborado por: Rivas & Suarez (2025)

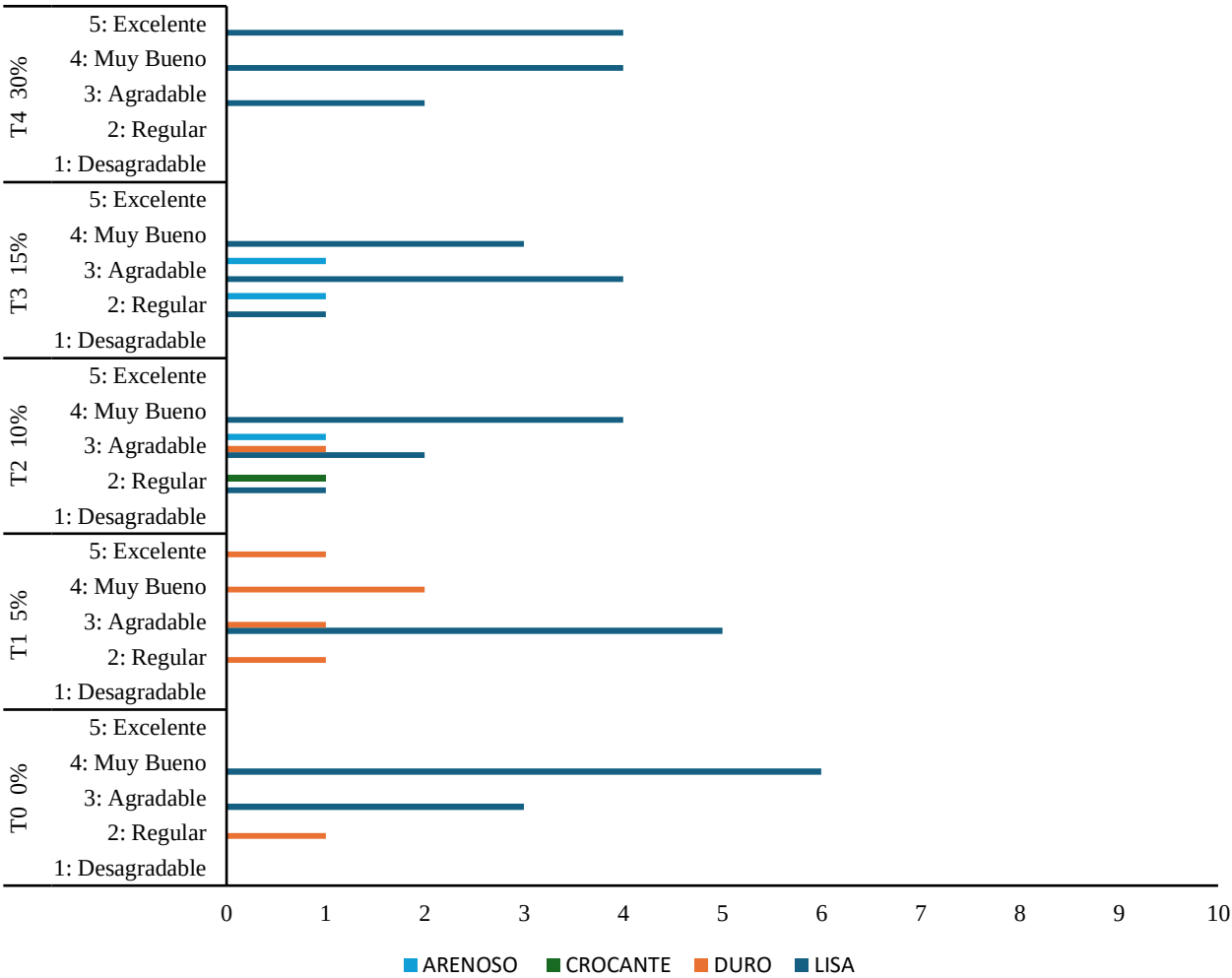
Según los datos obtenidos de la gráfica muestra la evaluación sensorial del atributo “Sabor” podemos observar que el sabor umami (azul) es el más valorado en todas las muestras, especialmente en T2 y T3, donde alcanza las puntuaciones más altas en las categorías de "Muy Bueno" y "Excelente", seguido del tratamiento T1 que tiene una puntuación casi similar en "Regular". A medida que aumenta el porcentaje de adición de maca, los atributos de sabor amargo (amarillo), salado (gris) y quemado (naranja) se mantienen bajos y no superan al umami en preferencia. Esto indica que la incorporación del ingrediente no afecta negativamente la percepción positiva del sabor umami, que sigue siendo dominante y bien aceptado por los evaluadores.

Según un estudio realizado en Ecuador por (Gómez, 2022), la incorporación de ingredientes funcionales como la avena en productos horneados mejora la aceptación sensorial, especialmente en atributos relacionados con el sabor umami, lo que coincide con los resultados obtenidos en los tratamientos T2 (10%) y T3 (15%) donde predomina este sabor. Mientras tanto, (Rodríguez et al, 2019) evaluaron panes enriquecidos con kiwicha y cañihua en Perú, encontrando que la baja percepción de sabores amargos y quemados contribuye a una mejor aceptación del producto, similar al enfoque sensorial de nuestro estudio.

Textura

Figura 6

Evaluación sensorial del atributo textura



Elaborado por: Rivas & Suarez (2025)

En figura 6 se puede observar los resultados obtenidos de la evaluación sensorial del atributo.

Según los datos obtenidos de la gráfica se observa que la textura lisa es la más valorada en todas las muestras, especialmente en, T0 (0% testigo) T2 (10%) y T4 (30%), donde alcanza las puntuaciones más altas en las categorías de "Muy Bueno" y "Excelente". Sin embargo, la muestra T1 (5%) alcanza puntuaciones más elevadas en la categoría de "Regular". Las texturas arenosas (amarillo), crocante (gris) y duro (naranja) tienen una presencia baja o nula, lo que indica que no son características predominantes ni preferidas por los evaluadores. Esto

sugiere que la incorporación del ingrediente funcional no afecta negativamente la textura lisa, que sigue siendo la preferida y mejor aceptada por los consumidores.

Estos resultados coinciden con lo reportado por (Eduardo, 2024) quienes evaluaron pan enriquecido con harina de quinua y encontraron que la textura lisa fue la más aceptada por los consumidores, mientras que las texturas arenosas y dura disminuían la aceptación sensorial del producto. De manera similar (Gómez, 2022) en su estudio sobre cupcakes funcionales, señalaron que la textura lisa y suave es clave para la preferencia del consumidor, y que la adición de ingredientes funcionales bien formulados no compromete esta característica principal.

Análisis Bromatológicos

En la Tabla 1 se observa los resultados de las cenizas, proteínas, fibra y grasa del análisis bromatológico de la pasta con porciento de harina de maca.

Tabla 1
Análisis Bromatológicos

Tratamiento	CENIZA %	PROTEINA %	FIBRA %	GRASA %
T0(100%trigo)	1,3	12,3	2,05	2,98
T1(95% trigo y (5%maca)	2,8	14,69	3,01	6,78

Elaborado por: Rivas & Suarez (2025)

De acuerdo a los resultados del análisis bromatológico, el tratamiento T1, que contiene un 95% de trigo y un 5% de maca, presenta un mayor contenido de ceniza (2,8%) en comparación con el tratamiento T0 (100% trigo) que tiene 1,3%, lo que indica que la inclusión de maca aporta un mayor contenido mineral al producto. En cuanto a las proteínas, el tratamiento T1 también muestra un aumento significativo, alcanzando un 14,69% frente al 12,3% del T0, lo que sugiere una mejora en el valor proteico al agregar maca. Respecto a la fibra, T1 tiene un contenido de 3,01%, superior al 2,05% de T0, evidenciando que la maca contribuye a incrementar la fibra dietética. Finalmente, el contenido de grasa es notablemente

mayor en T1 (6,78%) en comparación con T0 (2,98%), indicando que la maca eleva el aporte lipídico y energético del producto. En conjunto, estos resultados muestran que la adición del 5% de maca mejora el perfil nutricional del alimento, aumentando minerales, proteínas, fibra y grasa, lo que puede traducirse en un producto con mayor valor nutritivo y funcional.

Análisis Microbiológico

La tabla 2 nos da a conocer los resultados del análisis microbiológico realizado a una pasta elaborada con harina de trigo y 5% de maca.

Tabla 2
Análisis Microbiológico

Parámetro	Unidad	Resultado	Máximo Permisible	Método Referencial Aplicado
Recuento de Aerobios Mesófilos	UFC/ mL	1.5x 10 ³	1.0 x 10 ⁵	NTE INEN 1529-5
Mohos	UPC/ mL	1.5x 10 ¹	3.0 x 10 ²	NTE INEN 1529-5
Levaduras	UPC/ mL	4.5x 10 ¹		NTE INEN 1529-5

Elaborado por: Rivas & Suarez (2025)

Los valores obtenidos para el recuento de aerobios mesófilos, mohos y levaduras están muy por debajo de los límites máximos permisibles establecidos por la norma NTE INEN 1529-5, lo que indica que la pasta presenta buenas condiciones microbiológicas y es segura para el consumo humano.

Estos resultados reflejan que el proceso de elaboración fue adecuado y que la adición de maca no afectó negativamente la calidad microbiológica del producto. Además, el bajo recuento de microorganismos sugiere buenas prácticas de higiene y control en la producción, contribuyendo a la inocuidad y calidad del alimento.

Rendimiento

El cálculo del rendimiento es importante para calcular la eficiencia del proceso y estimar la cantidad de materia prima necesaria para obtener una cantidad determinada de pasta

seca por lo cual se calculó con un peso inicial de 1552 kg (masa fresca) y un peso final de 1086 kg (masa seca), el cálculo del rendimiento es:

$$\text{Rendimiento} = (\text{Peso inicial} / \text{Peso final}) \times 100 \tag{1}$$

$$\text{Rendimiento} = (1552 / 1086) \times 100 = 69.97\%$$

Lo que sugiere que el rendimiento es de un 70% esto nos indica que, al secar 1552 kg de masa fresca, se obtienen 1086 kg de pasta seca, perdiendo aproximadamente un 30% de peso por evaporación de humedad. Este valor es normal y esperado en la producción de pasta seca, reflejando un proceso de secado eficiente que garantiza un producto estable y con buena vida útil.

Análisis de Costo

En la tabla 3 se presentan los resultados de costos de producción en función a materias primas para la elaboración de pasta tipo tallarín con distintos porcentajes de maca.

Tabla 3
Costos de producción para la elaboración de pasta tipo tallarín con distintos porcentajes de maca

Costos de producción en función al producto de pasta			
Materia prima	Cantidad (g)	Costo inicial (g)	Costo total por (1552g)
Harina (trigo)	950	0,0014	1,33
Huevos	477	0,0028	1,34
Sal	5	0,0007	0,0035
Agua	70	0,0008	0,056
Harina(maca)	50	0.012	0,60
TOTAL	1552		3.32

Elaborado por: Rivas & Suarez (2025)

Los resultados del análisis de costos indican que la producción de pasta enriquecida con maca tiene un costo total \$ 3,32 para 1,552 Kg lo que equivale a \$2,14 por Kg donde la harina y los huevos representan la mayor parte del costo, mientras que la maca, a pesar de su alto costo unitario, contribuye de forma moderada debido a la baja cantidad utilizada, comparando este costo con los precios de mercado en Ecuador, donde la pasta se vende entre 2,24 y 6,02

USD por kilogramo, se observa que el producto se puede posicionar competitivamente, especialmente en segmentos que valoran productos funcionales y saludables de consumo, la inclusión de maca aporta un valor diferencial que puede ser justificado con un precio ligeramente superior en comparación con pastas convencionales, apuntando a un nicho de consumidores interesados en beneficios nutricionales.

Discusión

La sustitución parcial de harina de trigo por harina de maca mejora el perfil nutricional de las pastas, aumentando proteínas y fibra, aunque niveles altos (>15%) afectan textura y color, disminuyendo su aceptación sensorial (Rivas & Suárez, 2025). Estos hallazgos coinciden con estudios que resaltan el valor funcional de la maca como fuente de minerales y compuestos bioactivos (Valerio & Gonzales, 2005; Gonzales et al., 2014). El tratamiento con 10% de sustitución muestra el mejor equilibrio entre calidad nutricional y organoléptica, confirmando que la maca es una alternativa viable para enriquecer pastas alimenticias, siempre que se empleen proporciones óptimas (Obregón, 2011).

Conclusión

La elaboración de pasta tipo tallarín con distintas proporciones de harina de trigo y maca permitió desarrollar formulaciones innovadoras que enriquecen nutricionalmente el producto. La inclusión progresiva de maca demostró ser viable en términos tecnológicos, manteniendo la integridad y manejabilidad de la masa, lo que abre posibilidades para diversificar la oferta de pastas funcionales con beneficios adicionales para la salud.

Los análisis físico-químicos realizados a las diferentes formulaciones confirmaron que todas cumplen con los estándares establecidos por la normativa INEN vigente, garantizando la calidad y seguridad del producto. Esto evidencia que la adición de maca no compromete las propiedades esenciales de la pasta, tales como humedad, contenido de cenizas y acidez, asegurando su estabilidad y aceptación en el mercado.

La prueba sensorial con catadores semi entrenados fue fundamental para identificar la formulación con mayor aceptación organoléptica, equilibrando las características nutricionales con la preferencia del consumidor. Este enfoque permitió seleccionar el mejor tratamiento que combina calidad, sabor y textura, asegurando que el producto final sea atractivo y satisfactorio para el público objetivo.

El análisis integral del perfil nutricional, bromatológico y microbiológico reveló que la formulación seleccionada no solo mejora el valor nutricional gracias a la incorporación de maca, sino que también cumple rigurosamente con los parámetros de seguridad alimentaria. Esto garantiza que el producto es inocuo, nutritivo y apto para el consumo, aportando beneficios funcionales sin riesgos microbiológicos.

El estudio del rendimiento y costo de producción demostró que la formulación óptima es económicamente viable y eficiente, ofreciendo un balance adecuado entre calidad y costo. Esto facilita su potencial escalabilidad industrial y comercial, posicionando a la pasta enriquecida con maca como una alternativa competitiva en el mercado de alimentos funcionales.

Referencias bibliográficas

- Abigail, A. V. (11 de 11 de 2020). Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/AGUA%20VERA%20KATHERINE%20ABIGAIL.pdf>
- Andrea, N. J. (2013). Obtenido de UNIVERSIDAD DE CHILE: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/140570/Elaboracion-y-caracterizacion-de-pasta-funcional-con-adicion-de-harina-de-bagazo-de-uva.pdf?sequence=1>
- Anecacao. (2015). Anecacao (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao Ecuador - Theo & Broma en crisis). *Sabor arriba*.
- ANECACAO. (2015). *Cacao CCN51*. Obtenido de <http://www.anecacao.com/index.php/es/quienes-somos/historia-delcacao.html>.
- ANECACAO. (2015). *EL CACAO ECUATORIANO*. Guayaquil: Asociación Nacional de Exportadores de Cacao-Ecuador (ANECACAO).

- Avalos, E. (2014). *studio de factibilidad para la creación de un centro de acopio de cacao fino de aroma ubicado en cumandá provincia de Chimborazo*. Chimborazo: Escuela superior politécnica de Chimborazo, Ingeniería en Finanzas.
- Barrera et al., 2. G. (2012). Efectos de diferentes fracciones de harinas de trigo pan obtenidas con molino industrial sobre la calidad de galletitas dulces. *Scielo*.
- Batista, L. (2009). *Guía Técnica El Cultivo de Cacao (en línea)*. Obtenido de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34846219/cacao_guia_tecnica.pdf.
- Bergman, C. e. (07 de 1994). DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE UNA PASTA A BASE DE TRIGO, MAÍZ, YUCA Y FRIJOL. *Scielo*. Obtenido de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442003000700004
- Biasi, A. d. (2022). *URCAN*. Obtenido de [file:///C:/Users/HP/Downloads/1412-3259-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/1412-3259-1-PB%20(1).pdf)
- BLUMOS, S. (2025). *revista industriaalimentaria*. Obtenido de <https://www.industriaalimentaria.org/blog/contenido/pasta-de-la-tradicion-a-la-innovacion>
- Bobadilla, J. M. (2024). *Características Fisicoquímicas Y Aceptación Sensorial De Galletas Con Sustitución Parcial De Harina De Trigo Por Harina De Nogal (Juglans Regia)*. Obtenido de <https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/4235/Jeny%20Mendoza%20Bobadilla%20-%20FICA.pdf>
- Bravo, K. (2020). EFECTO DE LA MICRO FERMENTACIÓN DE CACAO (*Theobroma cacao* L.), VARIEDAD NACIONAL Y CCN-51, EN. *UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO*, 11-101.
- C, A. S., & SC., C. J. (2011). Aprovechamiento de la cáscara de la mazorca de cacao como adsorbente. *Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingeniería Química*.
- Camio, C. (2014). *Estudio de contenido de grasa, alcaloides y polifenoles totales en almendras de cacao naciona fino de aroma en zonas del litoral ecuatoriano para comparar su calidad y facilitar su comercialización*. Ambato - Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, Ingeniería en Bioquímica.
- CAROLINA, V. (2019). Obtenido de: <https://aadynd.org.ar/diaeta/seccion.php?n=124>
- Carreira, M. (2024). Obtenido de salud blogs mapfre: <https://www.salud.mapfre.es/nutricion/alimentos/maca-superalimento/>
- Cervantes, G. (2022). *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*. Obtenido de <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume7/7/8/29.pdf>
- Chambi, V. (20 de 02 de 2018). Obtenido de <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/153?show=full>

- Chuqui, N. A. (2022). Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/adf171fb-be3d-480f-958b-e7e4727f3ae1/content>
- Cruz Olaya, C. A. (2019). *Universidad Privada Antenor Orrego*. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPAO_a5992f2b7db0544ca4c231bd15a152f7
- Daud, Z., Sari, A., Kassim, A., Mohd Aripin, A., Awang, H., Zainuri, M., & Hatta, M. (2013). Chemical Composition and Morphological of Cocoa Pod Husks and Cassava Peels for Pulp and Paper Production. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 7(9): 406-411.
- Davila, D. (2017). *DEUSTO SALUD*. Obtenido de <https://www.deustosalud.com/blog/dietetica-nutricion/que-son-caracteristicas-bromatologicas-alimentos>
- DL, S. R., & DM., O. G. (2014). Obtención y caracterización de pectina a partir de la cascarilla de cacao del Theobroma cacao L subproducto de una industria chocolatera nacional. . *Universidad Tecnológica de Pereira Escuela de química*.
- Eduardo, K. (marzo de 2024). La ciencia sensorial y del consumidor como herramienta valiosa para el desarrollo de productos alimenticios a base de quinua: Más de tres décadas de evidencia científica. *scielo*. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172024000200251
- Espinisa, C., & Mosquera, D. (2012). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN DE CACAO EN EL CANTÓN SAN LORENZO, PROVINCIA DE ESMERALDAS*. Quito- Ecuador: Facultad de Ciencias Económicas - Universidad Central del Ecuador.
- FAO. (junio de 2019). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de <https://www.fao.org/4/AB489S/AB489S03.htm>
- fitia. (2020). *fitia*. Obtenido de <https://fitia.app/es/calorias-informacion-nutricional/harina-de-maca-2000665/>
- Fonseca, D. (2019). *APROVECHAMIENTO DE HOJAS DE VARIEDADES DE CACAO (Theobroma cacao L.) NACIONAL, FORASTERO Y TRINITARIO, CON DOS ESTADÍOS FISIOLÓGICOS FOLIARES, PARA LA OBTENCIÓN DE UNA INFUSIÓN*. Mocache-Los Ríos -Ec.: niversidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Gómez, A. (19 de diciembre de 2022). Obtenido de <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/13418/2/PG%201243%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Guadalupe et al., 2. C. (2011). Propiedades y posibles aplicaciones de las proteínas de.

- Guaman, M. (2007). *Estudio de factibilidad para el cultivo de cacao 51 en la parroquia Cristóbal Colón de la ciudad de Santo Domingo de los Colorados y su comercialización*. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/731>.
- Huayanay, J. (16 de 07 de 2016). Obtenido de <https://es.scribd.com/document/318441918/El-Proceso-de-Elaboracion-dePastas-Alimenticias>
- Imbaquingo, N., & Ortiz, O. (2012). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA REMOVER LA CASCARILLA DE GRANOS DE CACAO PARA UNA PRODUCCIÓN DE 200 kg/h. FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ed.* Quito-Ecuador: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL.
- Juan G., R. B. (2003). Obtenido de <https://cgspace.cgiar.org/server/api/core/bitstreams/ecab7169-68f1-42ce-8d11-ebd55a43e57c/content>
- La caseta. (2023). Obtenido de <https://www.lagaceta.com.ar/nota/1064837/sociedad/cual-valor-nutricional-cucharada-maca-peruana.html>
- Luciano, M. (2020). Obtenido de GEA: <https://www.gea.com/es/stories/technology-making-high-quality-pasta-available-worldwide/>
- Marisela Granito, A. T. (2003). *scielo*. Obtenido de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442003000700004
- Marisela Granito, A. T. (2003). *Scielo*. Obtenido de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442003000700004
- Marisela Granito, V. A. (2008). Obtenido de Revista de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición: <https://www.alanrevista.org/ediciones/2009/1/art-11/>
- Martínez y Pérez et al., 2. (2002). Propiedades y posibles aplicaciones de las proteínas de salvado de trigo . *Scielo*.
- Méndez, L., Rivas, E., & Rosales, L. (2011). *Modelo de empresa procesadora de cacao para la obtención de productos con mayor valor agregado*. Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura.
- Mendoza, L. (2020). Elaboración de productos tipo tallarín libres de gluten y evaluación de sus propiedades fisicoquímicas. *Scielo*.
- Mestanza, S., & Quiroz, J. (2010). *Establecimiento Y Manejo De Una Plantacion De Cac s.l.* 19 p.: INIAP Archivo Historico.
- Njoku, V. O., Ayuk, A. A., & Ejike, E. E. (2011). Cocoa pod husk as a low cost biosorbent for the removal of Pb(II) and Cu(II)from aqueous solutions. *C.E, & Bello, O. S.*, 5(2011),101-110.
- Nollet, L. (1996). *Handbook of Food Analysis*. Marcel Dekker. Obtenido de <https://educacion.sanjuan.edu.ar/mesj/LinkClick.aspx?fileticket=cx3oqp2MHDs%3D&tabid=678&mid=1743>

- Nortes, E. (2024). *el explorador desde 1905*. Obtenido de <https://especiaselexplorador.com/macabeneficios-usos-propiedades/>
- Olsson, R. (2024). *bannerhealth*. Obtenido de <https://www.bannerhealth.com/es/healthcareblog/teach-me/macamagic-everything-to-know-about-maca-root>
- OrganicCrops. (2023). Obtenido de OrganicCrops.: <https://organiccrops.net/es/resources/230514-from-the-mountains-of-peru-the-incredible-health-benefits-of-maca.php>
- Paniagua, S. (2024). *Naturistas Blog*. Obtenido de <https://www.naturitas.es/blog/nutricion-y-dietetica/tipos-de-maca-cuales-son-y-cuales-son-sus-beneficios>
- Payano, N. R. (junio de 2010). Obtenido de <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1873/tesis%20Nithza%20y%20Nancy%20%20Payano%20Rojas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pearson, D. (1993). Obtenido de <http://educacion.sanjuan.edu.ar/mesj/LinkClick.aspx?fileticket=cx3oqp2MHDs%3D&tabid=678&mid=1743>
- Perea Villamil, A., Aránzazu Hernández, F., & Martínez Guerrero, N. (2013). *Características de calidad del cacao de Colombia Catalogo de 26 cultivares 1 ed. Bucaramanga*. 107 p.: FEDECACAO Federación Nacional de Cacaoteros.
- Pérez A et al., 2. G. (2010). Efectos de diferentes fracciones de harinas de trigo pan obtenidas con molino industrial sobre la calidad de galletitas dulces. *SciELO*.
- Pinargote, M. (2014). *COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CACAO (Theobroma cacao L.) CCN-51 ANTE DIFERENTES FORMULACIONES DE FERTILIZACIÓN*. QUEVEDO: GROPECUARIA ed. Tesis, editor. Quevedo-Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Pinco Rafael, G. A. (2023). *Universidad Nacional del Santa*. Obtenido de <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4265>
- Pinco, R. (2023). Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSR_7f3fb5c8c353f5c7e6c4b06a660cae9b
- Reis, M. (2024). *tuasaude*. Obtenido de <https://www.tuasaude.com/es/macaperuana/>
- Ricardo et al., 1. B. (1990). Caracterización física y química de harinas industriales nixtamalizadas de maíz de consumo humano en América Central. *SciELO*.
- Rivadeneira, O. (2019). *dSPACE*. Obtenido de <https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/10519>
- Rodríguez et al, A. (04 de diciembre de 2019). Obtenido de

file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-EvaluacionDeLasCaracteristicasFisicoquimicasYSenso-9498731%20(1).pdf

Rodríguez N et al., 1. (1991). Composición química de productos alimenticios derivados de trigo y maíz elaborados en Costa Rica. *Scielo*. Obtenido de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222000000100013

Romero, A. (2017). “*CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA HARINA CON BASE EN CÁSCARAS DE CACAO (Theobroma cacao L.), PARA LA ELABORACIÓN DE GALLETAS*”. Quevedo – Los Ríos – Ecuador: UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO.

Sánchez et al., 2. (2020). Efecto de varios factores sobre características químicas de harinas de frutopán y harinas compuestas trigo-frutopán. *Scielo*.

Sanitas. (2023). *Santias parte de buda*. Obtenido de <https://www.sanitas.es/biblioteca-de-salud/dieta-alimentacion/alimentos/alimentos-funcionales>

Santos et al., R. J. (diciembre de 2021). Obtenido de <https://www.perplexity.ai/search/ayudame-a-interpretar-esta-fig-R8E6L5keT1OjZ7xZYSD7sw>

Santos, C., & Alberto, J. (2012). *Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de cacao (Theobroma cacao L.) variedad CCN-51, Jama-Manabí (en línea)*.

Serena, B. (2024). Obtenido de superlativa: <https://superlativabotanicals.com/community/blog/maca>

Serena, B. (2024). *superlativa*. Obtenido de <https://superlativabotanicals.com/community/blog/maca>

Surco Almendras, J. C. (2011). *scielo*. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602011000200005

thefoodtech. (2025). Obtenido de thefoodtech: <https://registro.thefoodtech.com/suscripciones-premium/?slug=/ingredientes-y-aditivos-alimentarios/innovacion-en-ingredientes-para-la-pasta-nuevas-soluciones-para-la-salud-y-la-sostenibilidad/>

thefoodtech. (2025). *thefoodtech*. Obtenido de <https://thefoodtech.com/ingredientes-y-aditivos-alimentarios/innovacion-en-ingredientes-para-la-pasta-nuevas-soluciones-para-la-salud-y-la-sostenibilidad/>

Torres, L. (2012). *Manual de produccion de cacao fino de aroma a través de manejo ecologico*. Cuenca: Universidad de Cuenca, Ciencias Agropecuarias.

Torres, M. (2019). *Obtención de celulosa a partir de la cáscara de cacao ecuatoriano (Theobroma cacao l.) mediante hidrólisis térmica para la elaboración de pulpa de papel*. Quito: UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.

Vargas, P., Ciobotă, V., Salinas, W., Kampe, B., Aponte, P., Rösch, P., . . . Ramos. (2016).

Distinction of Ecuadorian varieties of fermented cocoa beans using Raman spectroscopy. Food Chemistry 211:274-280.

Yolanda Picó, D. B. (2021). *International Journal of Food Science and Technology*. Obtenido de <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ijfs.15321>