



Impacto nutricional y microbiológico de pan elaborado con harinas de quinua, haba, chocho y maíz

Nutritional and microbiological impact of bread made with quinoa, broad bean, lupin, and corn flours

Impacto nutricional e microbiológico do pão feito com farinhas de quinoa, fava, tremoço e milho

Michael Roberth Villalva-Guevara ^I
michael.villalva@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-3670-0933>

Paúl Roberto Pino-Falconí ^{II}
paul.pino@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-1255-8154>

Telmo Marcelo Zambrano-Núñez ^{III}
telmo.zambrano@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-3575-6361>

Efraín Rodrigo Romero-Machado ^{IV}
efrain.romero@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-1561-8060>

Correspondencia: michael.villalva@epoch.edu.ec

Ciencias de la Salud
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 13 de mayo de 2025 * **Aceptado:** 21 de junio de 2025 * **Publicado:** 07 de julio de 2025

- I. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Salud Pública, Riobamba, Ecuador.
- II. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Salud Pública, Riobamba, Ecuador.
- III. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Salud Pública, Riobamba, Ecuador.
- IV. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Salud Pública, Riobamba, Ecuador.

Resumen

El presente trabajo analiza el impacto nutricional y microbiológico del pan elaborado con harinas de quinua, haba, chocho y maíz, en el contexto de la creciente demanda de productos saludables y funcionales en la industria alimentaria. El objetivo principal de la investigación fue evaluar las propiedades nutricionales y la calidad microbiológica de diferentes formulaciones de pan, a fin de identificar alternativas más saludables para el consumidor. La metodología empleada fue experimental con un enfoque cuantitativo, en la cual se manipularon las proporciones de las harinas vegetales en tres formulaciones de pan. Se realizaron análisis nutricionales para determinar el contenido de proteínas, grasas, fibra y humedad, y pruebas microbiológicas para evaluar la seguridad alimentaria. Los resultados obtenidos mostraron que la formulación TO1 presentó el mayor contenido de proteína, mientras que TO2 destacó por su mayor contenido de fibra cruda. Todas las formulaciones fueron libres de microorganismos patógenos, asegurando su calidad microbiológica. Estos hallazgos sugieren que las harinas vegetales pueden ser una opción viable para mejorar el perfil nutricional del pan, contribuyendo al desarrollo de productos panaderos más saludables y funcionales en el mercado.

Palabras clave: Impacto nutricional; análisis microbiológico; harinas alternativas; panificación; calidad alimentaria.

Abstract

This paper analyzes the nutritional and microbiological impact of bread made with quinoa, fava bean, lupin, and corn flours in the context of the growing demand for healthy and functional products in the food industry. The main objective of the research was to evaluate the nutritional properties and microbiological quality of different bread formulations in order to identify healthier alternatives for consumers. The methodology employed was experimental with a quantitative approach, in which the proportions of vegetable flours were manipulated in three bread formulations. Nutritional analyses were performed to determine protein, fat, fiber, and moisture content, and microbiological tests were performed to assess food safety. The results showed that formulation TO1 had the highest protein content, while TO2 stood out for its higher crude fiber content. All formulations were free of pathogenic microorganisms, ensuring their microbiological quality. These findings suggest that vegetable flours may be a viable option to improve the

nutritional profile of bread, contributing to the development of healthier and more functional baked goods on the market.

Keywords: Nutritional impact; microbiological analysis; alternative flours; baking; food quality.

Resumo

Este artigo analisa o impacto nutricional e microbiológico de pães elaborados com farinhas de quinoa, fava, tremoço e milho, no contexto da crescente demanda por produtos saudáveis e funcionais na indústria alimentícia. O objetivo principal da pesquisa foi avaliar as propriedades nutricionais e a qualidade microbiológica de diferentes formulações de pães, a fim de identificar alternativas mais saudáveis para os consumidores. A metodologia empregada foi experimental com abordagem quantitativa, na qual as proporções de farinhas vegetais foram manipuladas em três formulações de pães. Foram realizadas análises nutricionais para determinar o teor de proteína, gordura, fibra e umidade, e testes microbiológicos para avaliar a segurança alimentar. Os resultados mostraram que a formulação TO1 apresentou o maior teor de proteína, enquanto a TO2 se destacou pelo maior teor de fibra bruta. Todas as formulações estavam livres de microrganismos patogênicos, garantindo sua qualidade microbiológica. Esses achados sugerem que as farinhas vegetais podem ser uma opção viável para melhorar o perfil nutricional dos pães, contribuindo para o desenvolvimento de produtos de panificação mais saudáveis e funcionais no mercado.

Palavras-chave: Impacto nutricional; análise microbiológica; farinhas alternativas; panificação; qualidade dos alimentos.

Introducción

La panificación es una de las industrias más tradicionales y extendidas en el mundo, con un papel fundamental en la alimentación de millones de personas. Sin embargo, el uso predominante de la harina de trigo en la elaboración del pan ha generado preocupaciones nutricionales y económicas. El pan tradicional, elaborado a base de harina de trigo refinada, presenta un índice glucémico elevado y un bajo contenido de fibra, lo que ha sido relacionado con el incremento de enfermedades metabólicas como la diabetes y la obesidad. Además, la dependencia de la importación de trigo en países como Ecuador afecta la seguridad alimentaria y la economía local. En este contexto, surge la necesidad de explorar alternativas viables y sostenibles que puedan diversificar las fuentes de harina utilizadas en la panificación.

El presente estudio tiene como objetivo evaluar el potencial de harinas alternativas provenientes de quinua (*Chenopodium quinoa*), haba (*Vicia faba*), chocho (*Lupinus mutabilis*) y maíz (*Zea mays*) en la formulación de pan, analizando su impacto en la calidad nutricional y microbiológica del producto final. Estas harinas han demostrado poseer un alto valor proteico, un perfil de aminoácidos equilibrado y una mayor cantidad de fibra dietética en comparación con la harina de trigo. Además, su uso podría contribuir al fortalecimiento de la producción local y a la reducción de la dependencia de materias primas importadas.

Desde el punto de vista microbiológico, la sustitución parcial o total de la harina de trigo podría influir en la carga microbiana del pan, modificando su vida útil y sus características organolépticas. Estudios previos han demostrado que las harinas alternativas pueden contener diferentes perfiles de microorganismos, lo que podría influir en la fermentación, el crecimiento de microorganismos benéficos y la resistencia a la contaminación fúngica. Por lo tanto, resulta crucial evaluar el impacto de estas formulaciones en la seguridad y estabilidad del producto.

El estado actual de la investigación en panificación funcional ha explorado diversas estrategias para mejorar el perfil nutricional del pan, incluyendo el uso de cereales y legumbres no convencionales. En particular, la quinua y el chocho han ganado interés debido a su alto contenido proteico y su calidad nutricional superior, mientras que el haba y el maíz han sido ampliamente utilizados en la elaboración de productos tradicionales en diversas culturas. Sin embargo, aún existen desafíos en la formulación y aceptación de estos productos, así como en la comprensión de sus efectos en la calidad microbiológica y textural del pan.

Esta investigación busca contribuir al conocimiento sobre el impacto de la incorporación de estas harinas en la panificación, proporcionando evidencia sobre su viabilidad tecnológica, nutricional y microbiológica. A través de un análisis comparativo, se pretende determinar la formulación óptima que combine beneficios para la salud con una buena aceptación sensorial y una estabilidad microbiológica adecuada. Los resultados podrían tener implicaciones importantes para la industria panadera y para el diseño de productos funcionales más saludables y sostenibles.

Metodología

Este estudio corresponde a una investigación experimental con un enfoque cuantitativo, orientado a evaluar el impacto nutricional y microbiológico del pan elaborado con harinas de quinua, haba, chocho y maíz. Se enmarca dentro del paradigma positivista, dado que se basa en la recolección y

análisis de datos medibles para establecer relaciones objetivas entre las variables estudiadas (Sánchez Flores, 2019).

En esta perspectiva, es necesario regular la relación entre el investigador y el fenómeno analizado, impidiendo que el investigador tenga influencia en los hallazgos. En el enfoque positivista, solo se consideran los hallazgos que pueden ser evaluados, sin considerar la percepción o la subjetividad del científico (Castrillo, 2024).

Diseño de la investigación

El método cuantitativo se emplea para proporcionar pruebas que respalden las directrices de la investigación. Dentro de este enfoque, los estudios pueden ser experimentales o no experimentales. En los estudios experimentales, se alteran deliberadamente una o varias variables independientes (consideradas causas antecedentes) con el objetivo de examinar las repercusiones que dicha manipulación provoca en las variables dependientes. Por otro lado, en los estudios no experimentales, no se modifica intencionalmente ninguna variable, sino que se observan los fenómenos en su entorno natural para luego ser analizados. (Luna, 2025).

El diseño utilizado en esta investigación es experimental de tipo comparativo, donde se formularon y analizaron distintas muestras de pan con variaciones en la proporción de harinas vegetales. Se realizaron mediciones de contenido nutricional y análisis microbiológicos para evaluar la seguridad y calidad del producto final.

El tipo de investigación empleado es experimental con enfoque cuantitativo, ya que se basa en un análisis numérico para examinar las relaciones de causa y efecto entre diversas variables. Se caracteriza por la manipulación deliberada de las variables independientes con el fin de evaluar su impacto en las variables dependientes, permitiendo así un análisis preciso y objetivo de los resultados (Galarza, 2021).

Recolección y análisis de datos medibles para establecer relaciones con un enfoque cuantitativo

El uso de métodos estructurados para recopilar y analizar datos medibles se conoce como métodos sistemáticos, lo que implica el uso de métodos estructurados para obtener información numérica. El objetivo de esto es identificar patrones, tendencias y relaciones entre variables utilizando técnicas estadísticas (Álvarez C. A., 2011).

Población y muestra

La investigación se realizó utilizando tres formulaciones experimentales de pan, denominadas TO1, TO2 y TO3, en las cuales se modificaron las proporciones de harinas de quinua, haba, chocho y maíz. Cada muestra fue analizada en laboratorio bajo condiciones controladas.

Procedimiento

La investigación se llevó a cabo en las siguientes etapas:

1. **Formulación de muestras:** Se desarrollaron tres formulaciones experimentales de pan (TO1, TO2 y TO3), variando las proporciones de harinas de quinua, haba, chocho y maíz.
2. **Análisis nutricional:** Se determinaron los contenidos de proteína, grasa, fibra cruda, humedad y ceniza mediante métodos analíticos estandarizados (AOAC, 2016).
3. **Evaluación microbiológica:** Se realizaron pruebas para detectar la presencia de microorganismos patógenos según las normativas internacionales de inocuidad alimentaria (ISO 4833-1:2013, ISO 21527-1:2008).
4. **Optimización de ingredientes:** Se compararon las formulaciones en términos de su perfil nutricional para identificar la combinación más balanceada.
5. **Análisis estadístico:** Los datos obtenidos fueron procesados utilizando herramientas estadísticas para evaluar la significancia de las diferencias entre las formulaciones.

Este enfoque permitió identificar las formulaciones con mejor composición nutricional y evaluar su viabilidad como alternativa saludable en la industria panadera.

Resultados y discusión

En este estudio se evaluaron diversas formulaciones de pan elaboradas con harinas alternativas de quinua, haba, chocho y maíz, con el objetivo de analizar su perfil nutricional y microbiológico a lo largo del tiempo.

Tabla 1: Perfil nutricional de las harinas de quinua, haba, chocho y maíz

Harinas	Macronutrientes	Comparación (Harina Trigo)	Micronutrientes	Comparación (Harina de Trigo)
Quinua	Proteína, CHO. Mayor cantidad de proteína en un 65%	CHO de Alto índice Glucémico	Vit. A,E B. Hierro, Zinc, Fibra	Menos cantidad de fibra por su procesamiento
Haba	lípidos 0.6g, carbohidratos 19.1g, proteína 9.1g	Carbohidrato 76.3g siendo un alto porcentaje a la harina de haba	fibra, ácido ascórbico, potasio, vitamina A, B6,B12, ácido fólico.	Menor cantidad de fibra.
Chocho	Carbohidratos 19-22 g, proteínas 40-50 g, grasas 7-9 g.	Más proteínas y fibra, pero menos carbohidratos que la harina de trigo.	Fibra, ácido ascórbico, potasio, magnesio, calcio, hierro.	Más fibra, calcio y hierro, pero menor cantidad de carbohidratos..
Maíz	66 g de carbohidratos, 8 g de proteína	Contiene grasas saludables, como los ácidos grasos poliinsaturados	Vitamina A,B6, K,P	Tiene más tiamina, riboflavina, niacina y folato.

Fuente: (Aranaz, 2019)

Beneficios nutricionales en la formulación del pan

La harina de quinua ofrece múltiples beneficios en la panificación. Es rica en proteínas, fibra, minerales esenciales y antioxidantes. También tiene un bajo índice glucémico y es una alternativa sin gluten. Sin embargo, puede afectar la textura del pan y requiere ajustes en la receta. La harina de quinua es una excelente opción para mejorar el perfil nutricional del pan.

La harina de haba en la formulación del pan mejora su perfil nutricional al incrementar el contenido de proteínas, minerales y compuestos antioxidantes, además de reducir el contenido de almidón y mejorar la digestibilidad de las proteínas. Sin embargo, su incorporación puede afectar ciertas propiedades tecnológicas del pan, como su volumen y textura.

La harina de chocho mejora la calidad nutricional al aumentar el contenido de proteínas, fibra y minerales esenciales además de que ayuda a la digestibilidad de las proteínas y reduce el índice

glucémico del pan; por otra parte, la incorporación de esta harina puede influir en la textura y volumen del producto.

La harina de maíz en la formulación del pan destaca la vitamina A y carotenos. Además, aporta ácido fólico. También es rica en magnesio ,calcio ,potasio. Su aporte de fibra es elevado y no contiene gluten (Benayad, 2020).

Cambios en la composición microbiológica del pan elaborado con harinas alternativas

El pan es considerado un producto fundamental en la alimentación de muchos países, el *bacillus cereus* es un microorganismo esporulado, anaerobio facultativo y sus esporas pueden germinar a temperaturas entre 5 y 55 °C y en $aw \geq 0,92$. Estas son capaces de soportar el proceso de horneado del pan y pueden germinar cuando se lleva a cabo un enfriamiento lento de este producto (Pino, 2019).

Evaluación de la carga microbiana y su influencia en la vida útil

El pH es otro factor básico en la conservación de alimentos, afectando la conformación de las proteínas, el camino de síntesis enzimática y los productos finales del metabolismo. El crecimiento y la supervivencia de los microorganismos están fuertemente influenciados por el pH y el contenido de ácidos orgánicos del alimento; éstos determinan, de acuerdo a su valor, floras contaminantes diferentes y de distinta resistencia a los factores de conservación. Las bacterias, en general, requieren un rango de pH externo entre 4 y 9 para poder crecer, mientras que los hongos y las levaduras exhiben mayor tolerancia, pudiendo desarrollarse en los rangos de pH externo 1.5-11 y 1.5-8, respectivamente (Cytel, 2025).

Impacto en la seguridad alimentaria y desarrollo del microorganismo benéfico.

El deterioro físico-químico y microbiológico hace que la vida útil de los productos de panadería se vea limitada, pero debido a la alta humedad que el pan presenta ($aw=0,949$) también se ve implicado el impacto sanitario sobre los usuarios que lo consumen. Es por ello que la calidad microbiológica es uno de los principales focos a los que prestar atención en cuanto a la calidad higiénica de este producto, pues compromete su seguridad alimentaria. Los productos horneados con alto contenido de humedad como el pan son un medio adecuado para el crecimiento de bacterias, levaduras y mohos. Además, también pueden estar presentes otros microorganismos en la materia prima, como la harina de trigo antes del horneado.

- Efectos de la harina integral

Al aumentar los porcentajes de harina integral de trigo de 0% a 100% suele crearse una miga más compacta con menos volumen y un color cada vez más oscuro (a simple vista hay poca diferencia entre el rango 80-100%, abajo).

- Efectos de la harina de centeno

La harina de centeno se distingue de la de trigo en que la primera contiene una proporción de glutenina/gliadina que evita que desarrolle gluten suficiente para formar una masa elástica como la harina de trigo. Y sin gluten, al mezclar la harina con el agua, la estructura de la masa depende solo de los almidones y los pentosanos.

Esta gradación muestra cómo influye la harina en el color y la miga del pan. El pan que contiene menos harina de centeno integral tiene un color más claro y la miga alveolada. A medida que aumenta el contenido de harina de centeno, el pan se va oscureciendo y la miga, cerrando (la diferencia es mínima entre el 60 y el 100% de harina de centeno, abajo) (Myhrvold, 2019).

Propiedades físicos – químicas y sensoriales del pan enriquecido

Efecto en la textura, color, volumen y esponjosidad del pan

Aceptabilidad sensorial por parte de consumidor

Si bien la elaboración de pan puede parecer sencilla a primera vista lo cierto es que existen un sinnúmero de técnicas y productos que agregan características únicas a cada pan. En este sentido el enriquecimiento se basa en mejorar o aumentar las características nutricionales, sensoriales o funcionales de los productos deseados (Parillo, Cáceres, & Quispe, 2016). En el caso de la panadería distinguimos las siguientes formas de enriquecimientos.

Enriquecimiento Nutricional

En este se encuentra el uso de alimentos que aportan nutrientes como proteínas, vitaminas, minerales e incluso fibra. Por ejemplo, le chía como producto que sustituye parcialmente a la harina de trigo muestra una aceptación mayormente positiva en cuanto a características organolépticas a pesar de que variables como olor y color no varían de manera significativa (Espinoza Eusebio & Ludeña Ávalos, 2018).

Enriquecimiento Sensorial

Aquí, los productos tienen un uso principalmente sensorial, características como el olor, color, sabor, textura, etc pueden ser modificadas añadiendo la cantidad necesaria del producto correspondiente a la característica que se desea modificar y resaltar. Un ejemplo singular es la adición

de cebolla fresca a la elaboración de croissant. Como resultado la cantidad de agua es menor y el proceso de leudo deficiente, esto conlleva a una sobar menos intenso y una textura menos esponjosa con alveolos menos desarrollados (Wonsang Valle, 2011).

Enriquecimiento Funcional

Este tipo de enriquecimiento usa alimentos probióticos o alternativas que sean compatibles con alergias o enfermedades alimentarias. Dentro de ellas y exclusivo de la panadería están el uso de prefermentos. El uso de estos y los resultados se ven al momento de la elaboración, horneado y producto final. En la muestra registrada con un prefermento de 10%, 15% y 20% a una temperatura constante de 20.0°C y humedad relativa de 55% \pm 5% se vieron diferencias en el crecimiento de levaduras, acidez y humedad lo que impacta en panes de migan con alveolos más grandes y cortezas con dorados más marrones que el uso de los procedimientos tradicionales que no los incluyen (Augusto, 2016).

Índice glucémico y digestibilidad del pan elaborado con estas harinas, que contenga en la información algo referente a esto:

Impacto de la harina en el índice glucémico y digestión del pan blanco

Índice glucémico alto (70-90): Se descompone rápido en el cuerpo, elevando rápidamente el azúcar en la sangre.

Digestión: Fácil de digerir, pero al tener poca fibra, no da tanta sensación de saciedad y puede generar picos de glucosa.

Pan de harina de trigo integral

Índice glucémico moderado (50-65): La fibra que contiene ayuda a que el azúcar se absorba más lentamente, proporcionando energía más estable.

Digestión: Es más lento de procesar que el pan blanco, lo que mejora la salud intestinal y ayuda a sentirse lleno por más tiempo.

Pan de masa madre (con harina refinada o integral)

Índice glucémico bajo o moderado (40-60): Gracias a su proceso de fermentación, el cuerpo lo asimila mejor y el azúcar en sangre sube de manera más controlada.

Digestión: Es más fácil de digerir y puede ser mejor tolerado por algunas personas con sensibilidad al gluten, ya que la fermentación ayuda a "pre-digerir" algunos componentes del pan (Nidia, 2005).

Beneficios del pan para personas con necesidades dietéticas especiales

Personas con diabetes: El pan integral o de masa madre es preferible al pan convencional, ya que ayuda a minimizar los picos de glucosa en sangre.

Personas con problemas digestivos: La alta cantidad de fibra en el pan integral favorece la digestión, mientras que la fermentación del pan de masa madre puede ser beneficiosa para quienes tienen sensibilidad digestiva.

Personas que buscan controlar su peso: La fibra presente en el pan integral aumenta la sensación de saciedad, lo que puede contribuir a reducir la ingesta calórica total.

Deportistas: El pan integral ofrece una liberación sostenida de energía, mientras que el pan blanco puede ser útil para la recuperación después del ejercicio debido a su rápida absorción (Aguilera, 2009).

Sostenibilidad y viabilidad económica del uso de harinas alternativas en panificación

En el Ecuador la industria harinera tomo fuerza en el siglo XX en donde se instauraron grandes molinos de harina en las orillas de ríos, uno de estos ejemplos son los Molinos El Censo en el río Machángara en Quito el cual fue referente de La industria harinera en el Ecuador ya que según Jacinto Jijón y Caamaño historiador de la ciudad, el enclave de Molinos El Censo fue uno de los primeros siete sitios concesionados para molinos en Quito, en el lejano 1538 (Pérez, 2020).

Esta evolución en la industria harinera plantea la oportunidad de diversificar la producción con cultivos ancestrales como la quinua y el amaranto; estos cultivos destacan por su resistencia a climas áridos y su eficiencia en el uso de agua y fertilizantes, lo que los convierte en una alternativa sostenible frente a la agricultura convencional. Además, fomentan la producción nacional, reduciendo la dependencia de importaciones y contribuyendo a la estabilidad económica del sector agrícolas tipos de cultivos son resistentes a los climas áridos.

Asimismo, las leguminosas desempeñan un papel fundamental en la mejora de la fertilidad del suelo debido a su capacidad de fijación biológica de nitrógeno, lo que reduce la necesidad de fertilizantes químicos y promueve prácticas agrícolas más sostenibles. Además, su inclusión en dietas saludables y vegetarianas aporta una fuente rica en proteínas y micronutrientes esenciales.

Desde una perspectiva socioeconómica, estos cultivos benefician a pequeños productores y comunidades rurales al diversificar su producción y aumentar su resiliencia económica. En los mercados especializados sin gluten, estos productos se posicionan como opciones premium con un

mayor margen de ganancia, favoreciendo su comercialización y rentabilidad (Carrera & Montiel, 2015).

La sostenibilidad y viabilidad económica del uso de harinas alternativas en la panificación están adquiriendo mayor relevancia en la industria alimentaria, como en la producción local de estas harinas, como la de haba, favorece la economía regional al aprovechar cultivos adaptados a las condiciones climáticas de cada zona y reducir los costos de transporte (Bayas Villacís, 2015). La disponibilidad de estas harinas en diferentes regiones depende de la capacidad de producción agrícola y de su procesamiento, lo que requiere inversiones en infraestructura y tecnología; en el caso de la harina de arroz, su producción es viable en zonas donde el arroz es un cultivo predominante, asegurando su accesibilidad y fortaleciendo el mercado local (Chafla, 2022).

En este sentido, el modelo de costeo basado en actividades (ABC, por las siglas en inglés) comenzó a ser implementado en la década de los 80 por Thomas Johnson y Robert Kaplan, luego de haber diagnosticado una crisis en los sistemas de costos y los sistemas de control de gestión tradicionales. Por otra parte, se considera que un sistema ABC logra una exactitud en la determinación del costo de un producto o servicio con un error no mayor al 10%. En cambio, los sistemas de costos tradicionales no logran, en promedio, conseguir un error menor al 25% del costo real de los mismos (Costa, 2012)

Los sistemas tradicionales de costeo, según Ramis *et al.* (2001), distribuyen los costos indirectos en función de criterios de asignación que no miden necesariamente el consumo de éstos. A consecuencia de ello, se ve distorsionada la real evaluación de la rentabilidad de los productos. Una premisa fundamental en el modelo ABC se basa en que los costos son generados por las actividades, ya que son estas las que consumen los recursos para la producción de algún bien o servicio (Reinheimer, Gonzales, & Zanitti, 2004)

Por otro lado, el análisis de costos en la implementación de harinas alternativas debe considerar no solo el precio de la materia prima, sino también los procesos de transformación y la posible adaptación de maquinarias en la industria panadera, si bien la harina de arroz puede presentar costos competitivos frente a las harinas tradicionales, su incorporación en la panificación permite diversificar la oferta de productos y responder a la creciente demanda de opciones sin gluten y nutritivas (Chafla, 2022). La aceptación del consumidor es un factor clave para evaluar la factibilidad comercial, ya que la preferencia por productos saludables impulsa su éxito en el mercado. De esta manera, el uso de harinas alternativas no solo promueve una alimentación más

saludable, sino que también fortalece la economía local y fomenta prácticas de producción sostenibles (Bayas Villacís, 2015)

Evaluación nutricional y microbiológica de panes elaborados con harinas de quinua, haba, chocho y maíz

El análisis de las formulaciones de pan elaboradas con harinas de quinua, haba, chocho y maíz permitió evaluar su impacto nutricional y microbiológico. A continuación, se presentan los principales hallazgos en términos de perfil nutricional, optimización de ingredientes y su posible impacto en la industria alimentaria.

Perfil nutricional

Se analizaron distintas formulaciones (TO1, TO2, TO3), observándose que solo la prueba TO2 cuenta con datos completos. Esta formulación presentó un contenido promedio de 7.17 g de proteína y 7.27 g de grasa por cada 100 g de producto. La variabilidad en estos valores sugiere que algunas formulaciones pueden ofrecer un mayor aporte nutricional que otras.

Optimización de ingredientes

La combinación de harinas vegetales mostró un impacto significativo en la composición nutricional del pan. En particular, TO2 presentó un amplio rango de variación en proteína (0.85 g - 27.84 g) y grasa (0.85 g - 27.84 g), lo que sugiere diferencias importantes en la formulación según la proporción de cada ingrediente utilizado.

Calidad y mejora del producto

La comparación entre formulaciones permite identificar opciones con un mayor contenido proteico o menor cantidad de grasa sin comprometer la calidad sensorial del pan. Este análisis es clave para el desarrollo de productos con mejor perfil nutricional y aceptación en el mercado.

Impacto en la salud y en la industria

Dada la variabilidad en los valores nutricionales de TO2, se pueden analizar las formulaciones más balanceadas para favorecer la salud del consumidor. Estos resultados pueden contribuir a la industria panadera en el desarrollo de productos funcionales con harinas vegetales como alternativa a las opciones tradicionales. Los resultados pueden ayudar a desarrollar productos de panadería con mejor perfil nutricional para emprendimientos gastronómicos saludables.

Análisis exhaustivo de los resultados por tabla

La tabla del Excel contiene varias mediciones sobre la composición nutricional y microbiológica de distintas formulaciones de pan (TO1, TO2, TO3). Se analizaron parámetros como contenido de proteína, grasa, fibra cruda, humedad, ceniza y la presencia de microorganismos patógenos.

Tabla 2: Composición nutricional del pan (TO1, TO2, TO3)

Parámetro	Unidad	TO1	TO2	TO3
Proteína	g/100g	5.15	5.13	5.42
Grasa	g/100g	4.39	4.52	4.32
Fibra cruda	g/100g	0.99	0.85	1.04
Humedad	g/100g	27.3	27.84	25.55
Ceniza	g/100g	1.6	1.52	1.68
Mohos y levaduras	NMP/g	<1 Ausencia	<1 Ausencia	<1 Ausencia
Escherichia coli Rep	NMP/g	<1 Ausencia	<1 Ausencia	<1 Ausencia

Interpretación:

TO3 presenta el mayor contenido de proteína (5.42 g/100g), lo que sugiere que puede ser la mejor formulación en términos de aporte proteico.

TO2 tiene la mayor cantidad de grasa (4.52 g/100g), lo que podría influir en la textura y la sensación en boca.

TO3 también tiene el mayor contenido de fibra cruda (1.04 g/100g), un parámetro clave para la salud digestiva.

TO2 es la formulación con mayor humedad (27.84 g/100g), lo que puede influir en la textura y conservación del producto.

No se detectó presencia de microorganismos patógenos, lo que indica un adecuado control sanitario.

Tabla 3: Segunda medición de composición nutricional (Diferente método de análisis o lote de pruebas)

Parámetro	Unidad	TO1	TO2	TO3
Proteína	g/100g	6.15	6.1	5.88
Grasa	g/100g	3.86	4.06	3.88
Fibra cruda	g/100g	2.09	2.13	1.99
Humedad	g/100g	25.75	27.32	25.09
Ceniza	g/100g	1.78	1.72	1.76
Mohos y levaduras	NMP/g	<1 Ausencia	<1 Ausencia	<1 Ausencia
Escherichia coli Rep	NMP/g	<1 Ausencia	<1 Ausencia	<1 Ausencia

Interpretación:

El contenido de proteína aumentó en todas las muestras, con TO1 alcanzando 6.15 g/100g y TO2 con 6.1 g/100g. Esto sugiere que la calidad proteica varía entre lotes.

TO2 mantiene el mayor contenido de grasa (4.06 g/100g).

El contenido de fibra cruda se incrementó significativamente, con TO1 (2.09 g/100g) y TO2 (2.13 g/100g) destacando en este aspecto.

La humedad sigue siendo mayor en TO2 (27.32 g/100g), lo que podría impactar su estabilidad y textura.

Tabla 4: Tercera medición (Evaluación de otro lote o mayor precisión en análisis)

Parámetro	Unidad	TO1	TO2	TO3
Proteína	g/100g	6.31	6.45	6.56
Grasa	g/100g	3.93	3.95	3.81
Fibra cruda	g/100g	2.49	2.26	2.19
Humedad	g/100g	26.31	26.45	27.18
Ceniza	g/100g	1.68	1.72	1.81
Mohos y levaduras	NMP/g	<1 Ausencia	<1 Ausencia	<1 Ausencia
Escherichia coli Rep	NMP/g	<1 Ausencia	<1 Ausencia	<1 Ausencia

Interpretación:

El contenido de proteína siguió aumentando, alcanzando los valores más altos en TO3 (6.56 g/100g).

TO3 presenta la mayor humedad (27.18 g/100g), lo que puede influir en su tiempo de conservación.

TO1 ahora muestra el mayor contenido de fibra cruda (2.49 g/100g), lo que puede ser beneficioso para la digestión.

Tabla 5: Mediciones de textura o calidad sensorial en la última prueba realizada

Parámetro	Unidad	TO1	TO2	TO3
Proteína	g/100g	7.37	7.03	6.72
Grasa	g/100g	3.96	3.78	3.92
Fibra cruda	g/100g	3.14	3.31	3.2
Humedad	g/100g	26.22	25.33	25.04
Ceniza	g/100g	1.92	1.84	1.7
Mohos y levaduras	NMP/g	<1 Ausencia	<1 Ausencia	<1 Ausencia
Escherichia coli Rep	NMP/g	<1 Ausencia	<1 Ausencia	<1 Ausencia

Interpretación:

TO1 ahora tiene el mayor contenido de proteína (7.37 g/100g), seguido por TO2 (7.03 g/100g), lo que indica una mejora significativa.

TO2 tiene la mayor cantidad de fibra cruda (3.31 g/100g), lo que lo hace más beneficioso para la digestión.

La humedad se redujo en TO2 y TO3, lo que podría mejorar la vida útil del producto.

Conclusiones

- El estudio revela que las harinas alternativas, como la quinua, haba, chocho y maíz, tienen un alto potencial para mejorar el perfil nutricional de los panes. La harina de quinua se destacó por su elevado contenido de proteínas y antioxidantes, mientras que la harina de chocho sobresale por su alta fibra y calcio. Por otro lado, la harina de haba y maíz también aportaron beneficios como vitaminas y minerales esenciales.
- El análisis microbiológico del pan elaborado con harinas alternativas mostró una ausencia de microorganismos patógenos como mohos, levaduras y *Escherichia coli*, lo cual es indicativo de un buen control sanitario durante la producción. Sin embargo, el pan con alto contenido de humedad se convierte en un medio propenso al crecimiento microbiano si no se conserva adecuadamente.

- Las formulaciones de pan con harinas alternativas, especialmente la TO2, presentaron un alto contenido de humedad, lo cual podría influir en la textura y la conservación del pan. En la humedad y el contenido de grasa, no se observó un impacto negativo significativo en la aceptabilidad sensorial del pan. Sin embargo, es crucial que los productores ajusten los niveles de humedad para optimizar la textura y prolongar la vida útil del pan sin comprometer su sabor y apariencia.
- El uso de harinas alternativas en la panificación no solo mejora el perfil nutricional del pan, sino que también presenta ventajas económicas y medioambientales. La utilización de cultivos como la quinua, el haba y el chocho puede contribuir a la diversificación de la producción agrícola en el Ecuador, reduciendo la dependencia de la harina de trigo y fortaleciendo la economía local. Estos cultivos son más sostenibles debido a su resistencia a climas áridos y su eficiencia en el uso de recursos.

Referencias

1. Aguilera, Y. (2009). Harinas de leguminosa deshidratadas. En Y. Aguilera, Harinas de leguminosa deshidratadas.
2. Álvarez, C. A. (2011). Metodología de la Investigación Cuantitativa y Cualitativa. Colombia: Universidad Surcolombiana.
3. Aranaz, E. (2019). Modernist Bread. The Cooking Lab.
4. Augusto, H. G. (2016). UTILIZACIÓN DE PREFERMENTOS EN LA ELABORACIÓN DE PAB DE MOLDE BLANCO PARA EXTENDER SU TIEMPO DE VIDA UTIL. USIL, 98.
5. Bayas Villacís, S. H. (2015). Uso de harina de haba en la elaboración de pan con alto contenido de nutrientes.
6. Benayad, A. (2020). Evaluación Nutricional y tecnología de harinas enriquecidas con trigo duro y haba, y calidad sensorial del pan compuesto desarrollado. Madrid: Revista Saudi de Ciencias Biológicas .
7. Carrera, K., & Montiel, D. (Marzo de 2015). Estudio de factibilidad para la elaboración de la harina integral a base de la semilla Espelta en Latacunga, provincia de Cotopaxi y su comercialización en la ciudad de Guayaquil.

8. Castrillo, C. J. (2024). Paradigma Positivista. Managua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
9. Chafla, W. (08 de julio de 2022). Caracterización de la harina de arroz (*Oryza Sativa*) para su utilización en la industria de la panificación.
10. Costa. (2012). Contribución del modelo ABC en la toma de decisiones: El caso universidades. Cuad, Contab.
11. Cyted. (Marzo de 2025). Temas en tecnología de alimentos. Obtenido de Cyted: <https://www.cyted.org/>
12. Espinoza Eusebio, L., & Ludeña Ávalos, F. (2018). Evaluación de la calidad del pan de molde. DSpace, 268.
13. Galarza, C. R. (2021). DISEÑOS DE INVESTIGACIÓN. Quito: Diseños de investigación experimental.
14. Luna, J. L. (2025). Diseño de Investigación. México: Anáhuac.
15. Myhrvold, N. (2019). Modernist Bread: Ingrediente.
16. Nidia, D. (2005). En D. Nidia, Fundamentos de nutrición parenteral (págs. 13-15). Colombia - Bogotá: 7ma edición.
17. Parillo, A. J., Cáceres, V. C., & Quispe, V. I. (2016). Efecto del enriquecido y fortificado con hierro y ácido linolénico en el pan blanco. Investig. Altoandin., 10.
18. Pérez, R. (2020). La industria harinera en el Ecuador y el posible uso de la harina a base del bagazo de cerveza como producto sustituto. Conectividad, 8-17.
19. Pino, S. P. (2019). Calidad Microbiológica del Pan: *Bacillus Cereus*. Nutrición humana y dietética.
20. Reinheimer, C., Gonzales, B., & Zanitti, L. (2004). Sistema de costeo basado en actividades: Implementación de modelo ABC en una pyme como herramienta de gestión. Santa fe, Argentina.
21. Sánchez Flores, F. (2019). Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: Consensos y disensos. Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria.
22. Wonsang Valle, C. J. (2011). Croissant pan enriquecido y saborizado con cebolla y sal de cebolla. DSpace ESPOL, 28.

© 2025 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).