



Desarrollo de un suplemento alimenticio a base de harina de frutipan (Artocarpus altilis) y harina de quínoa (Chenopodium quinoa willd) enriquecido con aceites esenciales encapsulados

Development of a food supplement based on fruit flour (Artocarpus altilis) and quinoa flour (Chenopodium quinoa willd) enriched with encapsulated essential oils

Desenvolvimento de suplemento alimentar à base de farinha de fruta (Artocarpus altilis) e farinha de quinoa (Chenopodium quinoa willd) enriquecido com óleos essenciais encapsulados

Alexander Bladimir Puco-Toapanta ^I
alexander.puco4271@utc.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0009-3355-3545>

Gissela Patricia Toapanta-Ayala ^{II}
gissela.toapanta4509@utc.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0007-5629-7930>

Tanya Negrete-Ontaneda ^{III}
tanya.negrete4945@utc.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0000-7427-8185>

Roberto Daniel Calderón-Valle ^{IV}
dcalderon1162@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-8021-8437>

Correspondencia: alexander.puco4271@utc.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 01 de noviembre de 2024 * **Aceptado:** 29 de diciembre de 2024 * **Publicado:** 15 de enero de 2025

- I. Universidad Técnica de Cotopaxi “Extensión La Maná”, Ecuador.
- II. Universidad Técnica de Cotopaxi “Extensión La Maná”, Ecuador.
- III. Universidad Técnica de Cotopaxi “Extensión La Maná”, Ecuador.
- IV. Universidad Tecnológica Israel, Pichincha, Ecuador.

Resumen

Este estudio se enfoca en el desarrollo de un suplemento alimenticio innovador a base de harina de frutipan (*Artocarpus altilis*) y harina de quínoa (*Chenopodium quinoa willd*) enriquecido con aceites esenciales encapsulados de chía, girasol y sachá inchi. Se elaboraron 12 formulaciones mediante un diseño factorial con 3 factores (A Frutipan, B quínoa y C aceites), se realizaron 12 diferentes formulaciones, se aplicó un análisis sensorial a través de una prueba hedónica a un panel no entrenado de 60 participantes con edades comprendidas entre 14 a 24 años, para el tratamiento estadístico se aplicó un análisis de la varianza y pruebas de medias de Tukey para de esta manera determinar la mejor formulación en base a los resultados de la prueba sensorial, resultando la fórmula con mayor aceptación la 10, posteriormente a la formulación 10 se le aplicó análisis proximal y microbiológico, obteniendo como resultado 7,74% de grasa, humedad de 2,05%, 17% de fibras, 34% de carbohidratos y 37% de proteínas, los microbiológicos resultaron adecuados. Como conclusión se determina que la formulación compuesta por 45g de frutipan, 42g de quínoa y 10 gramos de aceites, resultó ser la aceptada y cumple con las normativas vigentes para productos alimenticios.

Palabras claves: suplemento; frutipan quínoa; aceites esenciales.

Abstract

This study focuses on the development of an innovative food supplement based on fruit flour (*Artocarpus altilis*) and quinoa flour (*Chenopodium quinoa willd*) enriched with encapsulated essential oils of chia, sunflower and sachá inchi. 12 formulations were prepared using a factorial design with 3 factors (A Frutipan, B quinoa and C oils), 12 different formulations were made, a sensory analysis was applied through a hedonic test to an untrained panel of 60 participants aged between between 14 to 24 years old, for the statistical treatment an analysis of variance and Tukey's mean tests were applied to determine the best formulation based on the results of the sensory test, resulting in the formula with the greatest acceptance being 10. Subsequently, proximal and microbiological analysis was applied to formulation 10, obtaining as a result 7.74% fat, 2.05% humidity, 17% fibers, 34% carbohydrates and 37% proteins, the microbiological ones were adequate. In conclusion, it is determined that the formulation composed of 45g of frutipan, 42g of quinoa and 10 grams of oils, turned out to be the accepted one and complies with current regulations for food products.

Keywords: supplement; frutipan quinoa; essential oils.

Resumo

Este estudo centra-se no desenvolvimento de um suplemento alimentar inovador à base de farinha de fruta (*Artocarpus altilis*) e farinha de quinoa (*Chenopodium quinoa willd*) enriquecido com óleos essenciais encapsulados de chia, girassol e sacha inchi. Foram elaboradas 12 formulações utilizando um planejamento fatorial com 3 fatores (óleos A Frutipan, B quinoa e C), foram elaboradas 12 formulações diferentes, foi aplicada uma análise sensorial através de um teste hedônico a um painel não treinado de 60 participantes com idades entre 14 e 24 anos. anos, para o tratamento estatístico foram aplicados análise de variância e testes de médias de Tukey para determinar a melhor formulação com base nos resultados do teste sensorial, resultando na fórmula com maior aceitação sendo 10. Posteriormente, foi aplicada análise proximal e microbiológica à formulação 10, obtendo como resultado 7,74% de gordura, 2,05% de umidade, 17% de fibras, 34% de carboidratos e 37% de proteínas, os microbiológicos foram adequados. Concluindo, determina-se que a formulação composta por 45g de frutipan, 42g de quinoa e 10 gramas de óleos, acabou sendo a aceita e atende à regulamentação vigente para produtos alimentícios.

Palavras-chave: suplemento; quinoa de frutipã; óleos essenciais.

Introducción

Un suplemento alimenticio es aquel producto destinado a proporcionar nutrientes concentrados para complementar una dieta equilibrada. (Castillo et al, 2022). En la actualidad, el desafío de las industrias es el desarrollo de nuevas alternativas de consumo de suplementos con alto valor proteico con un potencial benéfico para la salud (Carrera, 2023).

Básicamente el uso de la harina de la frutipan (*Artocarpus altilis*) en el desarrollo de productos alimenticios es una alternativa de consumo adecuado debido a su composición nutricional. (Yaguache, 2021). Por otro lado, para evaluar su potencial en el desarrollo de productos funcionales, se examinan las propiedades tecnológicas y nutricionales de la quínua y frutipan. Así también, por su aportación completa a la necesidad de nutrición humana que supera los requerimientos, lo que le convierte en un suplemento alimenticio con equilibrio en macronutrientes (Vargas et al., 2019).

Principalmente el uso de los suplementos alimenticios, es complementar la ingesta dietética total, incrementarla o sustituir algún componente, ya que algunas personas no obtienen todos los nutrientes requeridos en su alimentación, siendo necesario recurrir a este tipo de productos para equilibrar la ingesta diaria de nutrientes (Castillo et al, 2022).

El objetivo de este estudio fue desarrollar un suplemento alimenticio a base de harina de frutipan y harina de quínoa enriquecido con aceites esenciales encapsulados de chía, girasol y sachá inchi. Este suplemento se propone como una solución para aquellas personas que no obtienen todos los nutrientes necesarios. Y así darle un valor agregado a la frutipan, ya que en Ecuador es poco conocida en relación con otras materias primas, es decir no se aprovechan en su totalidad.

Metodología

Materiales

El trabajo se desarrolló en el laboratorio de análisis de alimentos de la carrera de agroindustria y en el laboratorio de germoplasma, perteneciente a la facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, donde se realizó la fase experimental, desarrollando 12 formulaciones de suplemento alimenticio a base de harina de frutipan (*Artocarpus altilis*) y harina de quínoa (*Chenopodium quinoa willd*) enriquecido con aceites esenciales encapsulados. De igual manera los análisis de humedad, carbohidratos y pH. En cuanto al análisis químico proximal: proteína, ceniza, fibra, grasa, y microbiológico se realizó en laboratorio de control y análisis de alimentos, perteneciente a la facultad de ciencias e ingeniería en alimentos y biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Elaboración de harina de frutipan

Se recibió la materia prima, y se determinó mediante una inspección si cumple o no las condiciones para ser procesada, luego se procedió al pelado con la utilización de cuchillos de acero inoxidable con la finalidad de separar la semilla de la pulpa, posteriormente se procedió a la cocción a una temperatura de 98°C por 30 minutos, se realizó un descarado de forma manual. Para el secado se trocearon en capas finas con ayuda de un cuchillo y posteriormente se llevó a una estufa a una temperatura de 50°C por 72 horas, para luego moler, tamizar y empacar (Cabrea y Castillo, 2018).

Elaboración de harina de quínoa

Para la recepción de la materia prima se clasificaron los granos de quínoa de acuerdo a las características deseas (eliminando agentes contaminantes), luego se procedió a lavar los granos

seleccionados a temperatura ambiente para eliminar saponias, se continuó con el proceso de cocción a una temperatura de 75°C durante 12 minutos, agitando continuamente, posteriormente las semillas húmedas se colocaron en una bandeja de acero inoxidable con un espesor menor a 2 cm y se colocó en una estufa a una temperatura de 70 °C por 24 horas, finalmente se procedió a moler, tamizar y empacar (Carrera 2023).

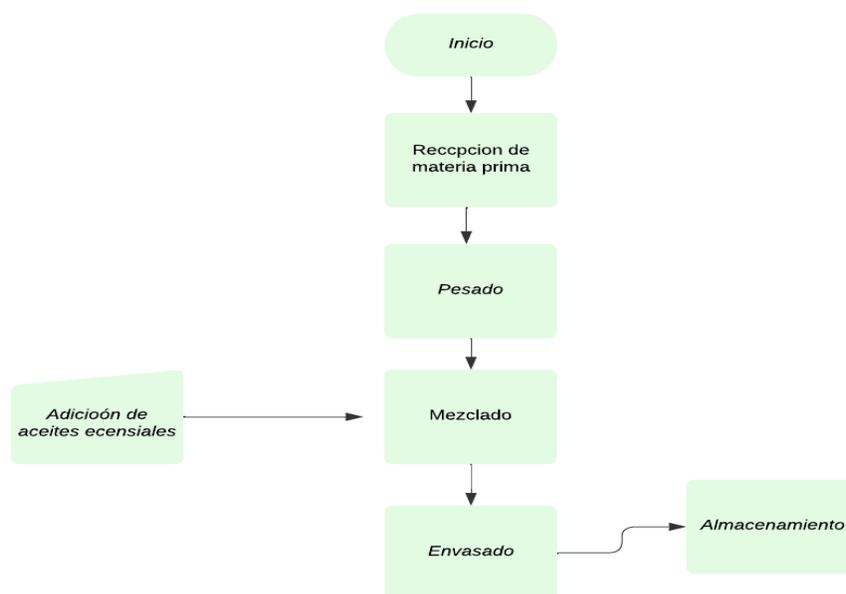
Elaboración de las harinas precocidas de frutipan y quinua

Para obtener la harina precocida de los pseudocereales se realizó una cocción del frutipan una temperatura de 98 °C por 30 minutos y una cocción de la quinua a 75°C por 12 minutos, luego se procedió a un secado por aire caliente en una estufa eléctrica industrial (BIOBASE, modelo BOV-V30F) a 50°C por 72 horas para el frutipan y a 70°C por 24 horas para la quinua y finalmente se realizó la pulverización (Cabrera y Castillo 2018).

Elaboración del suplemento alimenticio

Se recibieron las materias primas a utilizar, como son la harina de frutipan, harina de quinua, tomando en cuenta la inexistencia de contaminantes físicos, luego se procedió a pesar en una balanza, las cantidades establecidas de cada una de las formulaciones, se mezclaron en un recipiente la harina de frutipan, quinua y los aceites esenciales encapsulados, removiendo hasta que el producto se encuentre homogéneo, después se empaqueta el producto final en fundas polietileno, en cantidades precisas y preestablecidas de 200 gramos.

Figura 1. Diagrama de flujo del desarrollo del suplemento alimenticio



Metodología del análisis fisicoquímico del suplemento alimenticio

Se realizó el análisis proximal del mejor tratamiento obtenido mediante el análisis sensorial. Se determinó el contenido de humedad, proteína, grasa, cenizas, fibra de acuerdo con la metodología AOAC. Los carbohidratos se determinaron por diferencia. Para las proteínas se aplicó la metodología de Kjeldahl por digestión de la muestra con H_2SO_4 concentrado y titulación con HC_1 0,1 N para cuantificar nitrógeno total, con un factor de conversión a proteínas de 6,25 según (AOAC, 1990) método 920,152.

A su vez, para las grasas, se realizó por extracción con solventes orgánicos, según la metodología de Soxhlet propuesta por la según (AOAC, 1990), método 920.152. Se pesaron 3 g de muestra en un papel de filtro y se colocarán en un dedal de extracción, se tapará con algodón o lana de vidrio y se llevó al condensador de reflujo del equipo de extracción semicontinua Soxhlet. El peso de la grasa se obtuvo por diferencia. Para las cenizas, se obtuvo mediante la incineración de la muestra en una mufla a temperatura entre 500 y 600 °C (AOAC, 1990), método 940.26. En un crisol de porcelana se pesará 3 a 5 g de suplemento alimenticio se llevó a la estufa a 100 ± 10 °C durante 2 horas para eliminar el agua presente en la muestra, luego se calcinó la muestra en el crisol sobre un triángulo de arcilla por calentamiento directo con la llama de un mechero (en la campana), hasta que deja de formar humos.

En cambio, para la fibra, se determinó por el método enzimático gravimétrico con enzimas termoestables según (AOAC, 1990), método 940.26. Se pesaron 0,2 g de muestra y dos blancos, se adicionarán 50 ml de buffer fosfato (caliente), 0,1 de α -amilasa y se mezclará. La mezcla se colocó por 15 minutos en baño de maría a 95-100 °C sin agitar, se enfrió a temperatura ambiente, se le adicionará NaOH a 0,273 N hasta pH de $7,4 \pm 0,2$ y 0,1 ml de solución proteasa. Se sometió a incubación de baño a 60-62 °C durante 30 minutos y enfrió a temperatura ambiente. Se llevará a pH de 4 – 4,6 con HCl 0,325 M, se adicionó 0,1 ml de amilogucosidasa y se incubó a 60 – 62 por 30 minutos con agitación. Se enfría y se filtra en los crisoles y se lava 4 veces con 5 ml de agua destilada.

Por el contrario, para la humedad, se llevó a cabo por estufa convencional, según la metodología propuesta por la normativa INEN 1676. Se desecará la cápsula vacía durante 1 hora 98 – 100 °C en una estufa convencional y se transfirió al desecador para que se enfriara (10 minutos). Se pesó la cápsula y se transfirió 5 g de la muestra de suplemento alimenticio, distribuyendo de manera

uniforme. Se lleva la cápsula a la estufa convencional, se dejará entre 105 – 110 °C por horas, luego se colocó en el desecador, se dejó enfriar y se pesó. Se colocó nuevamente en la estufa de secado por 1 hora, se lleva al desecador, se enfría y se pesó repitiendo el mismo procedimiento hasta llegar al peso contante. El pH mediante NTE INEN 389, la determinación se efectuó por duplicado sobre la misma muestra preparada. Se pesó con aproximación al 0.1 mg, 10g de muestra preparada y se colocó en un vaso de precipitación, se añadió 100 mL de agua destilada, recientemente hervida y enfriada, se agitó suavemente hasta que las partículas quedaron uniformemente suspendidas. Continuando con la agitación durante 30 minutos a 25 °C, de modo que las partículas de almidón se mantengan en suspensión, se dejó en reposo para que el líquido se decante. El pH se determinó por lectura directa, introduciendo los electrodos del potenciómetro en el vaso de precipitación con la muestra.

Metodología del análisis microbiológico del suplemento alimenticio

Para la determinación de hongos (mohos y levadura) recuento en placas petrifilm (AOAC, 997.02), Se preparó una dilución del producto alimenticio a 1.10 o superior, posteriormente se pesó la muestra en una bolsa, botella de dilución cualquier otro contenedor estéril apropiado. Se añadió una cantidad adecuada de diluyente. Se procedió mezclar la muestra, se colocó la placa petrifilm en una superficie plana. Se incubaron las placas petrifilm a temperatura de 25 °C ± 1 °C durante 3 a 5 días. Para la determinación de *Staphylococcus aureus* recuento en placas petrifilm (AOAC, 081001). Se utilizó diluyentes estériles apropiados, agua de dilución de fosfato tamponado de Butterfield, diluyente de sal peptonada, agua peptonada al 0,1%, agua peptonada tamponada, solución Ringer al cuarto de concentración, solución salina (0,85 a -0,90%), caldo Letheen libre de bisulfato o agua destilada. Se mezcló la muestra para un óptimo crecimiento y recuperación de los microorganismos, se ajustó el pH de la suspensión de la muestra de 6-8.

En cambio, la *Salmonella* mediante recuento en placas petrifilm (AOAC, 2014.01), los tamaños de los recipientes de los medios de cultivo [tubos de ensayo, matraces y placas de Petri] se especifican en la preparación de cada medio. Se preparó utilizando 5,0 g de Polypeptone™ o 4,0 g de triptona, 4,0 g de lactosa, 4,0 g de NaHSO₃, 5,5 g de Na₂HPO₄, 4,5 g de KH₂PO₄ y 1 ml de solución de L-cistina al 1 % (10 mg) preparada disolviendo 1,0 g de L-cistina en 15 ml de NaOH 1 N y diluyendo a 100 ml con H₂O estéril. En 1 L de H₂O y mezclar bien. La determinación de Enterobacterias, recuento en placas petrifilm (AOAC, 2003.01). Las placas deben usarse antes de su fecha de caducidad. En áreas de alta humedad, donde la condensación puede ser un

inconveniente, es recomendable que los paquetes se atemperen al ambiente del lugar de trabajo antes de abrirlos. Se preparó al menos una dilución de 1:10 de la muestra de alimento. Se pesó la muestra en un recipiente adecuado, se adicionó la cantidad apropiada de Buffer de fosfatos de Butterfield (IDF Buffer fosfato, KH₂PO₄ 0.0425 g/L, pH 7.2), se mezcló la muestra mediante los métodos usuales. Se esperó por lo menos un minuto, a que solidifique el gel. Las colonias pueden ser aisladas para su posterior identificación.

A su vez, el recuento de coliformes totales se usó la norma (AOAC, R.I.: 110402). Para la determinación de *Escherichia coli* recuento en placas petrifilm. Todas las colonias azules asociadas con gas se cuentan como *E. coli*. Las colonias rojas con gas son coliformes que no son *E. coli*. El recuento total de coliformes es la suma de colonias rojas y azules (con gas). La determinación de aerobios totales recuento en placas petrifilm (AOAC, 990.12), una vez finalizada la incubación, un contador de colonias estándar para realizar el recuento. Se realizaron recuentos estimados en placas con >300 colonias y se informan como recuentos estimados.

Diseño experimental

En la investigación se utilizó un diseño factorial como lo indica Guevara et al. (2020), con tres factores, el factor A que me representa la harina de frutipan, la cual tiene dos niveles A0:55g y A1:45g, el factor B que es la harina de quínoa, que contiene tres factores B0: 53g, B1: 42g y B2: 50g, y mi factor C que representa los aceites encapsulados con dos niveles C0: 13g y C1: 10g., en el cuadro 1, están las combinaciones de los 12 tratamientos realizados con las combinaciones de cada uno de los factores.

Cuadro 1. Tratamientos aplicados en el desarrollo del suplemento

Numeración	Tratamiento	Factores		
		A Frutipan	B Quínoa	C Aceites
1	A0 B0 C0	55	53	13
2	A0 B0 C1	55	53	10
3	A0 B1 C0	55	42	13
4	A0 B1 C1	55	42	10
5	A0 B2 C0	55	50	13
6	A0 B2 C1	55	50	10
7	A1 B0 C0	45	53	13
8	A1 B0 C1	45	53	10
9	A1 B1 C0	45	42	13
10	A1 B1 C1	45	42	10

11	A1 B2 C0	45	50	13
12	A1 B2 C1	45	50	10

Análisis Estadístico

La caracterización de los suplementos alimenticios se realizó con estadística descriptiva. Se usó análisis de varianza (ANOVA) de bloques (Useche 2019) y prueba de medias LSD Tukey para evaluar diferencias estadísticas entre la aceptabilidad de los suplementos alimenticios (Quipe 2019), elaborados bajo los 12 tratamientos, utilizando el software estadístico R.

Análisis sensorial

Se desarrolló una herramienta de recolección de datos (encuesta) la cual se evaluó la aceptabilidad del suplemento alimenticio, mediante el uso de una escala hedónica de 9 puntos. Se seleccionaron un panel no entrenado de 60 evaluadores, en un rango de edad de 14 a 24 años en un área ventilada (Telles et al. 2023). El suplemento alimenticio será disuelto en cantidades específicas de cada tratamiento propuesto en 1000 ml de batido de guineo con leche, cada evaluador probó 12 porciones identificadas con números aleatorios de tres cifras.

Resultados

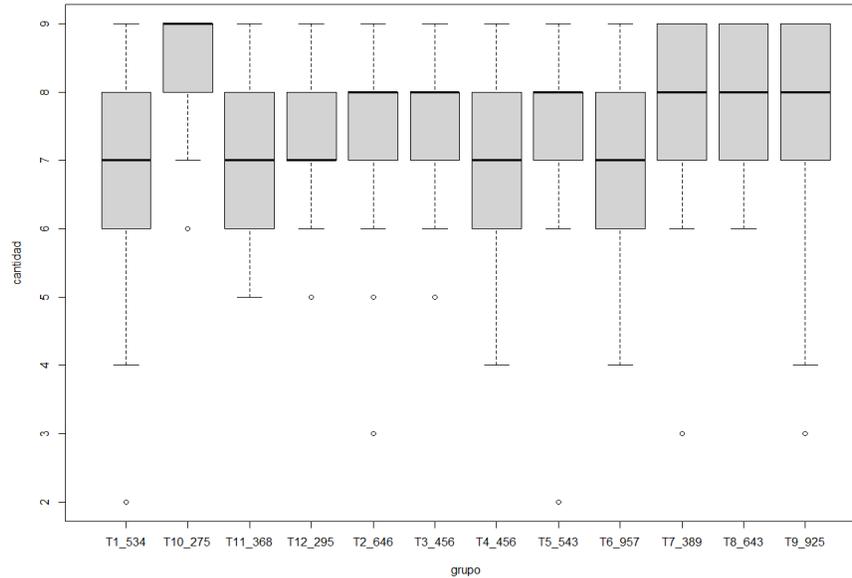
A partir de los resultados del análisis estadístico, el tratamiento codificado con T10_275 se destaca como el más aceptado o efectivo. El análisis ANOVA mostró diferencias significativas entre los tratamientos, y las comparaciones de Tukey revelaron que T10_275 tiene diferencias positivas significativas en relación con varios otros tratamientos, lo cual sugiere una media superior en términos de aceptación. Estos hallazgos posicionan a T10_275 como una opción preferente entre los tratamientos evaluados. La característica de la formulación que resultó mejor en base a los resultados en la numeración 10, cuya formulación es 45g de frutipan, 42g de quínuva y 10 gramos de aceites.

Cuadro 2. Análisis de la varianza

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F Value	Pr(> F)
Grupo	11	98.5	8.955	6.684	1.03e-10 ***
Residuals	708	948.5	1.340		

A continuación, se puede ver en la figura 2, que indica el grado de aceptación en las 12 formulaciones, planteadas, la cual se obtuvieron por los resultados sensoriales de los 60 panelista.

Figura 2. Diagrama de cajas de las 12 formulaciones



En el cuadro 3 que indica el pH de la formulación, el cual fue tomado en 15 días consecutivos, se puede visualizar que al inicio mantuvo un pH de 4,85 en los primeros 5 días, luego va disminuyendo hasta llegar a un pH de 4,80 el último día de medición, aumentando la acidez (Cubillos et al. 2024).

Cuadro 3. Medición de pH

Día	pH
1	4,85
2	4,85
3	4,85
4	4,85
5	4,85
6	4,83
7	4,83
8	4,83
9	4,83
10	4,81
11	4,81
12	4,81
13	4,81

14	4,80
15	4,80

Los resultados obtenidos del análisis químico proximal del suplemento alimenticio, como la grasa a la cual se le aplicó la técnica de la gravimetría se obtuvieron un 7,34% de grasa, un porcentaje de fibra del 17%, las proteínas totales de un 37,8%, indicando que el suplemento tiene una alta concentración proteica y un total 34% de carbohidratos, el porcentaje de humedad que sugiere la norma técnica NTE INEN 2471 2017 debe ser menor al 6%, el resultado de 2,05% cumpliendo con la normativa.

Cuadro 4. Análisis químico proximal del suplemento alimenticio (formulación 10)

Ensayos/Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultado
Grasa, Gravimetría	AOCA Ed. 22, 2023 2003.06	%	7,34
Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29. Ed. 22,2023	%	17
Cenizas, Gravimetría	AOAC Ed. 22, 2023 923.03	%	2,49
Proteína total, Kjeldhal	AOAC Ed. 22, 2023 2001.11	% (Nx 6,25)	37,8
Humedad	INEN 1676	%	2,05
Carbohidratos	Calculo	%	34

En referencia a los resultados obtenidos del análisis microbiológico del suplemento alimenticio los principales hallazgos indican que los aeróbicos totales presentes es de 1×10^3 UFC/g indica una carga microbiana moderada. Aunque no es ideal, este nivel puede ser aceptable, mohos y levaduras 1×10^2 UFC/g sugiere una contaminación leve por hongos. Aunque los mohos y levaduras pueden producir micotoxinas y afectar la calidad del producto, este nivel relativamente bajo no debería ser motivo de preocupación inmediata., coliformes totales 1×10^2 UFC/g es relativamente bajo y puede deberse a una contaminación ambiental, Enterobacterias, Escherichia coli, Salmonella y Staphylococcus aureus no hubo detección de estos patógenos es un resultado positivo, ya que indica que el suplemento alimenticio no está contaminado con estos microorganismos potencialmente peligrosos.

Cuadro 5. Análisis microbiológico del suplemento alimenticio (formulación 10)

Ensayos/técnica	Método Usado	Unidades	Resultados
Aerobios Totales	PE03-7.2-MB AOAC 990.12. Ed. 22, 2023	UFC/g	1x10 ³
Mohos	PE-02-7.2-MB AOAC 997.02. Ed. 22, 2023	UFC/g	1x10 ²
Levaduras	PE-02-7.2-MB AOAC 997.02. Ed. 22, 2023	UFC/g	1x10 ²
Coliformes Totales	PE01-7.2-MB AOAC R.I.: 110402. Ed. 22, 2023	UFC/g	1x10 ²
Enterobacterías	PE04-5.4-MB AOAC Ed. 22,2023 2003.01	UFC/g	ND
Escherichia. Coli	PE01-7.2-MB AOAC R.I.: 110402. Ed. 22, 2023	UFC/g	ND
Salmonella	PE08-7.2-MB AOAC 2014.01 Ed. 22, 2023	UFC/g	ND
Staphilococcus Aureus	PE05-7.2-MB AOAC 081001 Ed. 22, 2023	UFC/g	ND

Discusión

Los resultados del análisis de varianza evidenciaron diferencias significativas entre las doce formulaciones evaluadas, corroborando hallazgos previos en investigaciones como la de Guevara et al. (2020). Al igual que en su estudio, se empleó un diseño factorial para evaluar las distintas combinaciones de ingredientes. Posteriormente, se aplicó la prueba de Tukey para determinar las formulaciones con diferencias significativas en sus medias, siguiendo las recomendaciones de Gavilánez F. (2021). Los resultados sensoriales indicaron que la formulación T10-275 fue la más valorada por los evaluadores, coincidiendo con las tendencias observadas en otras investigaciones, como la de Moreno y Zarate (2023). Finalmente, se realizaron análisis químico proximal y microbiológico a la formulación T10-275, los cuales demostraron que cumple con los estándares de calidad y seguridad alimentaria establecidos.

Conclusiones y recomendaciones

En base a la investigación planteada se ha logrado desarrollar un suplemento alimenticio a base de harina de frutipan y quínoa enriquecida con aceites esenciales concluyendo lo siguiente: el porcentaje de humedad fue de un 2.05% cumpliendo con la norma lo que es indicativo de la calidad de las materias primas y garantiza la estabilidad del producto final. Las pruebas sensoriales

realizadas en un panel de consumidores adolescentes permitieron determinar que la formulación T10_275, compuesta por 45g de harina de frutipan, 42g de harina de quinua y 10g de aceites esenciales encapsulados, fue la más aceptada. Esta formulación se destacó significativamente en comparación con las otras opciones evaluadas, lo que indica un alto potencial de aceptación en el mercado objetivo. El suplemento alimenticio desarrollado, específicamente la formulación T10_275, presentó un perfil nutricional atractivo, con un alto contenido de proteínas (37.8%) y un buen balance de otros macronutrientes como grasas (7.34%), fibra (17%) y carbohidratos (34%). Estos resultados confirman el potencial del suplemento para complementar la dieta y cubrir las necesidades nutricionales de los adolescentes, especialmente en términos de proteínas y fibra. El análisis microbiológico del suplemento arrojó resultados satisfactorios en cuanto a la seguridad alimentaria. Aunque se detectaron niveles moderados de aerobios totales y una leve contaminación por hongos, la ausencia de patógenos indica que el producto es seguro para el consumo humano. Como recomendaciones se puede optimizar la fórmula agregando nuevas variables al estudio mediante un diseño de mezclas. Además, de determinar la estabilidad del suplemento alimenticio a lo largo del tiempo. Esto permitirá establecer una fecha de caducidad adecuada y garantizar la calidad del producto durante su almacenamiento y comercialización. Para respaldar las afirmaciones sobre los beneficios del suplemento, se podrían llevar a cabo estudios clínicos controlados que evalúen su impacto en diferentes parámetros de salud.

Referencias

1. AOAC. (1990). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. (p. 1213). Washington DC: Association of Official Analytical Chemists.
2. AOAC. (99012). Petrifilm-AC_AOAC-OMA-990.12. e.com.tw/wp-content/uploads/2024/06/Petrifilm-AC_AOAC-OMA-990.12.pdf
3. AOAC. (99808). Generic-E-coli-E-coli-Petrifilm-AOAC-998.08. <https://www.agriculture.gov.au/sites/default/files/sitecollectiondocuments/aqis/exporting/meat/elmer3/approved-methods-manual/Generic-E-coli-E-coli-Petrifilm-AOAC-998.08.pdf>
4. Cabrera, E., & Castillo, J. (2018). Aprovechamiento de la fruta del árbol de pan (*Artocarpus Altilis*) para la obtención de un derivado alimenticio (harina). *Investigacion e Innovación En Ingenierias*, 6(2), 30–46. <https://doi.org/10.17081/invinno.6.2.3110>

5. Carrera, X. (2023). Evaluación de la digestibilidad in vitro de un suplemento alimenticio dirigido a adolescentes entre 12 a 18 años, a partir de harinas precocidas de pseudocereales andinos: quinoa (*Chenopodium quinoa willd.*) y amaranto (*Amaranthus caudatus*).
6. Castillo, W., Simpalo, W., Galarreta, G., & Miñan, G. (2022). Suplemento alimenticio en polvo formulado a partir de quinoa (*Chenopodium quinoa willdenow*) y carne de cuy (*Cavia porcellus*) precocida liofilizada (Issue 2). https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/6070/G.Miñan_LACCEI_Conferencia_spa_2022-1.pdf?sequence=5&isAllowed=y
7. Cubillos Orjuela, D. I., Rodríguez Montaña, A., Yanira Rache, L., & Borrás Sandoval, L. M. (2024). Tamo de Cereales como suplemento alimenticio procesado por fermentación en estado sólido. *Ciencia en Desarrollo*, 15(1).
8. Gavilánez F. (2021). Diseños y análisis estadísticos para experimentos agrícolas. España: EDICIONES DIAZ DE SANTOS.
9. Guevara, B., Cordero, J. A. S., y Restrepo, M. P. V. (2020). Desarrollo de complemento alimenticio en polvo a base de semillas de chía (*Salvia hispanica*) y quínoa (*Chenopodium quinoa*) con alto valor nutricional. *Memorias*. <https://doi.org/10.22490/25904779.4138>
10. Jurado, L. (2023). Implementación of a nutritional supplement company based on breadfruit in Portoviejo, Ecuador. In *Revista Científica Ciencia y Tecnología* (Vol. 23). <https://cienciaytecnologia.uteg.edu.ec/revista/index.php/cienciaytecnologia/article/view/590/722>
11. Moreno Rojas, E., & Zarate Carrión, C. M. E. (2023). Bebida Instantánea de harina de tocosh, garbanzo, y cacao como lactoreemplazante en niños con bajo peso. <http://hdl.handle.net/20.500.14067/9354>
12. Quispe, A., Calla, K., Yangali, J., Rodríguez, J., Pumacayo, I (2019) *Estadística no paramétrica aplicada a la investigación científica*. [Libro en línea] Disponible: <https://www.editorialeidec.com/wpcontent/uploads/2020/01/Estad%C3%ADstica-no-param%C3%A9trica-aplicada.pdf>
13. Rodríguez, L., Aragüez, Y., & Pinoa, J. (2021). Microencapsulación de aceites vegetales mediante secado por aspersion Microencapsulation of vegetable oils by spray drying Microencapsulació d'olis vegetals mitjançant l'assecat per aspersion. <https://raco.cat/index.php/afinidad/article/view/400725/495002>

14. Useche, M., Artigas, W., Queipo, B. (2019) *Técnicas e instrumentos de recolección de datos cuali-cuantitativos* [Libro en línea] Disponible: <https://www.researchgate.net/publication/344256464> *Técnicas e instrumentos de recolección de datos Cuali-Cuantitativos*
15. Téllez-Girón, S. O., Mendoza, L. G., Miranda, Y. H., Castillo, E. R., & Morales, M. S. (2023). Evaluación sensorial de una bebida de orégano adicionada con glutamina. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 8(1), 559-563.
16. Vargas, P., Arteaga, R., & Cruz, L. (2019). Análisis bibliográfico sobre el potencial nutricional de la quinua (*Chenopodium quinoa*) como alimento funcional. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2223-48612019000400089&script=sci_arttext
17. Yaguache, M. (2021). Caracterización físico químico y organoléptica de la harina de fruto de pan (*Artocarpus altilis*) para su uso en panadería y galletería. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/16165/1/27T00510.pdf>

© 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/>).