



Influencia de la composición química proximal de chía y quinua en las características bromatológicas de una barra energética

Influence of the Proximate Chemical Composition of Chia and Quinoa on the Bromatological Characteristics of an Energy Bar

Abigail Davila-Perez¹ , Lina Rosalin Davila-Perez¹ , Alfonso Ruiz-Rodríguez¹ ,
Virgilio Valderrama-Pacho¹ , Deniss Yoshira Areche-Mansilla¹ 

¹Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú

Autor de correspondencia

Abigail Davila Perez 

Historial del artículo

Recibido el 6 de abril de 2025 | Revisado el 9 de abril de 2025 | Aceptado el 12 de septiembre de 2025

Referencia del artículo

Davila-Perez, A. Davila-Perez, L. R., Ruiz-Rodríguez, A., Valderrama-Pacho, V., & Areche-Mansilla, D. Y. (2025). Influencia de la composición química proximal de chía y quinua en las características bromatológicas de una barra energética. *Revista Altoandina de Ciencias Agrarias*, 1(2), pp. 45-58. <https://doi.org/10.54943/recialcia.841>

RESUMEN

El consumo de alimentos procesados con deficiente valor nutricional es habitual en la actualidad; en este contexto, la chía y la quinua se presentan como una alternativa, ya que son reconocidas por sus ventajas nutricionales. Para incentivar el consumo de estas semillas, se elaboró una barra energética, cuyo objetivo principal fue determinar la influencia de la composición química proximal de la chía y la quinua en las características bromatológicas de una barra energética. Se utilizó la metodología hipotético-deductiva. Se obtuvieron resultados de las características fisicoquímicas de las materias primas: chía (carbohidratos 62,35 %, proteína 14,32 %, grasa 3,86 %, cenizas 1,53 % y fibra 6,87 %) y quinua (carbohidratos 67,47 %, proteína 10,47 %, grasa 3,62 %, cenizas 2,70 % y fibra 4,31 %). En la evaluación sensorial, en cuanto al color (4,10), sabor (4,40) y textura (3,40), el tratamiento QCh2 (chía 39,34 % y quinua 26,23 %) obtuvo los mejores resultados. En el análisis químico proximal del mejor tratamiento, QCh2 (chía 39,34 % y quinua 26,23 %), se obtuvieron los subsiguientes valores: humedad 12,10 %, ceniza 2,11 %, proteína 6,36 %, grasa 3,67 %, fibra 2,05 % y carbohidratos 73,71 %, reportándose un contenido calórico de 212,19 kcal por barra de 30 g. En el

análisis del perfil de aminoácidos se reportaron 16 aminoácidos (8 esenciales y 8 no esenciales). Asimismo, los resultados del análisis microbiológico indicaron que la presencia de moho, coliformes totales y aerobios mesófilos se encuentra dentro de los parámetros aceptados por la Digesa. En conclusión, el tratamiento QCh2 (chía 39,34 % y quinua 26,23 %) presentó mayor aceptabilidad en todas las evaluaciones.

Palabras clave: quinua; chia; barra energética; evaluación sensorial

ABSTRACT

The consumption of processed foods with poor nutritional value is common today; in this context, chia and quinoa are presented as an alternative, as they are recognized for their nutritional benefits. To encourage the consumption of these seeds, an energy bar was developed, whose main objective was to determine the influence of the proximate chemical composition of chia and quinoa on the bromatological characteristics of an energy bar. The hypothetical-deductive methodology was used. Results were obtained for the physicochemical characteristics of the raw materials: chia (carbohydrates 62.35%, protein 14.32%, fat 3.86%, ash 1.53%, and fiber 6.87%) and quinoa (carbohydrates 67.47%, protein 10.47%, fat 3.62%, ash 2.70%, and fiber 4.31%). In the sensory evaluation, regarding color (4.10), flavor (4.40), and texture (3.40), treatment QCh2 (chia 39.34% and quinoa 26.23%) achieved the best results. In the proximate chemical analysis of the best treatment, QCh2 (chia 39.34% and quinoa 26.23%), the following values were obtained: moisture 12.10%, ash 2.11%, protein 6.36%, fat 3.67%, fiber 2.05%, and carbohydrates 73.71%, with a reported caloric content of 212.19 kcal per 30 g bar. The amino acid profile analysis reported 16 amino acids (8 essential and 8 non-essential). Likewise, the results of the microbiological analysis indicated that the presence of molds, total coliforms, and mesophilic aerobic microorganisms was within the parameters accepted by Digesa. In conclusion, treatment QCh2 (chia 39.34% and quinoa 26.23%) showed the highest acceptability in all evaluations.

Keywords: quinoa; chia; energy bar; sensory evaluation

INTRODUCCIÓN

La inseguridad alimentaria y la deficiencia nutricional se han convertido en un problema común, lo que genera importantes afectaciones a la salud pública, como la desnutrición. Se ha establecido una estrecha relación entre los bajos ingresos de la población y la mala nutrición, seguida de una alta ingesta de alimentos poco saludables (Ahmed et al., 2025).

La inseguridad alimentaria, al ser un problema global, afectó al 30 % de la población mundial (2400 millones de personas) en el año 2022 (Valenzuela et al., 2024).

La actividad física y la actividad sedentaria afectan principalmente el equilibrio

energético a través del gasto de energía; sin embargo, también tienen implicaciones importantes en la conducta alimentaria (Aponte, 2022).

La modificación, el procesamiento, el enriquecimiento o la fortificación intencional de alimentos para producir «alimentos funcionales» varía actualmente según las definiciones legales y los marcos regulatorios existentes, la función inicialmente prevista y los métodos de producción. La prevalencia de enfermedades crónicas no transmisibles (ENT) persiste tanto en regiones desarrolladas como en regiones en desarrollo del mundo (Frumuzachi et al., 2025).

Una problemática en el Perú es la alimentación inadecuada, debido al consumo

de productos con bajas concentraciones de nutrientes (Chinchay & Ramírez, 2024).

Los grupos vulnerables frente a una alimentación deficiente incluyen a niñas en edad preescolar, mujeres embarazadas y en período de lactancia, grupos de riesgo, personas de la tercera edad y aquellas en proceso de recuperación de enfermedades (Salazar, 2023).

La dieta inadecuada es uno de los principales factores de riesgo en la aparición de enfermedades no transmisibles, como el cáncer, las enfermedades cardiovasculares y la diabetes mellitus (Quevedo et al., 2022).

En los años recientes, el Perú ha presentado una tendencia creciente en el consumo de alimentos saludables provenientes de plantas y vegetales (Jaramillo & Sulca, 2023).

La falta de alimentos nutritivos ricos en proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales constituye la principal causa de desnutrición durante la infancia, lo que da lugar a graves problemas de aprendizaje, como la falta de concentración en los estudios.

Las barras alimenticias son una masa comprimida compuesta por cereales, semillas, frutas, entre otros ingredientes; se constituyen como un alimento nutritivo que proporciona energía y cuya ingesta aporta entre 100 y 150 calorías (Pumisacho, 2021).

Las barras de cereal son alimentos compuestos por múltiples ingredientes, principalmente cereales (trigo, maíz, avena y arroz), frutas, nueces y azúcares (sacarosa, glucosa y fructosa) (Angulo et al., 2023).

Las barritas energéticas representan una excelente opción para el desayuno o para entrenamientos deportivos (Verma et al., 2022).

Las barras de cereales se destacan por aportar energía adicional a aquellas personas que realizan grandes esfuerzos físicos a lo largo del día (Calle, 2023).

Las barras de cereales (BC) comerciales presentan bajo contenido y deficiente calidad nutricional de proteínas y grasas; aun así,

actualmente se incluyen en colaciones escolares.

El objetivo principal de este trabajo es determinar la influencia de la composición químico-proximal de la chía (*Salvia hispanica* L.) y la quinua (*Chenopodium quinoa* W.) en las características bromatológicas de una barra energética.

La quinua (*Chenopodium quinoa* W.) es un pseudocereal altamente beneficioso, reconocido por su elevado valor nutricional y su amplia gama de actividades biológicas, lo que contribuye a mejorar la estabilidad nutricional al aportar aminoácidos esenciales en mayor cantidad que la mayoría de los alimentos básicos. Su actividad bioquímica está estrechamente relacionada con su rica composición fitoquímica, que incluye ácidos fenólicos, flavonoides, carotenoides, alcaloides y terpenoides. Uno de sus principales beneficios es su naturaleza libre de gluten, lo que la convierte en una valiosa opción para personas con sensibilidad al gluten. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) ha identificado a la quinua como uno de los cultivos con potencial para garantizar la seguridad alimentaria futura (Kumar et al., 2025).

Estudios preliminares han reportado que la quinua posee propiedades que promueven la salud y/o previenen enfermedades, ya que sus semillas constituyen una buena fuente de compuestos fenólicos, flavonoides y glucósidos, en forma libre, ligada o conjugada (Franco-Aguilar et al., 2021).

Por su parte, la chía (*Salvia hispanica* L.) es una hierba de floración estival perteneciente a la familia de la menta, conocida por su rico perfil nutricional, que incluye proteínas de alta calidad, fibra y una proporción equilibrada de ácidos grasos omega-3 y omega-6 (Ibrahim et al., 2025).

MATERIALES Y MÉTODOS

En la provincia de Acobamba existe una gran variedad de quinua y, por otro lado, la chía es altamente comercial, por lo que

resulta fácil de conseguir. El método utilizado en esta investigación fue el hipotético-deductivo, el cual procede de una verdad general hasta llegar al conocimiento de verdades particulares o específicas.

Formulaciones

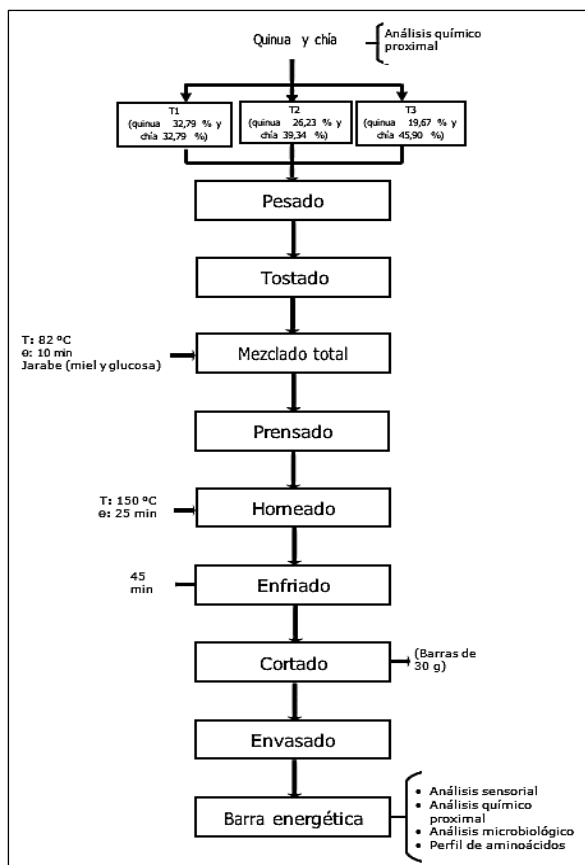
Tabla 1. Formulaciones de ingredientes utilizados para la elaboración de barra energética en cada tratamiento.

Ingredientes	Tratamientos		
	T1	T2	T3
Chía	32,79 %	39,34 %	45,90 %
Quinoa	32,79 %	26,23 %	19,67 %

La muestra consistió en 30 g de cada uno de los tres tratamientos de barra energética.

Para la elaboración de la barra energética se utilizó el subsiguiente diagrama:

Figura 1. Diagrama de flujo de elaboración de barra energética



Descripción del flujo de elaboración de una barra energética a base de quinoa y chía

Recepción de materias primas. Las materias primas fueron sometidas a un sistema de control en la etapa de recepción, mediante una inspección visual.

Pesado. Se realizó el pesado de cada componente para la elaboración de la barra energética, considerando la cantidad establecida en la formulación correspondiente a los tres tratamientos.

Mezclado. Antes de este paso, se calentó el almíbar (miel y glucosa) a 40 °C durante 8 minutos; posteriormente, se tostaron las semillas de quinoa y chía. La mezcla constituye una etapa fundamental del proceso; es importante realizarla adecuadamente para obtener una consistencia óptima de los ingredientes secos. El mezclado se efectuó durante aproximadamente 10 minutos a baja temperatura (82 °C), hasta formar una pasta homogénea.

Horneado. Las barras preformadas se colocaron en un horno precalentado a 150 °C, donde permanecieron durante 25 minutos, con la finalidad de obtener una barra energética cocida de manera uniforme.

Enfriado. El enfriado se realizó sobre una mesa de acero inoxidable durante un período de 45 minutos, a fin de lograr una mejor compactación del producto.

Corte. Posteriormente, se realizaron los cortes, procurando obtener barritas energéticas de 30 g.

Envasado. El producto se envasó en fundas de polipropileno, con el objetivo de conservar condiciones adecuadas de humedad y preservar las propiedades del producto.

Determinación de las propiedades químico-proximales de la barra energética

Humedad. Se determinó mediante el método gravimétrico, que consiste en la pérdida de peso de la muestra como

consecuencia del calentamiento en un horno a 105 °C hasta alcanzar un peso constante (NTP 206.011:1981).

Proteína total. Se determinó por el método Kjeldahl, el cual consiste en la digestión de las proteínas con ácido sulfúrico Q. P. y catalizadores, transformando el nitrógeno orgánico en amoníaco, el cual se destila y se titula con una solución ácida estandarizada (AOAC 984.13:2012).

Cenizas. Se determinó mediante el método de calcinación directa, que destruye y volatiliza la materia orgánica, dejando como residuo óxidos y sales minerales (NTP 206.012:1981).

Carbohidratos. Se calcularon por el método matemático, obteniendo la diferencia al restar del 100 % la suma de los cinco macronutrientes restantes (proteína, fibra cruda, extracto etéreo, cenizas y humedad).

Grasas. Se determinaron mediante el método de extracción continua Soxhlet con éter etílico, basado en la capacidad de la grasa para solubilizarse en solventes orgánicos, lo que permite su extracción por agotamiento.

Análisis microbiológico de la barra energética

Se evaluó la cantidad de microorganismos mesófilos y coliformes totales en el producto terminado (barra energética de quinua y chía) proveniente del procesamiento óptimo, con el fin de verificar las condiciones higiénico-sanitarias de procesamiento y manejo.

Evaluación sensorial de los diferentes tratamientos

Se utilizó la prueba de escala de control, basada en una escala hedónica, con la participación de 30 jueces semientrenados de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Huancavelica. El tamaño del panel y el número de jueces se seleccionaron con base en el criterio de que un juez «semientrenado» es aquel que, sin formar parte de un panel

estable, consume el producto con cierta frecuencia; además, se establece que el número ideal de jueces para este tipo de panel es de 10 a 20, con un máximo de hasta 25 (González et al., 2014).

Determinación de aminoácidos esenciales

La determinación de aminoácidos esenciales se llevó a cabo mediante el método de cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC), descrito por Agilent Zorbax Eclipse AAA.

RESULTADOS

Luego de realizar el experimento, se obtuvieron los subsecuentes resultados, los cuales se detallan a continuación.

Análisis químico proximal de las materias primas

Tabla 2. Análisis químico proximal de las materias primas

Componente	Chía	Quinua
Humedad (%)	11.07	11.3
Proteína (%)	14.32	10.47
Grasa (%)	3.86	3.62
Fibra (%)	6.87	4.31
Cenizas (%)	1.53	2.70
Carbohidratos (%)	62.35	67.47

Formulación de la barra energética

Una vez evaluadas las materias primas, estas fueron sometidas a un sistema de control en la recepción, donde se realizó una inspección visual.

Posteriormente, los ingredientes se pesaron utilizando una balanza analítica y se llevaron a cabo todas las operaciones unitarias descritas en el diagrama de flujo de elaboración de barras energéticas de quinua y chía. Las barras obtenidas presentaron un peso neto de 30 g, lo que permitió obtener los subsiguientes resultados.

Tabla 3. Combinación de cantidad de ingredientes para la formulación de barras energéticas

Insumos	Tratamientos		
	QCh1	QCh2	QCh3
Quinoa	32,79	26,23	19,67
Chía	32,79	39,34	45,90
Miel	13,11	13,11	13,11
Coco rallado	4,26	4,26	4,26
Pecanas	9,84	9,84	9,84
Mantequilla	0,39	0,39	0,39
Pasas secas	0,13	0,13	0,13
Sal	0,13	0,13	0,13
Glucosa	6,56	6,56	6,56

Análisis de la evaluación sensorial

Se realizó el análisis sensorial del producto terminado según los tratamientos, considerando la aceptabilidad del panel de cata. Para ello, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, con un umbral de significancia del 5 %.

Color

Enunciado de la hipótesis:

- H_0 : No existe diferencia significativa entre las tres muestras de barras energéticas de quinua y chía.
- H_1 : Al menos una de las tres muestras de barras energéticas de quinua y chía presenta diferencias significativas.

Umbral de significancia: $\alpha = 0,05$.

Criterios de decisión:

- Si el valor p del parámetro H es mayor que 0,05, se acepta H_0 .
- Si el valor p del parámetro H es menor que 0,05, se rechaza H_0 .

Tabla 4. Resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para la evaluación sensorial del color

Tratamiento	N	Mediana	Suma de rangos	Z
QCh1	30	3,00	40.1	-1,38

QCh2	30	4,00	52.6	1,82
QCh3	30	4,00	43.8	-0,45

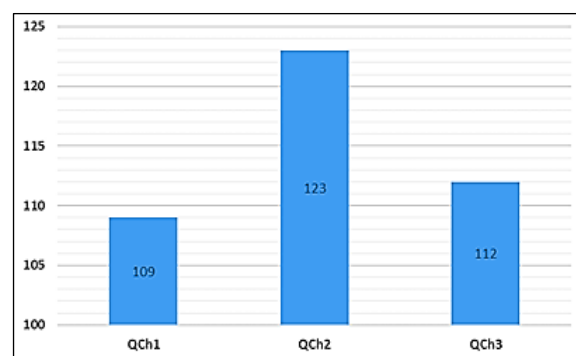
Parámetro $H = 3,61$; grados de libertad = 2; valor $p = 0,164$.

Parámetro H ajustado por empates = 3,95; grados de libertad = 2; valor $p = 0,139$.

La mediana de la muestra para los tratamientos QCh1, QCh2 y QCh3 fue de 3,00; 4,00 y 4,00, respectivamente. El valor absoluto de Z indica que el nivel más bajo correspondió al tratamiento QCh3, con $Z = -0,45$, al ser el menor en valor absoluto. En contraste, el tratamiento QCh2, con $Z = 1,82$, presentó el rango más alto en relación con el total de observaciones.

La estadística de prueba (H) mostró un valor p de 0,164 sin ajuste por empates y de 0,139 tras el ajuste. Dado que el valor p (0,139) es mayor que 0,05, se acepta la hipótesis nula; por lo tanto, no existe evidencia estadística suficiente para afirmar que los tratamientos presentan diferencias significativas entre sí. En otros términos, la adición de chía y quinua no produjo un efecto significativo en el color de la barra energética, ya que todos los tratamientos mostraron un comportamiento similar.

Dado que se aceptó la hipótesis nula, no fue necesario identificar pares de tratamientos con diferencias significativas; por ello, no se aplicó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney, la cual se utiliza para comparar poblaciones por pares.

Figura 2. Análisis de color de las barritas energéticas

A partir de la Figura 2, el panel estableció una mayor preferencia por el tratamiento QCh2, con un puntaje acumulado de 123 en términos de color, seguido del tratamiento QCh3, con un puntaje de 112.

Sabor

Enunciado de la hipótesis:

- H_0 : No existe diferencia significativa entre las tres muestras de barras energéticas de quinua y chía.
- H_1 : Al menos una de las tres muestras de barras energéticas de quinua y chía presenta diferencias significativas.

Umbral de significancia: $\alpha = 0,05$

Criterios de decisión:

- Si $p < 0,05$, se rechaza H_0 .
- Si $p > 0,05$, se acepta H_0 .

Tabla 5. Resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para la evaluación sensorial del gusto

Tratamiento	N	Mediana	Suma de rangos	Z
QCh1	30	4,00	47,4	0,48
QCh2	30	4,50	60,9	3,95
QCh3	30	3,00	28,2	-4,43

Parámetro $H = 23,68$; grados de libertad = 2; valor $p = 0,000$.

Parámetro H ajustado por empates = 25,61; grados de libertad = 2; valor $p = 0,000$.

La mediana de la muestra para los tres tratamientos fue de 4,00; 4,50 y 3,00, respectivamente. El valor absoluto de Z indica que el nivel más bajo correspondió al tratamiento QCh1, con $Z = 0,48$, por ser el menor en valor absoluto. En contraste, el tratamiento QCh3, con $Z = -4,43$, presentó el rango más alto en comparación con el total de observaciones.

La estadística de prueba (H) presentó un valor p de 0,000, tanto sin ajuste por empates como con ajuste por empates. Dado que el

valor p es menor que 0,05, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe evidencia estadística suficiente para afirmar que los tratamientos presentan diferencias significativas entre sí. En otras palabras, la adición de chía y quinua tuvo un efecto significativo en el sabor de la barra energética; no todos los tratamientos son iguales. Asimismo, se concluye que al menos uno de los tratamientos presenta una mediana diferente respecto de los demás.

Tras el rechazo de la hipótesis nula a favor de la hipótesis alternativa, fue necesario identificar los pares de tratamientos que presentaban diferencias significativas. Por ello, se aplicó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney, la cual permite identificar diferencias entre poblaciones por pares.

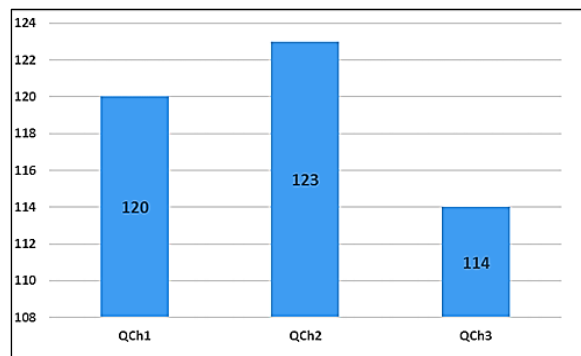
Determinación de diferencias significativas entre pares de tratamientos mediante la prueba no paramétrica de Mann-Whitney

Utilizando el software *Minitab* para Windows, versión 17, se obtuvieron los subsecuentes resultados (Tabla 6).

Tabla 6. Resultados de la prueba no paramétrica de Mann-Whitney para la evaluación sensorial del sabor

Pares de tratamientos	Estadístico W	Valor p del estadístico W	Diferencias significativas
QCh1 vs. QCh2	765,0	0,0154	No
QCh2 vs. QCh3	1121,0	0,0017	Sí
QCh3 vs. QCh3	1227,0	0,0000	Sí

Figura 3. Análisis del sabor de la barra energética



De acuerdo con la Figura 3, los panelistas prefirieron el tratamiento QCh2, con una puntuación acumulada de 123 en términos de sabor, seguido por el tratamiento QCh1, con una puntuación de 120.

Textura

Enunciado de la hipótesis:

- H_0 : No existe diferencia significativa entre las tres muestras de barras energéticas de quinua y chí.
- H_1 : Al menos una de las tres muestras de barras energéticas de quinua y chí presenta diferencias significativas.

Umbral de significancia: $\alpha = 0,05$

Criterios de decisión:

- Si $p < 0,05$, se rechaza H_0 .
- Si $p > 0,05$, se acepta H_0 .

Tabla 7. Resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para la evaluación sensorial de la textura

Tratamiento	N	Mediana	Suma de rangos	Z
QCh1	30	4,00	45,4	-0,02
QCh2	30	3,00	46,5	0,24
QCh3	30	3,00	44,6	-0,22

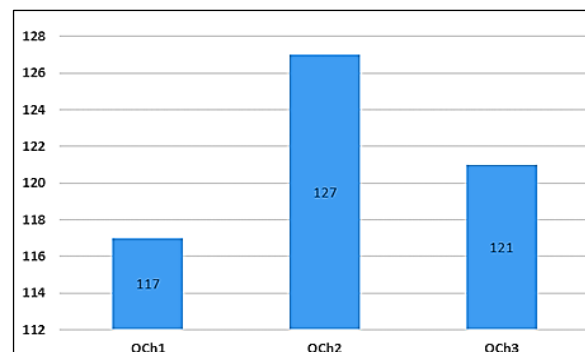
Parámetro $H = 0,07$; grados de libertad = 2; valor $p = 0,964$.

Parámetro H ajustado por empates = 0,08; grados de libertad = 2; valor $p = 0,962$.

La mediana de la muestra para los tratamientos QCh1, QCh2 y QCh3 fue de 4,00; 3,00 y 3,00, respectivamente. El valor absoluto de Z indica que el nivel más bajo correspondió al tratamiento QCh1, con $Z = -0,02$, al ser el menor en valor absoluto. Asimismo, el tratamiento QCh2, con $Z = 0,24$, presentó el rango más alto en comparación con el total de observaciones.

La estadística de prueba (H) presentó un valor p de 0,964 sin ajuste por empates y de 0,962 con ajuste por empates. Dado que el valor p es mayor que 0,05, se acepta la hipótesis nula; en consecuencia, no existe evidencia estadística suficiente para afirmar que los tratamientos presentan diferencias significativas en cuanto a la textura. Dicho de otro modo, la adición de chí y quinua no tuvo un efecto significativo en la textura de la barra energética; todos los tratamientos mostraron un comportamiento similar.

Figura 4. Análisis de la textura de las barras energéticas



La Figura 5 muestra que los panelistas prefirieron el tratamiento QCh2, con una puntuación acumulada de 127 en términos de textura, seguido por el tratamiento QCh3, con una puntuación de 121, y, finalmente, por el tratamiento QCh1, con una puntuación de 117.

Valor proteico de la barra energética a base de quinua y chí

A continuación, se presentan los resultados correspondientes a las

características químicas inmediatas de los tratamientos elaborados a base de quinua y chía.

Los resultados obtenidos se muestran en las subsiguientes tablas.

En la Tabla 8 se presentan los valores correspondientes al porcentaje de proteínas del tratamiento con mejores características sensoriales de la barra energética, así como de sus materias primas (chía y quinua).

Tabla 8. Valor proteico de la barra energética

Tratamiento	Proteína		Barra energética (%)
	Quinua (%)	Chía (%)	
QCh2	26,23	39,34	6,36

Análisis químico proximal del tratamiento con QCh2 de la barra energética de chía y quinua

La Tabla 9 muestra el análisis químico inmediato realizado al tratamiento más aceptado por los jueces semientrenados: el tratamiento QCh2 (39,34 % de chía y 26,23 % de quinua).

Tabla 9. Resultados del análisis químico inmediato del tratamiento de barras

Análisis	Resultado
Humedad (%)	12,10
Ceniza (%)	2,11
Proteína (%)	6,36
Grasa (%)	3,67
Fibra (%)	2,05
Carbohidrato (%)	73,71

Cálculo del aporte calórico de la barra energética

Para el cálculo del aporte calórico se utilizó la subsiguiente fórmula (Ecuación 01):

$$\text{Ingesta calórica} = (\text{masa de carbohidratos} + \text{masa de proteínas}) \times 4 \text{ kcal/g} + (\text{masa de grasa} \times 9 \text{ kcal/g})$$

La Ecuación 01 corresponde al cálculo de la ingesta calórica, en la que 1 g de carbohidratos y 1 g de proteínas aportan 4

kcal, mientras que 1 g de grasas aporta 9 kcal⁴⁸.

La ecuación fue reemplazada con los datos del tratamiento más aceptado. El cálculo se detalla a continuación:

Tratamiento QCh2

- $\text{Ingesta calórica} = (\text{g de carbohidratos} + \text{g de proteínas}) \times 4 \text{ kcal/g} + (\text{g de grasa} \times 9 \text{ kcal/g}).$
- $\text{Ingesta calórica} = (73,71 \text{ g} + 6,36 \text{ g}) \times 4 \text{ kcal/g} + (3,67 \text{ g} \times 9 \text{ kcal/g}).$
- $\text{Ingesta calórica} = 320,28 \text{ kcal} + 33,03 \text{ kcal}.$
- $\text{Ingesta calórica} = 212,19 \text{ kcal}.$

Análisis microbiológico del tratamiento QCh2 a base de quinua y chía

La Tabla 10 presenta los análisis microbiológicos realizados al tratamiento QCh2 a base de quinua y chía. Los resultados obtenidos demuestran que el tratamiento evaluado cumple con los parámetros establecidos por la norma sanitaria que fija los criterios microbiológicos de calidad e inocuidad de los alimentos y bebidas destinados al consumo humano (Resolución Ministerial n.º 591-2008/MINSA). Por tanto, el tratamiento es apto para el consumo humano.

Tabla 10. Análisis microbiológico de la barra energética de chía y quinua

Microrganismos	Cantidad	NTS n.º 071 MINSA/DIGESA -V.01	
Numeración de mohos (UFC/g)	< 10	1	10
Numeración de coliformes totales (UFC/g)	< 10	10	10 ²
Numeración de mesófilos (UFC/g)	2,0 × 10	10 ⁴	10 ⁵

Análisis del perfil de aminoácidos del tratamiento QCh2 a base de quinua y chía

El perfil de aminoácidos de la barra energética de chía y quinua se expresa en mg de aminoácidos por gramo de proteína.

Tabla 11. Aminoácidos contenidos en la barra energética

Aminoácidos	mg/100 g
Ácido aspártico	15,324
Ácido glutámico	52,443
Serina	20,164
Histidina*	51,424
Glicina	74,155
Treonina*	0,000
Arginina*	72,112
Alanina	25,350
Tirosina	72,710
Cisteína	0,000
Valina*	25,280
Metionina*	11,822
Fenilalanina*	11,531
Isoleucina*	19,873
Leucina*	31,009
Lisina*	9,046
Prolina	0,000

Actualmente, se reconocen diez aminoácidos esenciales: leucina, isoleucina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano, valina, lisina, histidina y arginina. Como se muestra en la Tabla 11, la barra energética contiene ocho (08) aminoácidos esenciales, con excepción del triptófano y la treonina. Entre estos aminoácidos, la arginina presenta la mayor concentración, con un valor de 72,112 mg/g de proteína.

DISCUSIÓN

Valenzuela et al. (2024), en su investigación titulada *Desbloquear el potencial del amaranto, la chía y la quinua para aliviar la crisis alimentaria: una revisión*, reportaron como resultados del análisis de la composición nutricional de la quinua y la chía los sucesivos valores: quinua (proteína 13,1 %, carbohidratos 59,9 %, fibra 3,3 %, cenizas

3,3 % y humedad 11,1 %); y chía (proteína 24,11 %, carbohidratos 33,5 %, fibra 34,46 %, cenizas 4,58 % y humedad 5,16 %). Mientras que, en la presente investigación, se obtuvieron como resultados del análisis químico proximal de las materias primas los subsiguientes valores: quinua (humedad 11,3 %, proteína 10,47 %, grasa 3,64 %, fibra 4,31 %, cenizas 2,70 % y carbohidratos 67,47 %); y chía (humedad 11,07 %, proteína 14,32 %, grasa 3,86 %, fibra 6,87 %, cenizas 1,53 % y carbohidratos 62,35 %). Si bien es cierto que la composición de las semillas presenta valores cercanos, se observa una ligera variación, la cual se debe a que la procedencia de las semillas no es la misma.

Roldán et al. (2022) elaboraron barras nutritivas utilizando cereales, granos andinos y concentrado proteico de pota, en las cuales la composición química proximal resaltó los contenidos de proteínas (9,56 %), grasas (3,10 %), carbohidratos (79,49 %), humedad (6,54 %) y fibra (0,63 %). Asimismo, la digestibilidad verdadera (DV) y el valor biológico (VB) de la proteína de la barra nutritiva fueron de 90,53 % y 94,54 %, respectivamente. Los ensayos microbiológicos cumplieron con las exigencias para el consumo humano, y la aceptabilidad de la barra nutritiva fue elevada en niños (93 %), cumpliendo con los requerimientos infantiles de aminoácidos esenciales. En contraste, en la presente investigación no se introdujo ningún ingrediente de origen animal; por tanto, los valores de las características fisicoquímicas corresponden exclusivamente a ingredientes de origen vegetal.

Castro et al. (2019) realizaron la optimización en la elaboración de una barra energética a base de quinua germinada, en la que se determinó que el tratamiento AB (6 horas de remojo y 18 horas de germinación) obtuvo el mayor contenido proteico (14,95 %). Por esta razón, dicho tratamiento fue destinado para la elaboración de barras energéticas con proporciones de 15 %, 20 % y 25 %, siendo la formulación F1 (15 % de

quinua germinada) la que presentó la mejor aceptabilidad. Por otro lado, en el presente trabajo, además del análisis de proteína, se evaluaron otras características; sin embargo, se utilizó quinua sin germinar.

Espinoza et al. (2020) desarrollaron barras energéticas a base de quinua, kiwicha y chía, evaluando sus características texturales, acústicas y sensoriales. El análisis estadístico reportó que la proporción de quinua:kiwicha:chía (Q:K:C) afectó significativamente los valores de dureza, fracturabilidad, masticabilidad y cohesividad, así como los picos sonoros generados durante el corte, la textura sensorial y la aceptabilidad general de las barras energéticas. El tratamiento T3 (Q: 70 %, K: 10 % y C: 20 %) presentó los mayores valores de dureza, fracturabilidad y masticabilidad, mientras que el tratamiento T1 (Q: 80 %, K: 10 % y C: 10 %) registró los valores más bajos. Por su parte, el tratamiento T10 (Q: 72 %, K: 12 % y C: 17 %) mostró el mayor valor de textura sensorial y aceptabilidad general, con promedios entre 6 y 7 en la escala hedónica de 1 a 9, correspondientes a «me gustó ligeramente» y «me gustó moderadamente», respectivamente. En comparación, el presente estudio consideró únicamente dos ingredientes.

Verduga et al. (2022) realizaron la optimización de la formulación de una barra energética a base de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*), aplicando un diseño estadístico de mezclas para el análisis de la composición y el poder calórico. En la barra con mayor aceptación se efectuó un análisis de composición proximal, a partir del cual se desarrollaron nuevas formulaciones, manteniendo el valor de aporte calórico y validando la aceptación del consumidor en cada caso. Se concluyó que existen diferencias significativas en la aceptación entre la barra optimizada y la no optimizada, dado que esta última presentó un mayor contenido de sachá inchi (35 % p/p frente a 30 % p/p) y, en cuanto al contenido de miel, un porcentaje superior al de la barra optimizada (30 % p/p frente a 20 % p/p).

CONCLUSIONES

Se elaboraron barras energéticas a partir de chía y quinua mediante diferentes formulaciones, estableciéndose tres tratamientos: QCh1, con chía (32,79 %) y quinua (32,79 %); QCh2, con chía (39,34 %) y quinua (26,23 %); y QCh3, con chía (45,90 %) y quinua (19,67 %).

Se evaluaron las características fisicoquímicas de las materias primas, obteniéndose los subsiguientes valores: chía (carbohidratos 62,35 %, proteínas 14,32 %, grasas 3,86 %, cenizas 1,53 % y fibra 6,87 %) y quinua (carbohidratos 67,47 %, proteínas 10,47 %, grasas 3,62 %, cenizas 2,70 % y fibra 4,31 %).

En la evaluación sensorial realizada por un panel semientrenado conformado por 30 personas, el tratamiento QCh2 (chía 39,34 % y quinua 26,23 %) fue el mejor valorado, destacando en las características sensoriales de color (4,10), sabor (4,40) y textura (3,40).

Respecto a las características sensoriales de las barras energéticas elaboradas con diferentes porcentajes de chía y quinua, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, dado que el valor *p* fue inferior al nivel de significancia establecido; por tanto, se confirma que la variación en los porcentajes de chía y quinua influye en el sabor de la barra energética.

El análisis químico inmediato de la barra energética correspondiente al tratamiento QCh2 (26,23 % de quinua y 39,34 % de chía) arrojó los sucesivos valores: humedad 12,10 %, cenizas 2,11 %, proteína 6,36 %, grasa 3,67 %, fibra 2,05 % y carbohidratos 73,71 %, lo que representa una ingesta calórica de 212,19 kcal. Asimismo, el tratamiento evaluado microbiológicamente cumplió con los estándares establecidos para aerobios mesófilos, mohos y coliformes, de acuerdo con la normativa sanitaria vigente.

El tratamiento QCh2, en el análisis del perfil de aminoácidos, reportó un total de 16 aminoácidos, de los cuales 8 corresponden a aminoácidos esenciales (histidina, arginina, valina, metionina, fenilalanina, isoleucina,

leucina y lisina) y 8 a aminoácidos no esenciales (ácido aspártico, ácido glutámico, serina, glicina, alanina, tirosina, cisteína y prolina).

En el análisis microbiológico, el tratamiento QCh2 presentó los subsiguientes resultados: número de mohos < 10 UFC/g, número de coliformes totales < 10 UFC/g y número de mesófilos $2,0 \times 10$ UFC/g, valores que se encuentran dentro de los parámetros aceptables establecidos por la Digesa.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó gracias a la colaboración de los docentes y del personal administrativo, quienes, mediante un trabajo colaborativo y apoyo mutuo, hicieron posible su culminación.

CONFLICTO DE INTERESES

En la realización del presente trabajo no se identificó ningún conflicto de intereses por parte de los autores.

REFERENCIAS

- Ahmed, A., Mozzon, M., Dawod, A., Mustafa, E., Mukarram, S., & Kovács, B. (2025). Potential of baobab (*Adansonia digitata* L.) dried fruit pulp in contributing to food and nutrient security in Sudan and Senegal. *Journal of Agriculture and Food Research*, 19, 101681. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.101681>
- Angulo, J, Flores, A., Rodríguez, R., Aguilar, C., & Serna, L. (2023). Propiedades nutritivas y tecno funcionales de barras de pseudocereales adicionadas con soya, mango y granada. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 73(1), 19-31. <https://tinyurl.com/3hyk77ms>
- Aponte, E. (2022). *Desarrollo de una barra energética a partir de cultivos andinos: Quinoa (Chenopodium quinoa), Avena (Avena sativa) y Amaranto (Amaranthus Caudatus L.)* [Tesis de licenciatura,

Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador]. Repositorio Institucional UTA. <https://tinyurl.com/mr3btnwz>

- Calle, K. (2023). *Elaboración de una barra energética a base de ajonjolí (Sesamum indicum), amaranto (amaranthus) y edulcorante no calórico (stevia)* [Trabajo de titulación para la obtención del título de Ingeniero Agrícola Mención Agroindustrial Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador]. Centro de Información Agraria.

<https://tinyurl.com/5bvym65z>

- Castro, L., Quispe, F., Suca, F., Villa, Y., & Zegarra, J. (2019). Optimización en la elaboración de una barra energética a base de quinua germinada (*Chenopodium quinoa Willdenow*). *Agroindustrial Science*, 9(2), 163-172. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2019.02.09>

- Chinchay, D., & Ramírez, A. (2024). *Evaluación sensorial de una barra energética a base de arroz (Oryza sativa) quinua (Chenopodium quinoa), mango (Mangifera indica), piña (Ananas comosus) fortificada con sangre de cordero liofilizada*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero de Industrias Alimentarias]. Repositorio Institucional Digital UNJ. <https://tinyurl.com/4bw5ycp5>

- Espinoza, M., Miano, A., Obregón, J., Barraza-Jáuregui, G., & Siche, R. (2020). Barras energéticas a base de quinua, kiwicha y chía: características texturales, acústicas y sensoriales. En *18th Laccei International Multi-Conference for Engineering, Education Caribbean Conference for Engineering and Technology: «Engineering, Integration, and Alliances for a Sustainable Development» «Hemispheric Cooperation for Competitiveness and Prosperity on a Knowledge-Based Economy»*, Laccei 2020 (Proceedings of the Laccei international Multi-conference for Engineering, Education and

- Technology). <https://doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.377>
- Franco-Aguilar, A., Arias-Giraldo, S., Anaya-García, S., & Muñoz-Quintero, D. (2021). Perspectivas tecnológicas y nutricionales de la quinua (*Chenopodium quinoa*): un pseudocereal andino funcional. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*, 27(3), 229-235.
<https://tinyurl.com/mr3bbr6u>
- Frumuzachi, O., Flanagan, A., Rohn, S., & Mocan, A. (2025). The dichotomy between functional and functionalized foods: A critical characterization of concepts. *Food Research International*, 208, 116173.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2025.116173>
- González, V., Rodeiro, C., Sanmartín, C., & Vila, S. (2014). *Introducción al análisis sensorial: estudio hedónico del pan en el IES Mugardos*. IES de Mugardos.
<https://tinyurl.com/3sprb9he>
- Ibrahim, E., Yusof, S., Yusof, M., & Babji, A. (2025). Defatted chia (*Salvia hispanica* L.) flour peptides: Exploring nutritional profiles, techno-functional and bio-functional properties, and future directions. *Current Research in Food Science*, 10, 101035.
<https://doi.org/10.1016/j.crfs.2025.101035>
- Jaramillo, R., & Sulca, V. (2023). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de barras energéticas a base de cacao (Theobroma cacao) y chía (Salvia hispanica)* [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad de Lima, Lima, Perú]. Repositorio Institucional ULima.
<https://tinyurl.com/w7m3u9jb>
- Kumar, R., Bhardwaj, S., Sikarwar, M., Kumar, A., Singh, R., Gupta, M., & Shukla, R. (2025). Innovative food applications of quinoa: Exploring novel insights into its nutritional potential and biological activities. *Journal of Food Composition and Analysis*, 139, 107133.
<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.107133>
- Pumisacho, V. (2021). *Evaluación del contenido nutricional y microbiológico de una barra alimenticia elaborada a base de quinua tostada, amaranto pop y mashua en polvo*. [Trabajo de titulación para optar por el título de Magíster en Agroindustria Mención Calidad y Seguridad Alimentaria, Universidad de Las Américas, Quito, Ecuador]. Repositorio Digital Universidad de Las Américas.
<https://tinyurl.com/4veaa3sk>
- Quevedo, T., Gastulo, J., & Santa Cruz, A. (2022). Elaboración de una barra alimenticia de kiwicha, polen y miel de abeja. *Llamkasun: Revista de Investigación Científica y Tecnológica*, 3(1), 130-137.
<https://doi.org/10.47797/llamkasun.v3i1.92>
- Roldán, D., Omote-Sibina, J., Molleda, A., & Olivares, F. (2022). Desarrollo de barras nutritivas utilizando cereales, granos andinos y concentrado proteico de pota. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 24(1), 17-26.
<https://doi.org/10.18271/ria.2022.383>
- Salazar, I. (2023). *Calidad nutritiva y aceptabilidad de una barra energética formulada a base de semilla de linaza (Linum usitatissimum), calabaza (Cucurbita ficifolia) y arándanos (Vaccinium corymbosum E.) deshidratados en niños escolares*. [Tesis para para optar el grado académico de Maestra en Tecnología y Gestión de la Calidad de Alimentos, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú]. Repositorio Institucional Digital.
<https://tinyurl.com/y6kwr75v>
- Valenzuela, F., Rojas, R., & Segura, M. (2024). Unlocking the potential of amaranth, chia, and quinoa to alleviate the food crisis: a review. *Current Opinion in Food Science*, 57, 101149.
<https://doi.org/10.1016/j.cofs.2024.101149>
- Verduga, K., Santamaría, J., Gordillo, G., & Montero, C. (2022). Barras energéticas de

sacha inchi: optimización de la formulación mediante diseño estadístico de mezclas. *Enfoque UTE*, 13(1), 58-72. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.783>

Verma, A., Singh, D., & Mitraet, A. (2022). Development of gluten free energy bar and its proximate analysis. *The Pharma Innovation Journal*, 11(6), 569-576. <https://tinyurl.com/3n5nwwyz>