

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**

**ESCUELA DE POSGRADO**

Unidad de Posgrado de Ciencias de la Salud



*Una Institución Adventista*

**Calidad proteica y evaluación sensorial de hamburguesas a base de mezclas de quinua (chenopodium quinoa), tarwi (lupinus mutabilis) y maíz (zea mays) para adultos, Juliaca 2021**

Tesis para obtener el Grado Académico de Maestra en Nutrición Humana con Mención en Nutrición Vegetariana

**Autor:**

Raquel Chilón Llico  
Lilia Jocabet Sigvas Cruzado

**Asesor:**

Mg. Carmen Rosa Apaza Humerez

Lima, setiembre 2022

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS

Carmen Rosa Apaza Humerez, de la Escuela de Posgrado, Unidad de Posgrado de Salud, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Calidad proteica y evaluación sensorial de hamburguesas a base de mezclas de quinua (chenopodium quinoa), tarwi (lupinus mutabilis) y maíz (zea mays) para adultos, Juliaca 2021”** constituye la memoria que presenta a las Licenciadas: Raquel Chilón Llico y Lilia Jocabet Sigvas Cruzado para aspirar al Grado Académico de Maestra en Nutrición Humana con Mención en Nutrición Vegetariana, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 06 días del mes de setiembre del año 2022



---

Carmen Apaza Humerez

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS DE MAESTRO(A)

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a **martes 06** del mes de setiembre del año **2022**, siendo las **16:00 horas**, se reunieron en el Salón de Grados y Títulos de la Universidad Peruana Unión, bajo la dirección del Señor Presidente del Jurado: **Dra. Lili Albertina Fernández Molocho**, la secretaria: **Mg. María Alina Miranda Flores** y los demás miembros: **Mg. Natali Huzco Rutti**, **Mg. Herlen Dorthy Sánchez Mayta** y el asesor: **Mg. Carmen Rosa Apaza Humerez**, con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de Tesis de Maestro(a) titulada: **“Calidad proteica y evaluación sensorial de hamburguesas a base de mezclas de quinua (chenopodium quinoa), tarwi (lupinus mutabilis) y maíz (zea mays) para adultos, Juliaca 2021”** ; de las Licenciadas **RAQUEL CHILÓN LLICO** y a **LILIA JOCABET SIGUAS CRUZADO**, Conducente a la obtención del Grado Académico de Maestro(a) en: **Maestría en Nutrición Humana con Mención en Nutrición Vegetariana**; El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al candidato hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del Jurado a efectuar las preguntas, cuestionamientos y aclaraciones pertinentes, los cuales fueron absueltos por el candidato. Luego se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del Jurado.

Posteriormente, el Jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

La Licenciado **Raquel Chilon Llico y Lilia Siguas Cruzado**

CALIFICACIÓN	ESCA AS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	18	A-	Con nominación de Muy Bueno	Sobresaliente

(\*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del Jurado invitó al candidato a ponerse de pie, para recibir la evaluación final. Además, el presidente del Jurado concluyó el acto académico de sustentación, procediéndose a registrar las firmas respectivas.



\_\_\_\_\_  
Presidente

\_\_\_\_\_  
Secretario

\_\_\_\_\_  
Asesor

\_\_\_\_\_  
Miembro

\_\_\_\_\_  
Miembro

\_\_\_\_\_  
Licenciado(a)

# Calidad proteica y evaluación sensorial de hamburguesas a base de mezclas de quinua (*Chenopodium quinoa*), tarwi (*Lupinus mutabilis*) y maíz (*Zea mays*) para adultos, Juliaca 2021”

**Resumen:** La necesidad de sustitución parcial o total de fuentes de proteína animal por fuentes vegetales de alta calidad proteica con buena aceptación sensorial es una alternativa prometedora. El objetivo fue desarrollar una hamburguesa con proteína vegetal utilizando un diseño de mezcla a base de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd. ), maíz andino peruano (*Zea mays*) y lupino andino (*Lupinus mutabilis* Sweet). La composición proximal se midió en base seca (proteína, grasa, carbohidratos y cenizas), el cálculo del Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score (PDCAAS) y se realizó un análisis sensorial utilizando el método Check-All-That-Apply (CATA) con aceptabilidad en 132 consumidores regulares de productos vegetarianos. Los contenidos de proteínas, grasas, carbohidratos y cenizas variaron de 18.5 a 24.5, 4.1 a 7.5, 65.4 a 72.1 y 2.8 a 5.9%, respectivamente. El uso de cultivos andinos favoreció el contenido proteico y el aporte de aminoácidos azufrados (AAS) y triptófano de quinua y lisina y treonina de altramuz. Las muestras con cultivos andinos fueron descritas como fáciles de cortar, suaves, buenas, saludables, sabor leguminosas, sabrosas y de color marrón claro, sin embargo la muestra comercial se caracterizó como difícil de cortar, dura, marrón oscuro, color desigual, seca y granulada. La muestra con 50% de quinua y 50% de altramuz fue la más aceptable y alcanzó una digestibilidad de 0,92. Cumplió con la ingesta de lisina, treonina y triptófano, con la excepción de AAS, de acuerdo con el patrón de aminoácidos esenciales propuesto por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

**Palabras llave:** hamburguesa; vegetariano; PDCAAS; Aminoácidos; perfil sensorial

---

## 1. Introducción

Las Naciones Unidas indican que las dietas basadas en plantas son necesarias para contrarrestar el cambio climático ((1)que promueven la sostenibilidad de los recursos naturales (2) Esto se debe al hecho de que el 37% de la tierra cultivada en todo el mundo se utiliza en la producción de alimentos para generar proteína animal ((3)generación de emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (GEI) (4) pérdida de diversidad natural (5) En las últimas décadas, el interés por una nutrición saludable basada en plantas ha aumentado, ya que el consumo de carne roja y procesada se asocia con el riesgo de sufrir diversas comorbilidades,

como cáncer de colon, problemas cardiovasculares (6), enfermedad renal crónica (7), (6)8), (7)(8) (9). Sin embargo, a pesar de los beneficios nutricionales y de sostenibilidad prometidos por las dietas basadas en plantas, pocas personas han adoptado y se han adherido a este tipo de dieta ((10–12) además de indicar que el sabor aparentemente inapropiado es una de las principales barreras para adoptar este tipo de dieta (13)

La hamburguesa es el alimento más popular en los hábitos culinarios de la dieta americana. Como tal, existen desafíos de salud, ambientales y de valor moral de esta comida rápida. Frente a estos desafíos, la tendencia creciente en la producción de alimentos de origen vegetal ha proporcionado a las empresas adaptarse a las demandas de los consumidores y aumentar la oferta de estos alimentos (14) Se han implementado innovaciones tecnológicas para producir alternativas proteicas llamadas sustitutos de la carne o análogos de la carne ((15,16) que permiten diferentes aplicaciones nutricionales (17) Aunque existen grandes desafíos, desde la elección que sigue siendo difícil para la mayoría de los consumidores (18), el (18) además del placer sensorial que busca mejorar el sabor y la textura del producto final (19)(19) Esta alternativa se basa en cuestiones sanitarias, éticas y morales (20)

La hamburguesa necesita una estructura proteica fuerte, por lo tanto, la parte nutricional se centró en la proteína como nutriente esencial en la dieta diaria ((17) que cumple funciones estructurales y funcionales en el cuerpo humano (21,22) La proteína de origen animal es la más consumida y valorada por su calidad nutricional y proteica, determinada por su capacidad para cumplir con el requerimiento de aminoácidos (AA) ((23) nivel de digestión, absorción y su uso para las funciones metabólicas en el individuo (24–26) Sin embargo, el uso de mezclas de fuentes de proteínas complementarias en la producción de productos análogos modernos, como las hamburguesas, podría ofrecer aproximadamente la misma composición de nutrientes que los productos cárnicos tradicionales (27–29) Para conocer la calidad de la proteína existen varios métodos, como la utilización neta de proteínas y el índice de eficiencia proteica, el método de puntuación de aminoácidos corregida de digestibilidad de proteínas (PDCAAS), es una forma práctica de garantizar la adecuación de la ingesta de proteínas ((28) independientemente de si la proteína de cada alimento es alta o baja. La FAO/OMS recomienda el uso del método PDCAAS para evaluar la calidad de las proteínas ((30) que se calcula sobre la base de la estimación de la digestibilidad de las proteínas y la puntuación de aminoácidos basada en una comparación con el estándar (según la edad).

Asimismo, la quinua (*Chenopodium quinoa willd*), tiene un alto valor nutricional y contiene 20 aminoácidos (incluidos los 10 esenciales), por lo que tiene un alto contenido proteico (15,6-18,7%), es rica en fitoesteroles y ácidos grasos n-3 y n-6, clasificándola como el cereal más completo que le permite competir con la proteína animal procedente de la carne, la leche, y huevo. Además, contiene un índice glucémico bajo, bajo nivel de grasa, no tiene colesterol y es apto para celíacos, ya que no contiene gluten (31–34) En el caso

del altramuz (*Lupinus mutabilis*) es una leguminosa que tiene un alto contenido proteico 46-48(dm) y un contenido de grasa del 15,4% (dm) (35), (35)potasio, fósforo, hierro y tocoferoles que permanecen altos incluso después de la extrusión y atomización ((36), haciendo del altramuz una excelente alternativa de proteína animal (37,38))(39). El maíz peruano andino Cuzco Gigante (*Zea mays*) aporta  $8.94 \pm 0.19$  proteína que aporta textura fibrosa (40), (40)(41,42).(41,42) Sin embargo, en la actualidad, hay poca investigación sobre la composición proximal y el perfil sensorial de las mezclas derivadas de plantas que se acercan a la calidad de las proteínas.

Por otro lado, los consumidores proporcionan información relevante para el desarrollo de productos, dado que el sabor inadecuado de las dietas sin carne es el principal obstáculo para la transición de alimentos cárnicos a alternativas vegetarianas ((13)lo que reduce la intención de compra de hamburguesas de origen vegetal y mixtas (proteína animal y vegetal), es decir, la introducción de proteínas mixtas podría contribuir a la reducción de la carne para los más apegados ((20,43) . Así, los análogos cárnicos aportan diferentes experiencias gastronómicas, en cuanto a que los cambios de cocción y las pérdidas son menores y el aspecto del producto preparado, como el esfuerzo de corte es menor, la diferencia de color es detectable, etc. (44). A pesar del avance de la industria alimentaria, las hamburguesas a base de carne son más preferidas que las hamburguesas a base de plantas (45), (45)(46), (46)

El objetivo de este estudio es desarrollar un producto tipo hamburguesa basado en cultivos andinos (quinua, altramuz y maíz) tradicionalmente consumidos y de fácil acceso, en forma de mezclas completas de aminoácidos, evaluando su composición proximal, calidad proteica y atributos sensoriales.

## **2. Materiales y métodos**

### *2.1. Muestras*

Se utilizaron granos de Quinoa certificados, variedad Blanca de Juli, obtenidos de la Estación Experimental Agrícola ILLPA - Puno del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), desamargados con la técnica de frotamiento y lavado manual (47) La variedad de maíz certificada INIA 618 Blanco Quispicanchi, fue obtenida de la Estación Experimental Agropecuaria ILLPA – Cusco del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) pasó por un proceso de peeling con una sustancia alcalina (óxido de calcio), método aplicado desde tiempos pre-incas hasta nuestros días, como se refiere con . Por otro lado, el altramuz se obtuvo de la asociación de productores agrícolas Khapía Wiñaymarka en la ciudad de Yunguyo y se desamargó utilizando el método acuoso(48) ; (49) de Jacobsen et al. (50), Erbas(51) y Córdova-Ramos et al. (52).

### *2.2. Formulación y transformación*

La quinua y el maíz fueron sometidos a cocción a presión en medio acuoso durante 19 y 40 min, respectivamente. El altramuz se

molía manualmente en un molino Corona; luego se mezclaron los tres componentes, y en cada formulación se agregaron 20 g de aderezo base por 100 g de mezcla, que consistió en una mezcla de ajo, cebolla, tomate, pimentón, aceite vegetal y sal con 2 g, 3.5 g, 4 g, 4 g, 5 g, 5 g y 1,5 g, respectivamente. Las hamburguesas se realizaron en forma circular de 10 cm de diámetro y 1 cm de grosor y se sellaron en la plancha, luego se enfriaron, envasaron y congelaron a -5 °C hasta su análisis. La investigación constó de tres etapas:

### 2.2.1. Etapa 1: Caracterización de los insumos y calidad de las proteínas

*El análisis proximal de los principales insumos:* humedad, proteína (Kjeldahl), grasa (Soxhlet) y cenizas se determinaron por métodos estandarizados según AOAC (53)

*PDCAAS (Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score):* Se midió el aporte de aminoácidos de las mezclas, a través del Amino Acid Score, basado en el contenido de proteína, aminoácidos y digestibilidad de cada componente principal (quinua, altramuz y maíz) y finalmente se aplicó la corrección para el promedio ponderado de la digestibilidad de los componentes (30)

### 2.2.2. Etapa 2: Diseño de hamburguesas

*Diseño de mezcla - Optimización:* Se aplicó un diseño de mezcla simplex aumentada, obteniendo 11 tratamientos (Tabla 1). Se tomó como variable de respuesta el aporte de los siguientes aminoácidos: Lisina, Metionina y Cisteína (AAs), Triptófano y Treonina. La influencia de los componentes en las respuestas se observó a través de trazas de Cox.

**Tabla 1.** Diseño de mezcla simplex aumentada.

Tratamientos	Quinua	Maíz	Altramuz
	%		
M01	100.00	0.00	00.00
M02	00.00	100.00	00.00
M03	00.00	00.00	100.00
M04	50.00	50.00	00.00
M05	50.00	00.00	50.00
M06	00.00	50.00	50.00
M07	66.67	16.67	16.67
M08	16.67	66.67	16.67
M09	16.67	16.67	66.67
M10	33.33	33.33	33.33
M11	90.00	0.00	10.00

### 2.2.3. Etapa 3: Análisis proximal, proteína y calidad sensorial de la hamburguesa

De los 11 tratamientos obtenidos optimizando el diseño de la mezcla, se seleccionaron tres tratamientos que cumplen con el requerimiento de aminoácidos según FAO para adultos (Lisina - 45 mg/g, AAs - 23 mg/g, Treonina 23 mg/g y Triptófano - 7 mg/g) (30), siendo las muestras M05: 50% Quinua + 50% Altramuz; M10: 33,33% Quinua + 33,33% Altramuz + 33,33% Maíz y M11: 90% Quinua + 10% Altramuz. Se realizaron los siguientes análisis:

*Análisis proximal:* La humedad, la proteína (Kjeldahl), la grasa (Soxhlet) y las cenizas se determinaron por métodos estandarizados de acuerdo con (53)

*Análisis sensorial - Check All That Apply (CATA):* Las 3 muestras y una muestra comercial (hamburguesa vegetariana a base de quinua blanca, roja y negra) fueron evaluadas por 132 consumidores habituales de la cantina vegetariana ovo-lacto de una Clínica Privada de Juliaca, antes de la evaluación las muestras se calentaron en una plancha de gas (150 C) durante 3 minutos por cada lado, Los consumidores recibieron un manual consistente en aceptabilidad (escala hedónica de 5 puntos) y 30 atributos, para que los participantes indicaran su nivel de gusto y los atributos que consideraban necesarios para describir las muestras. Los atributos se obtuvieron de (44) con modificaciones.

Los consumidores firmaron una carta de consentimiento para su participación. El protocolo del estudio fue aprobado con el siguiente código 2021-CEUPeU-0040 por el comité de ética de la Universidad Peruana Unión y el voto 2021- 025 Clínica Privada.

*Digestibilidad y aminograma:* Se aplicó en la muestra que presentó mayor aceptabilidad, para determinar el contenido de proteína se utilizó el método según NTP 205.005:2018, respecto al aminograma se aplicó la metodología Bioquímica Analítica 136, 64.65 1984, y se determinó la digestibilidad por el método LMCTL-006F 2001 Análisis de Piensos y Forrajes. MAX BECKER 1961.

### 2.3. Análisis estadístico

Los datos se expresaron como media y desviación estándar, se verificaron los supuestos estadísticos y se realizó el análisis de varianza, y finalmente se aplicó una prueba de rango múltiple para los datos de diseño de la mezcla, composición química y calidad nutricional. Para los datos sensoriales utilizando el método CATA, se aplicaron la prueba de Cochran y el análisis de correspondencias (AC). Los datos fueron procesados utilizando Design Expert versión 11 y versión de prueba Xlstat.

## 3. Resultados y discusión

### 3.1. Formulación y transformación

#### 3.1.1. Etapa 1: Composición química próxima de la materia prima

La Tabla 2 muestra los valores obtenidos del análisis próximo de Quinua Blanca de Juli, Altramuz y Maíz de la variedad INIA 618 Blanco Quispicanchi.

**Tabla 2.** Composición proximal de la materia prima.

Proximal sobre base seca	Quinua (Q)	Altramuz desamargado (TD)	Maíz (M)	Lupino sin desamargarse (miles)
	Media ± DE (%)	Media ± DE (%)	Media ± DE (%)	Media ± DE (%)
Humedad	17,22 ± 0,071 <sup>b</sup>	75.890 ± 0,057 <sup>a</sup>	12.910 ± 0,042 <sup>c</sup>	7.895 ± 0,007 <sup>d</sup>
Gordo	6.765 ± 0.006 <sup>c</sup>	18.291 ± 0,016 <sup>a</sup>	4.581 ± 0,018 <sup>d</sup>	16.611 ± 0,001 <sup>b</sup>
Proteína	17.637 ± 0,053 <sup>c</sup>	61.448 ± 0,174 <sup>a</sup>	8.152 ± 0,004 <sup>d</sup>	43.602 ± 0.003 <sup>b</sup>
CHOs	73.037 ± 0,023 <sup>B</sup>	17.959 ± 0,101 <sup>d</sup>	85.084 ± 0,041 <sup>a</sup>	34.922 ± 0.026 <sup>c</sup>
Ceniza	2.507 ± 0.006 <sup>b</sup>	2,302 ± 0,259 <sup>b</sup>	2,205 ± 0,064 <sup>b</sup>	4.864 ± 0,03 <sup>A</sup>

DE: desviación estándar; \* Base húmeda; Diferentes letras en la misma fila representan diferencias significativas (valor de  $p < 0,05$ ).

La composición próxima mostró que hubo diferencias significativas entre las materias primas ( $p < 0,05$ ). El altramuz desamargado (TD) mostró mayor contenido de humedad (75,89%), aunque se observó un efecto inverso en el altramuz desamargado (7,89%). Además, el altramuz desamargado tenía un mayor contenido de grasa y proteína. El mayor contenido de carbohidratos se encontró en el maíz, seguido de la quinua con valores de 85.08% y 73.03%, respectivamente. El contenido de humedad fue mayor en la muestra de TD, esto fue, un valor esperado ya que el proceso de desamargado se realizó en un medio acuoso (50)(52) y la muestra de TSD tuvo menor contenido de humedad. Como era de esperar, el mayor contenido de grasa se encontró en el altramuz, ya que pertenece a la familia de las leguminosas, y el maíz, un cereal, destacó por su mayor contenido en carbohidratos.

En cuanto al aporte proteico, el TD mostró valores significativamente altos, superiores al TSD cuyo valor coincide con ((54) analizó diferentes ecotipos de altramuz andino y encontró que la semilla amarga de lupinus mutabilis aporta un promedio de 40,87% (32 - 46,9%) de proteína, adicionalmente el factor de corrección general utilizado en el método de determinación de proteínas es 6,25. (55) declaró que en el caso de las legumbres 5.5 - 5.7 debe usarse debido al alto grado de amidación de las proteínas de leguminosas; la diferencia podría deberse al método de desamargar, esta diferencia coincide con los análisis de (56) estudiaron el efecto de dos tratamientos desamargantes y encontraron que el contenido de nitrógeno aumentó ligeramente o se concentró durante la hidratación y la etapa de lavado, lo que se atribuyó a la reducción de compuestos solubles en agua mientras que la proteína permaneció dentro del grano aumentando su proporción. En cuanto al contenido proteico de la quinua es similar a los reportados por ((31) quienes analizaron semillas peruanas cosechadas en el sur de Europa, encontrando un rango de 15.6 - 18.7%, también (57) (57)(58)(58) analizó una mezcla de harina de quinua Kankolla y Blanca de Juli cultivada en 2017 en Puno (Perú) encontrando 13,5% de proteína. El contenido de proteína del maíz fue bajo según lo referido por ((59)(41) que (41) también analizaron el maíz andino peruano y encontraron que el contenido de proteína varió de 7.28 ± 0.11 a 9.64 ± 0.06, siendo la variedad Chullpi la que tiene el mayor contenido de proteína y el maíz gigante de Cusco el

contenido más bajo. Finalmente, no hubo diferencias significativas en el contenido de cenizas entre las muestras, excepto TSD.

La quinua tiene un alto contenido de proteínas entre 15.6 - 18.7% y grasa 3.9 - 5.2 g 100 g<sup>-1</sup> bs (31). Las semillas estudiadas mostraron un alto contenido de cenizas (2.9 - 3.8 g 100 g<sup>-1</sup> bs), y valores más bajos de fructosa y glucosa, lo que sugiere que las semillas tienen un índice glucémico bajo. La harina de altramuz ((Rodríguez Gómez et al., 2021)*Lupinus angosifolius*) era rica en proteínas (43 g/100 g) y fibra dietética (34 g/100 g) pero baja en carbohidratos (4,8 g/100 g) y cenizas (3,4 g/100 g) (36(36)

### 3.1.2. Etapa 2: Diseño / Optimización de mezclas y PDCAAS

Se tomaron referencias de diferentes autores, en cuanto al contenido de proteínas, aporte de aminoácidos y factor de digestibilidad, de los alimentos considerados como materia prima (quinua, altramuz y maíz) que fueron utilizados para el cálculo del PDCAAS: (60) (60) analizaron el maíz de Cuzco y (41) evaluaron el altramuz, registrando valores de 15,7, 7,1 y 55 g/100g de proteína, lisina (61), 21,3 y 61,1 mg/g, AAS (metionina y cisteína) 33, 19 y 25,3 mg/g, treonina 32, 22,4 y 35,8 mg/g, triptófano 11, 6,7 y 7,3 mg/g y digestibilidad 0,87, 0,82 y 0,9, respectivamente.

**Tabla 3.** Diseño de mezcla y PDCAAS.

Tratar- Ments	Lisina	Aas	Treonina	Triptófano	Lisina	Aas	Treonina	Triptófano
	mg/g				PDCAAS (adultos)			
M01	41,70	28.67	27.80	9.56	0.93	1.30	1.21	1.59
	Español					Español		
M02	17.47	15.58	18.37	5.49	0.39	0.71	0,80	0.92
M03	55.22	22.87	32.36	6.6	1.23	1.04	1.41	1.10
M04	33.88	24.45	24.76	8.25	0.75	1.11	1.08	1.37
M05	52.14	24.20	31.32	7.28	1.16	1.10	1.36	1.21
M06	50.57	21.98	30.64	6.47	1.12	0.9	1.33	1.08
M07	46.06	25.40	29,20	8.04	1.02	1.15	1.27	1.34
M08	41.63	21.61	27.41	6.74	0.93	0.98	1.19	1.12
M09	53.13	23.03	31.61	6.76	1.18	1.05	1.37	1.13
M10	48.74	23.36	30.06	7.11	1.08	1.06	1.31	1.18
M11	45.4	27.1	29.05	8.75	1.01	1.23	1.26	1.46

El rango que varió el PDCAAS fue entre 0,71 y 1,46. La Figura 1 muestra trazas que muestran la influencia de los componentes en las variables de respuesta; Se seleccionaron las carreras que cumplen con la puntuación necesaria para adultos. Se puede observar que el aumento de quinua y maíz (en menor grado) favoreció el contenido de AAS, también el aumento de altramuz favoreció el contenido de lisina y treonina, por otro lado, el aumento de quinua favoreció el contenido de triptófano. Además, el efecto de la adición de todos los componentes fue de orden 2 (cuadrático).

Component Coding: Actual

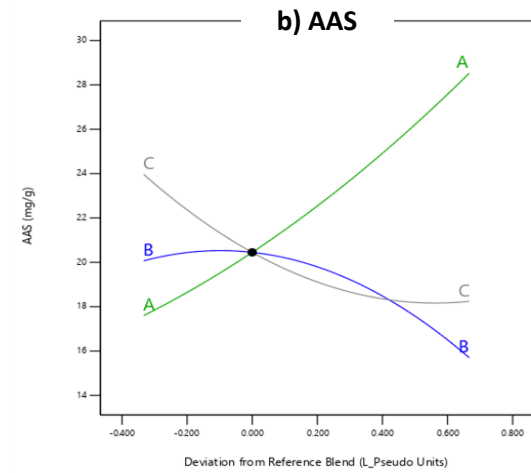
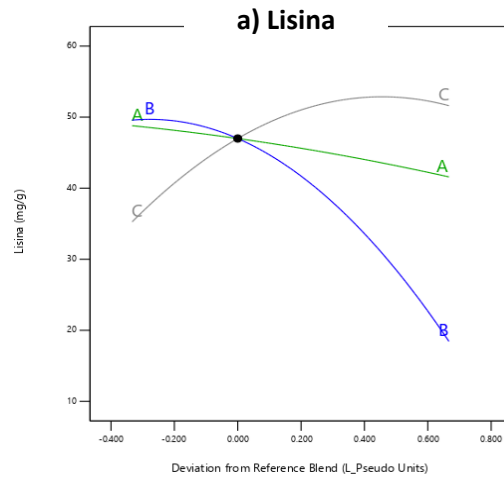
Lisina (mg/g)

Actual Components

A = 33.3333

B = 33.3333

C = 33.3333



Component Coding: Actual

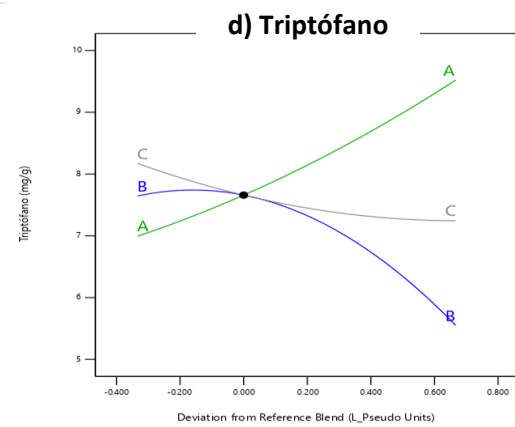
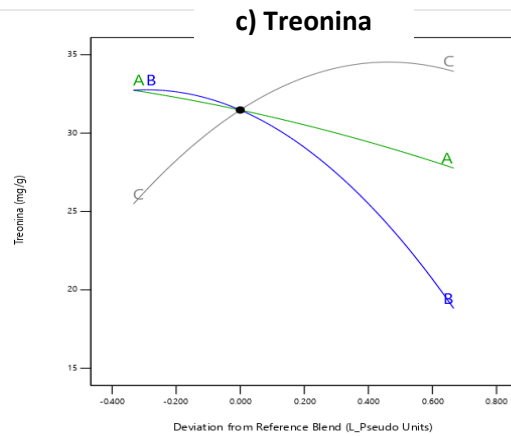
Treonina (mg/g)

Actual Components

A = 33.3333

B = 33.3333

C = 33.3333



**Figure 1.** Influencia de la materia prima (Quinua, Maíz y Tarwi) sobre el aporte de aminoácidos, según lista: (a) Lisina; (b) Aminoácidos azufrados (AAS); (c) Treonina y (d) Triptófano.

El uso de mezclas de alimentos de origen vegetal contribuye a la mejora de las propiedades físicas, químicas y sensoriales, aunque existen pocos estudios sobre hamburguesas a base de mezclas de quinua, altramuz y maíz, los resultados de esta investigación revelan que el uso de maíz no favoreció el aporte de ningún aminoácido, el cual es similar al reportado por (62) que evaluaron el perfil de aminoácidos y la digestibilidad de los cereales de desayuno listos para comer a base de arroz, maíz y avena, se encontró que el arroz y el maíz favorecían la digestibilidad pero los AAS limitaban el 50% de los cereales, seguidos por la lisina (33%) y el triptófano (16%). El uso de cultivos andinos favoreció el contenido proteico y el aporte de AAs y triptófano por quinua y el aporte de lisina y treonina por altramuz, en este sentido ((63) desarrollaron panes sin gluten, a base de granos andinos y encontraron que las formulaciones optimizadas fueron quinua (46,3%), kiwicha (40,6%), kañiwa (100%) y altramuz (12%); por otro lado una formulación optimizada de galletas con buena fuente de aminoácidos esenciales, contiene 30% de harina de quinua, 25% de copos de quinua y 45% de almidón de maíz (64) Las mezclas de cereales y legumbres aportan valor nutricional como el contenido

de proteínas y aminoácidos, tal es el caso de (65) quienes elaboraron tortas a base de mezclas de harina de sémola de arroz, almidón de maíz y harina de frijol extruido, para reemplazar la harina de trigo; obtuvieron productos de alto valor nutricional, alto contenido proteico sin gluten, sin limitar el contenido de aminoácidos. Por otro lado, hay estudios sobre el uso de proteína concentrada, mezclas de proteína concentrada de leche (PCL) y proteína de soja aislada, arroz y se registró la puntuación de aminoácidos corregida por digestibilidad más baja que se asoció con proteína de arroz, también que las mezclas de proteínas vegetales con PCL tuvieron mayor digestibilidad in vitro ((66)en Nigeria fue posible mejorar las cualidades nutricionales, de mezclas alimenticias, como proteínas y algunos aminoácidos como la leucina que fue el aminoácido más abundante y el triptófano el de menor contenido ((67)posible favorecer el valor nutricional e incluso el sabor con mayores cantidades de avena que favoreció la fibrosidad sensorial, además destacar que predominó el sabor a legumbres (68)

Es importante destacar el uso de alimentos disponibles en una región, en este sentido se optimizó el contenido de nutrientes como la proteína (maximizar) en un alimento complementario basado en alimentos disponibles en Nigeria y alcanzó el 20,26% de proteína y 377,21 Kcal de valor energético, los productos alimenticios complementarios formulados a partir de cereales, legumbres y proteínas animales tienen el potencial de satisfacer las necesidades macronutricionales de lactantes y niños pequeños (69) . En Etiopía, se encontró que una formulación de 45% de sorgo malteado, 26% de soja blanqueada y 19% de harina de semilla karkade hervida más 10% de premezcla tiene mejores perfiles de nutrientes y en una presentación como gachas es sensorialmente aceptable, para reducir la desnutrición; Además, en proporciones más altas de soja blanqueada y harina de semillas de karkade, se incrementaron los contenidos de proteínas, grasas, energía y minerales (70) Las mezclas de sorgo, ñame africano y harina de soja en la formulación de dietas suplementarias nutritivas de bajo costo tuvieron un aumento de nutrientes, mayores cantidades de ñame africano y soja tuvieron más proteína cruda(71).

### 3.1.3. Etapa 3: Análisis proximal de la hamburguesa

La Tabla 4 describe los valores encontrados para la composición proximal de las hamburguesas seleccionadas. El contenido de humedad para las muestras fue similar; Cabe señalar que las muestras que contienen más quinua y maíz reportaron un mayor contenido de humedad, lo que podría atribuirse al contenido de carbohidratos (almidón) que proporcionan. El contenido de proteína y grasa fue mayor en la muestra que contenía más altramuz, este resultado era esperado; El contenido de carbohidratos es mayor en presencia de maíz y quinua. El contenido de cenizas fue mayor en la muestra que contenía más quinua. Se encontró que el contenido proteico de la hamburguesa más aceptable (M05) fue de 24,60% (BS), lo que supera los valores alcanzados por ((72,73)(74) que encontraron un valor menor de

11,6% y 18,01% (respectivamente) en hamburguesas comerciales de origen vegetal.

**Tabla 4.** Composición proximal de muestras de hamburguesas.

Muestra	M05	M10	M11	Muestra comercial <sup>1</sup>
Humedad	19,69 ± 0,19	64,58 ± 0,07	66,01 ± 0,03	65.37
Proteína (db)	24,60 ± 1,3 <sup>a</sup>	19,83 ± 0,05 <sup>B</sup>	18,51 ± 0,04 <sup>b</sup>	10.42
Grasa (db)	7,53 ± 0,07 <sup>a</sup>	5,05 ± 0,06 <sup>B</sup>	4,12 ± 0,05 <sup>C</sup>	2.17
Carbohidratos (db)	65,45 ± 1,15 <sup>b</sup>	72,13 ± 0,2 <sup>A</sup>	71,49 ± 0,01 <sup>a</sup>	85.13
Ceniza (db)	2,81 ± 0,17 <sup>b</sup>	3,01 ± 0,17 <sup>b</sup>	5,88 ± 0 <sup>A</sup>	2.26

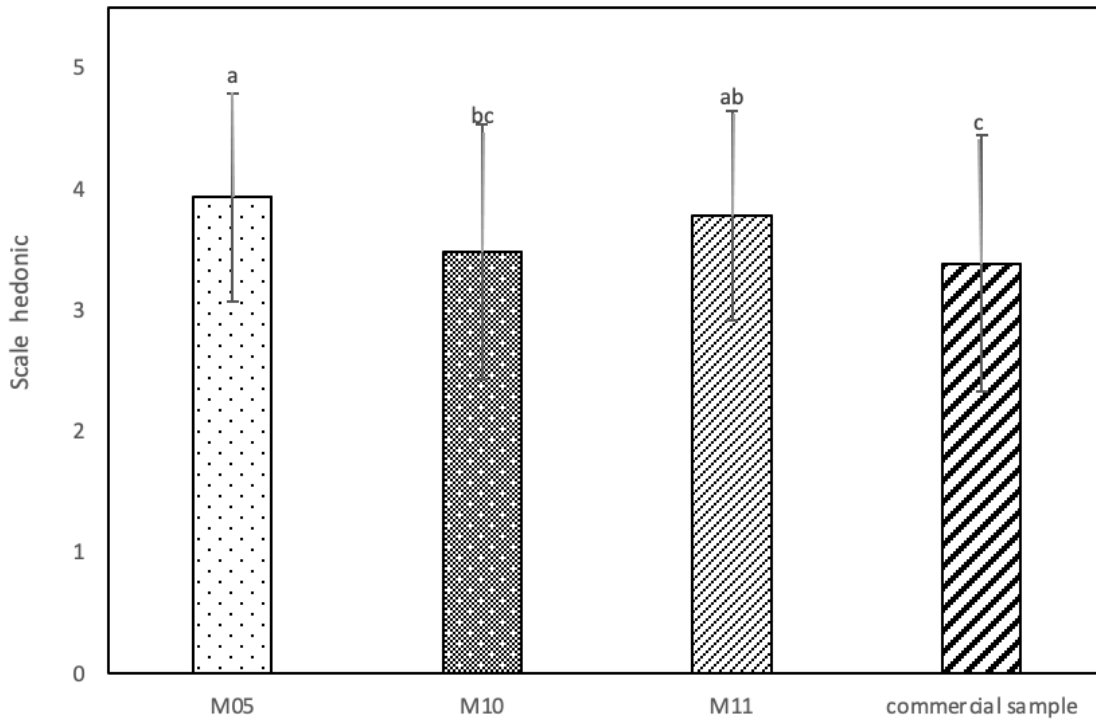
Datos de la etiqueta.  
DB (base seca)

Por otro lado, el contenido de grasa fue menor (7.53%) que los valores obtenidos por (72) (72) (73,75(73,75) mencionar que las legumbres pueden unir grasa y agua produciendo una textura firme después del procesamiento térmico, actuando como aglutinantes, rellenos y también mejoradores en la elaboración de hamburguesas u otros análogos cárnicos debido a su gran versatilidad. En el mercado se pueden encontrar varios productos comerciales de diferentes estilos, caseros, a base de harina, concentrados y aislados (similares a la carne), entre otros; la mayoría de los productos a base de proteínas son considerados como una fuente de proteína debido a la naturaleza de sus ingredientes y procesamiento (mezclas, extrusión, cocción, etc.) que podrían mejorar la digestibilidad y destruir algunos aminoácidos como la lisina. (18) caseros o elaborados con ingredientes frescos o mínimamente procesados (legumbres y verduras) tienen un aporte mínimo de proteína (5%) pero un aporte significativo de carbohidratos y fibra (mediana de 23.5% y 4.4% respectivamente) a diferencia de los productos elaborados con proteína aislada que destacan por ser una fuente de proteína (13%) y menor contenido de carbohidratos (9.67%) En el estudio también se encontró que para todos los casos el contenido de grasa fue menor en comparación con la carne (2,66% - 9,23%); Además, sugieren que el contenido de proteínas de los sustitutos de la carne debe ser equivalente al contenido de proteínas de la legumbre que los originó, y no similar al de la carne. Los ingredientes más utilizados en estos productos comerciales son la proteína de soja, el gluten y las legumbres (cereales integrales y harinas), el aceite vegetal (soja, girasol, oliva, coco y palma) como fuente de grasa, y la harina de trigo como fuente de hidratos de carbono que aportan consistencia y textura.

### 3.2. DEGUSTACIÓN / Aceptabilidad

El grupo de participantes estuvo constituido por 132 consumidores (56,1% hombres y 43,9% mujeres) de la ciudad de Juliaca en la región del Altiplano del Perú a 3825 m.s.n.m. y 65% HR. Se explicó a cada participante la naturaleza y el objetivo del

estudio y se solicitó el consentimiento informado. La mayoría de los participantes estaban en el rango de edad de 25 a 44 años (56%) y el 87,9% de los consumidores consumen habitualmente productos vegetarianos.



**Figura 2.** Comparación de medianas con la prueba de Kruskal-Wallis.

Se utilizó una muestra comercial a base de quinua para la comparación con las muestras optimizadas. La Figura 2 muestra los resultados de aceptabilidad de las muestras, que fueron calificadas como me gustan, me gustan mucho (escala 4 y 5). Las muestras no mostraron diferencias significativas con la prueba de Kruskal Wallis; sin embargo, hay evidencia de una variación en el consenso de las muestras de 50% de quinua y 50% de altramuz. Esto se puede atribuir al mayor contenido de altramuz en la hamburguesa, que confiere un sabor más amargo y astringente, características del altramuz (76) Estudió las propiedades sensoriales de las hamburguesas de carne de res, pollo y soja encontrando que todas las muestras eran aceptables, aunque prefieren hamburguesas de pollo. Por otro lado, ((46) se estudió la evaluación sensorial de los consumidores de hamburguesas de vacuno, vegetales e híbridas de tres hamburguesas: 100% carne de vacuno, 100% vegetal y un híbrido (60% de carne de vacuno y 40% vegetal) donde los consumidores mostraron en términos de aceptabilidad, intención

de compra y comentarios subjetivos resultados positivos (me gusta y lo compraría).

La Figura 3 presenta el análisis de correspondencias obtenido aplicando el método CATA, que explica el 97,02 % de la variabilidad total de los datos. Los consumidores formaron tres grupos con las muestras evaluadas. El primer grupo consistió en la muestra 343 descrita como dura, difícil de cortar, seca y de color desigual. El segundo grupo 459 fue percibido como procesado, grasiento, condimento y salado. El tercer grupo de muestras 284 y 625 se caracterizaron como fáciles de cortar, suaves, buenos, saludables, sabor legumbre, sabroso, color marrón claro. Se observó un comportamiento similar en la hamburguesa ideal a base de carne, verduras y condimentos descritos como tiernos o suaves, naturales, deliciosos, nutritivos, saludables y sabrosos, además ((77) Además, ((78) optimizaron formulaciones de hamburguesas basadas en carne de tambaquí (*Colossoma macropomum*) separada mecánicamente con harina de avena y almidón de yuca, encontrando que todas las muestras eran aceptables (me gusta mucho a me gusta mucho). Sin embargo, las muestras binarias fueron calificadas como superiores en la prueba de preferencia.

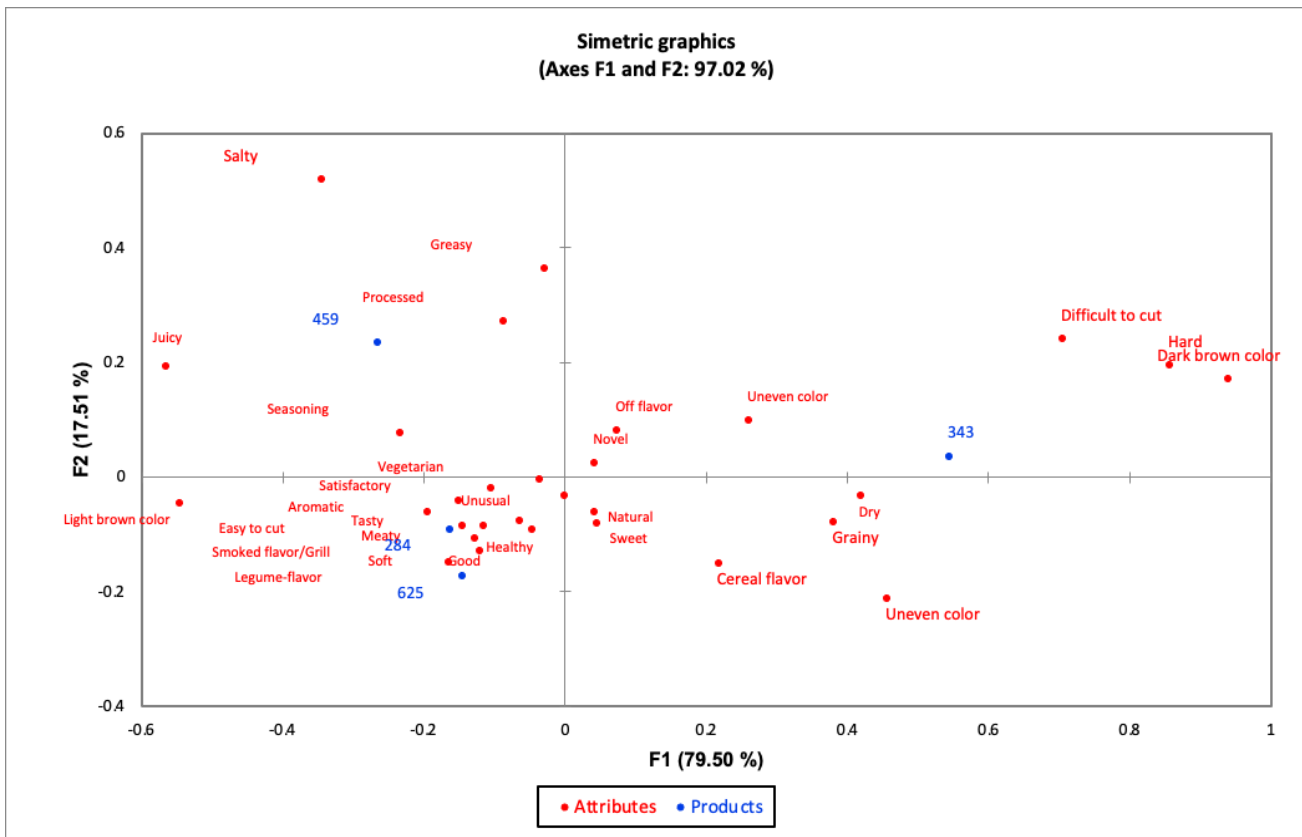


Figura 3. Gráfico de análisis de correspondencias de hamburguesas\*459 (33,33% quinua, maíz y altramuza), 343 (muestra

comercial basada en quinua),284 (90% quinua y 10% lupino) y 625 (50% quinua y 50% lupino).

La Tabla 5 muestra los resultados obtenidos por la prueba Q de Cochran. De los 30 descriptores utilizados, 16 fueron significativos, es decir, mostraron diferencias significativas. La muestra comercial mostró mayor frecuencia en los términos seco, duro, soso, difícil de cortar, color marrón oscuro, color granulado y desigual; y menor frecuencia en color marrón claro, fácil de cortar, sabor legumbre, a diferencia de las otras muestras, que eran similares entre sí para estos términos. La muestra 459 mostró menor frecuencia en sabor a cereales y mayor frecuencia en salado, condimento y jugoso. Esto puede atribuirse al hecho de que los insumos en las hamburguesas (sustitución de grasa o adición de ingredientes como champiñones) afectan la textura, lo que resulta en productos menos duros y masticables, pero permiten caracterizar las hamburguesas sensorialmente como jugosas, tiernas y sabrosas, además, las pruebas hedónicas indicaron una buena aceptación en este tipo de productos (79)

**Tabla 5.** Frecuencia de mención de los atributos CATA.

Atributos	valor p	M11-284 (90% quinua y 10% lupino)	Muestra comercial 343	M10-459 (33,33% quinua, maíz y altramuza)	M05-625 (50% quinua y 50% lupino)
Color marrón oscuro	0.000	0,114 a)	0,765 b)	0,136 a)	0,114 a)
Color marrón claro	0.000	0,538 b)	0,030 a)	0,523 b)	0,492 b)
Color desigual	0.021	0,106 a)	0,212 b)	0,129 a)	0,114 a)
Sabor ahumado / Grill	0.274	0,182 a)	0,121 a)	0,152 a)	0,182 a)
Aromático	0.204	0,220 a)	0,167 a)	0,227 a)	0,258 a)
Difícil de cortar	0.000	0,076 a)	0,303 b)	0,098 a)	0,045 a)
Fácil de cortar	0.000	0,659 b)	0,409 a)	0,621 b)	0,705 b)
Sabor a legumbres	0.016	0,167 (ab)	0,129 a)	0,167 (ab)	0,258 b)
Sabor a cereales	0.000	0,326 b)	0,402 b)	0,159 a)	0,280 (ab)
Dulce	0.451	0,061 a)	0,045 a)	0,030 a)	0,030 a)
Salado	0.000	0,280 a)	0,212 a)	0,765 b)	0,242 a)
Entre	0.000	0,091 a)	0,212 b)	0,038 a)	0,136 (ab)
Sazón	0.000	0,371 (ab)	0,235 a)	0,462 b)	0,379 (ab)
Carnoso	0.245	0,159 a)	0,167 a)	0,174 a)	0,235 a)
Sabroso	0.079	0,402 a)	0,303 a)	0,348 a)	0,432 a)
Fuera de sabor	0.921	0,045 a)	0,061 a)	0,053 a)	0,045 a)
Seco	0.000	0,242 a)	0,629 b)	0,220 a)	0,341 a)
Duro	0.000	0,053 a)	0,273 b)	0,061 a)	0,038 a)
Jugoso	0.000	0,220 (a. C.)	0,015 a)	0,250 (c)	0,121 b)
Suave	0.105	0,152 a)	0,121 a)	0,144 a)	0,197 a)
Granulada	0.000	0,318 b)	0,553 c)	0,174 a)	0,273 (ab)
Grasiento	0.308	0,038 a)	0,053 a)	0,076 a)	0,030 a)
Bien	0.002	0,432 (ab)	0,326 a)	0,364 (ab)	0,515 b)
Procesado	0.230	0,076 a)	0,076 a)	0,114 a)	0,053 a)
Sano	0.030	0,538 a)	0,477 a)	0,447 b)	0,583 a)

Satisfactorio	0.528	0,235 a)	0,205 a)	0,250 a)	0,273 a)
Natural	0.083	0,462 a)	0,508 a)	0,394 a)	0,492 a)
Inusual	0.888	0,295 a)	0,295 a)	0,265 a)	0,295 a)
Vegetariano	0.910	0.515 a)	0,485 a)	0,492 a)	0,500 a)
Novela	0.320	0.402 a)	0.439 a)	0,379 a)	0.356 a)

Nota. Diferentes letras en la misma fila indican una diferencia significativa según la prueba de Bonferroni.

### 3.3. Digestibilidad, proteína y aminograma

La digestibilidad y el contenido de aminoácidos se evaluaron en la muestra más aceptable (50% quinua y 50% altramuz), la digestibilidad fue buena (0,91) y el aporte de aminoácidos fue aceptable excepto para Valina y AAS, para los cuales no se pudo medir el aporte de cisteína. En este sentido, se infiere que se debe al tratamiento aplicado en la preparación (horneado a 150°C), por otro lado, esta necesidad podría ser suplida ya que un producto tipo hamburguesa generalmente se acompaña de cereales como el arroz o el pan a base de trigo, que son una fuente de AAs.

**Tabla 6. Comparación de la** ingesta de aminoácidos de la hamburguesa (M05) con el requisito propuesto por la FAO.

Aminoácido	mg AA/ g de proteína	Requisitos de la FAO
Treonina	58.06	23
Valina	30.65	39
Metionina	6.45	22
Isoleucina	77.74	30
Leucina	127.10	54
Fenilalanina + Tirosina	50.00	38
Lisina	51.61	45
Triptófano	6.45	6

Nota. El contenido de cisteína no se informa.

## 4. Conclusiones

Se desarrollaron hamburguesas vegetarianas a base de quinua, maíz y altramuz, que presentaron diferencias en su composición proteica y aminoácica a través de la aplicación del diseño de la mezcla. Las hamburguesas seleccionadas tienen una composición proximal y digestibilidad adecuadas. El procesamiento (horneado) interfiere especialmente en el aporte de AAS pero mejora la digestibilidad. Los atributos sensoriales más utilizados para describir las hamburguesas fueron: fácil de cortar, suave, bueno, saludable, sabor legumbre, sabroso y color marrón claro. Hay que considerar que existen varias formas de preparar hamburguesas, uso de aditivos, ingredientes o métodos de cocción que se pueden estudiar para elaborar hamburguesas vegetarianas a base de productos de fácil acceso y que se acerquen al perfil de aminoácidos recomendado para adultos.

**Contribuciones de los autores:** conceptualización, RC-L, LS-C y CRA-H; metodología, RC-L, CRA-H y WCM-G; software, CRA-H.; validación, R J S-P, CRA-H y WCM-G.; análisis formal, RC-L Y LS-C.; investigación, RC-L, LS-C y CRA-H.; curación de datos, RC-L, LS-C.; redacción: preparación del borrador original, RC-L, LS-C y CRA-H.; redacción: revisión y edición, CRA-H, R J S-P, WCM-G; monitoreo, CRA-H, RJS-P, WCM-G. Todos los autores han leído y están de acuerdo con la versión publicada del manuscrito.

**Financiamiento:** Los análisis fueron financiados por la Clínica Americana de Juliaca-Perú (Carta No. 165-2022/DIR. G-CAJ).

**Declaración de disponibilidad de datos:** Los datos están disponibles previa solicitud al autor correspondiente.

**Conflictos de intereses:** Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Referencias

1. Alvaro C. Ethical Veganism, Virtue, and Greatness of the Soul. *J Agric Environ Ethics*. 2017 Dec 1;30(6):765–81.
2. Steinfeld H, Wassenaar T, Jutzi S. Livestock production systems in developing countries: Status, drivers, trends. *OIE Rev Sci Tech*. 2006;25(2):505–16.
3. Lorenzo JM, Barba FJ, editors. Aquaculture and its by-products as a source of nutrients and bioactive compounds. In: *Advances in Food and Nutrition Research*. 92nd ed. Valencia; 2020. p. 281–91.
4. Fresán U, Sabaté J. Vegetarian Diets: Planetary Health and Its Alignment with Human Health. *Adv Nutr*. 2019;10:S380–8.
5. Otto N, Johnston J, Baumann S. Moral Entrepreneurialism for the Hamburger: Strategies for Marketing a Contested Fast Food. *Cult Sociol*. 2022;16(2):190–211.
6. De Oliveira Mota J, Boué G, Guillou S, Pierre F, Membré JM. Estimation of the burden of disease attributable to red meat consumption in France: Influence on colorectal cancer and cardiovascular diseases. Vol. 130, *Food and Chemical Toxicology*. Elsevier Ltd; 2019. 174–186 p.
7. Mirmiran P, Yuzbashian E, Aghayan M, Mahdavi M, Asghari G, Azizi F. A Prospective Study of Dietary Meat Intake and Risk of Incident Chronic Kidney Disease. *J Ren Nutr*. 2020;30(2):111–8.
8. Zelber-Sagi S, Ivancovsky-Wajcman D, Fliss Isakov N, Webb M, Orenstein D, Shibolet O, et al. High red and processed meat consumption is associated with non-alcoholic fatty liver disease and insulin resistance. *J Hepatol*. 2018;68(6):1239–46.
9. Varraso R, Dumas O, Boggs KM, Willett WC, Speizer FE, Camargo CA. Processed Meat Intake and Risk of Chronic Obstructive Pulmonary Disease among Middle-aged Women. *EClinicalMedicine*. 2019;14:88–95.
10. Hemler EC, Hu FB. Plant-Based Diets for Personal, Population, and Planetary Health. *Adv Nutr*. 2019 Nov;10:S275–83.
11. Sanz-Cobena A, Lassaletta L, Aguilera E, Prado A del, Garnier J, Billen G, et al. Strategies for greenhouse gas emissions mitigation in Mediterranean agriculture: A review. *Agric Ecosyst Environ*. 2017;238:5–24.
12. Odegard IYR, van der Voet E. The future of food - Scenarios and the effect on natural resource use in agriculture in 2050. *Ecol Econ*. 2014;97:51–9.
13. Pohlmann A. Lowering barriers to plant-based diets: The effect of human and non-human animal self-similarity on meat avoidance intent and sensory food satisfaction. *Food Qual Prefer*. 2021 Oct 1;93:104272.
14. Cooper K, Dedehayir O, Riverola C, Harrington S, Alpert E. Exploring Consumer Perceptions of the Value Proposition Embedded in Vegan Food Products Using Text Analytics. *Sustain* 2022, Vol 14, Page 2075

- [Internet]. 2022 Feb 11 [cited 2022 Jun 11];14(4):2075. Available from: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/4/2075/htm>
15. Michel F, Knaapila A, Hartmann C, Siegrist M. A multi-national comparison of meat eaters' attitudes and expectations for burgers containing beef, pea or algae protein. *Food Qual Prefer*. 2021 Jul;91:104195.
  16. OECD-FAO. OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2021-2030. 2021.
  17. Kumar M, Tomar M, Punia S, Dhakane-Lad J, Dhupal S, Changan S, et al. Plant-based proteins and their multifaceted industrial applications. *Lwt*. 2022;154(July 2021):112620.
  18. Penna Franca PA, Duque-Estrada P, da Fonseca e Sá BF, van der Goot AJ, Pierucci APTR. Meat substitutes - past, present, and future of products available in Brazil: changes in the nutritional profile. *Futur Foods*. 2022 Jun;5:100133.
  19. Selani MM, Ramos PHB, Patinho I, França F, Harada-Padermo S dos S, Contreras-Castillo CJ, et al. Consumer's perception and expected liking of labels of burgers with sodium reduction and addition of mushroom flavor enhancer. *Meat Sci*. 2022;185(November 2021).
  20. Tarrega A, Rizo A, Murciano A, Laguna L, Fiszman S. Are mixed meat and vegetable protein products good alternatives for reducing meat consumption? A case study with burgers. *Curr Res Food Sci*. 2020 Nov;3:30–40.
  21. Loveday SM. Food Proteins: Technological, Nutritional, and Sustainability Attributes of Traditional and Emerging Proteins. *Annu Rev Food Sci Technol*. 2019;10:311–39.
  22. Badui S, Badui D. Proteínas. In: *Química de los alimentos*. México: Pearson - Educación; 2006. p. 119–63.
  23. Mansilla WD, Marinangeli CPF, Cargo-Froom C, Franczyk A, House JD, Elango R, et al. Comparison of methodologies used to define the protein quality of human foods and support regulatory claims. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2020;45(9):917–26.
  24. Nosworthy MG, House JD. Factors influencing the quality of dietary proteins: Implications for pulses. *Cereal Chem*. 2017;94(1):49–57.
  25. Joye I. Digestibilidad de proteínas de productos de cereales. *Alimentos*. 2019;8:6.
  26. Fuller MF, Tomé D. In vivo determination of amino acid bioavailability in humans and model animals. *J AOAC Int*. 2005;88(3):923–34.
  27. Bohrer BM. An investigation of the formulation and nutritional composition of modern meat analogue products. *Food Sci Hum Wellness*. 2019 Dec;8(4):320–9.
  28. Mariotti F, Gardner CD. Dietary protein and amino acids in vegetarian diets—A review. *Nutrients*. 2019;11(11):1–19.
  29. Higuera JM, Santos HM, Oliveira AF, Nogueira ARA. Animal and Vegetable Protein Burgers: Bromatological Analysis, Mineral Composition, and Bioaccessibility Evaluation. *ACS Food Sci Technol* [Internet]. 2021 Nov 19 [cited 2022 Jun 11];1(10):1821–9. Available from: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acsfoodscitech.1c00215>
  30. FAO/FINUT. Evaluación de la calidad de la proteína de la dieta en nutrición humana: Consulta de Expertos. Granada, España; 2017.
  31. Rodríguez MJG, Matías JP, Cruz VS, Calvo PM. Nutritional characterization of six quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) varieties cultivated in Southern Europe. *J Food Compos Anal*. 2021 Jun;99:103876.
  32. Thakur P, Kumar K, Ahmed N, Chauhan D, Eain Hyder Rizvi QU, Jan S, et al. Effect of soaking and germination treatments on nutritional, anti-nutritional, and bioactive properties of amaranth (*Amaranthus hypochondriacus* L.), quinoa (*Chenopodium quinoa* L.), and buckwheat (*Fagopyrum esculentum* L.). *Curr Res Food Sci*. 2021 Jan;4:917–25.
  33. Ruales J, Nair BM. Nutritional quality of the protein in quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) seeds. *Plant Foods Hum Nutr* [Internet]. 1992 Jan [cited 2022 Jun 11];42(1):1–11. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1546052/>

34. Abellán MS, Barnuevo MD, García C, Contreras CJ, Aldegue M, Soto F, et al. Efecto del consumo de quinua (*Chenopodium quinoa*) como coadyuvante en la intervención nutricional en sujetos prediabéticos. *Nutr Hosp*. 2017;34(5):1163–9.
35. Czubinski J, Grygier A, Siger A. *Lupinus mutabilis* seed composition and its comparison with other lupin species. *J Food Compos Anal*. 2021 Jun;99:103875.
36. Chin YY, Chew LY, Toh GT, Salampessy J, Azlan A, Ismail A. Nutritional composition and angiotensin converting enzyme inhibitory activity of blue lupin (*Lupinus angustifolius*). *Food Biosci*. 2019 Oct;31:100401.
37. Brandolini A, Glorio-Paulet P, Estivi L, Locatelli N, Cordova-Ramos JS, Hidalgo A. Tocopherols, carotenoids and phenolics changes during Andean lupin (*Lupinus mutabilis* Sweet) seeds processing. *J Food Compos Anal*. 2022 Mar;106:104335.
38. Arias MCC. Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) una planta con potencial nutritivo y medicinal. *Rev Bio Ciencias [Internet]*. 2015 Jul 1 [cited 2022 Jun 11];3(3):163–72. Available from: <http://revistabiociencias.uan.edu.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/139/195>
39. Intiquilla A, Jiménez-Aliaga K, Zavaleta AI, Hernández-Ledesma B. Production of Antioxidant Hydrolyzates from a *Lupinus mutabilis* (Tarwi) Protein Concentrate with Alcalase: Optimization by Response Surface Methodology: <https://doi.org/10.1177/1934578X1801300626> [Internet]. 2018 Jun 1 [cited 2022 Jun 11];13(6):751–6. Available from: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1934578X1801300626>
40. Asgar MA, Fazilah A, Huda N, Bhat R, Karim AA. Nonmeat protein alternatives as meat extenders and meat analogs. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 2010 Sep;9(5):513–29.
41. Salvador-Reyes R, Rebellato AP, Lima Pallone JA, Ferrari RA, Clerici MTPS. Kernel characterization and starch morphology in five varieties of Peruvian Andean maize. *Food Res Int*. 2021;140(July 2020):110044.
42. Salvador-Reyes R, Clerici MTPS. Peruvian Andean maize: General characteristics, nutritional properties, bioactive compounds, and culinary uses. *Food Res Int*. 2020 Apr 1;130:108934.
43. Slade P. If you build it, will they eat it? Consumer preferences for plant-based and cultured meat burgers. *Appetite*. 2018;125:428–37.
44. Grasso S, Rondoni A, Bari R, Smith R, Mansilla N. Effect of information on consumers' sensory evaluation of beef, plant-based and hybrid beef burgers. *Food Qual Prefer*. 2022 Mar;96:104417.
45. Caputo V, Sogari G, Van Loo EJ. Do plant-based and blend meat alternatives taste like meat? A combined sensory and choice experiment study. *Appl Econ Perspect Policy*. 2022;(November 2021):1–20.
46. Smetana S, Profeta A, Voigt R, Kircher C, Heinz V. Meat substitution in burgers: nutritional scoring, sensorial testing, and Life Cycle Assessment. *Futur Foods*. 2021 Dec;4:100042.
47. Nickel J, Spanier LP, Botelho FT, Gualarte MA, Helbig E. Effect of different types of processing on the total phenolic compound content, antioxidant capacity, and saponin content of *Chenopodium quinoa* Willd grains. *Food Chem*. 2016;209:139–43.
48. Paredes O. Octavio Paredes López, Fidel Guevara Lara, Luis Arturo Bello Pérez. *Ciencias*. 2009;92:60–70.
49. Vetter L, Aliaga R. *LA COCINA EN LAS COMUNIDADES CAMPESINAS DEL PERU*. 2012.
50. Jacobsen SE, Mujica A, Jacobsen S-E, Mujica A. El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) y sus parientes silvestres. *Bot Econ los andes Cent*. 2006;458–82.
51. Erbas M. The effects of different debittering methods on the production of lupin bean snack from bitter *Lupinus albus* L. seeds. *J Food Qual*. 2010;33(6):742–57.
52. Córdova-Ramos JS, Glorio-Paulet P, Hidalgo A, Camarena F. Effect of technological process on antioxidant capacity and total phenolic content of Andean lupine (*Lupinus mutabilis* Sweet). *Sci Agropecu*. 2020;11(2):157–65.
53. AOAC. *Official Methods of Analysis*. United States of America; 2000.
54. Briceño LB, Glorio-Paulet P, Basso C, Scarafoni A, Camarena F, Hidalgo A, et al. Chemical Composition,

- Tocopherol and Carotenoid Content of Seeds from Different Andean Lupin (*Lupinus mutabilis*) Ecotypes. *Plant Foods Hum Nutr.* 2021;76(1):98–104.
55. Berghout JAM, Boom RM, Van Der Goot AJ. The potential of aqueous fractionation of lupin seeds for high-protein foods. *Food Chem.* 2014;159:64–70.
  56. Villacrés E, Álvarez J, Rosell C. Effects of two debittering processes on the alkaloid content and quality characteristics of lupin (*Lupinus mutabilis* Sweet). *J Sci Food Agric.* 2020;100(5):2166–75.
  57. Diaz-Valencia YK, Alca JJ, Calori-Domingues MA, Zanabria-Galvez SJ, Da Cruz SH. Nutritional composition, total phenolic compounds and antioxidant activity of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) of different colours. *Nov Biotechnol Chim.* 2018 Jul;17(1):74–85.
  58. Shi D, Fidelis M, Ren Y, Stone AK, Ai Y, Nickerson MT. The functional attributes of Peruvian (Kankolla and Blanca juli blend) and Northern quinoa (NQ94PT) flours and protein isolates, and their protein quality. *Food Res Int.* 2020;128:108799.
  59. Gayral M, Bakan B, Dalgalarondo M, Elmorjani K, Delluc C, Brunet S, et al. Lipid Partitioning in Maize (*Zea mays* L.) Endosperm Highlights Relationships among Starch Lipids, Amylose, and Vitreousness. *J Agric Food Chem.* 2015;63(13):3551–8.
  60. Basilio-Atencio J, Condezo-Hoyos L, Repo-Carrasco-Valencia R. Effect of extrusion cooking on the physical-chemical properties of whole kiwicha (*Amaranthus caudatus* L) flour variety centenario: Process optimization. *Lwt.* 2020;128(March):109426.
  61. Cordero-Clavijo LM, Serna-Saldívar SO, Lazo-Vélez MA, González JFA, Panata-Saquicilí D, Briones-García M. Characterization, functional and biological value of protein-enriched defatted meals from sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) and chocho (*Lupinus mutabilis*). *J Food Meas Charact.* 2021;15(6):5071–7.
  62. Sargin HS, Çatak J, Uğur H, Duman E, Mizrak F, Yaman M. Amino acid profile and in vitro protein digestibility - corrected amino acid score (PDCAAS) of ready to eat breakfast cereals: an assessment of pretein quality. *Lat Am Appl Res.* 2021 Jun;51(3):203–10.
  63. Repo-Carrasco-Valencia R, Vidaurre-Ruiz J, Luna-Mercado GI. Development of Gluten-Free Breads Using Andean Native Grains Quinoa, Kañiwa, Kiwicha and Tarwi. *Proc 2020, Vol 53, Page 15.* 2020 Aug;53(1):15.
  64. Brito IL, Leite de Souza E, Samara Santos Felex S, Suely Madruga M, Yamashita F, Magnani M. Nutritional and sensory characteristics of gluten-free quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd)-based cookies development using an experimental mixture design. *J Food Sci Technol.* 2015;52(9):5866–5873.
  65. Bassinello PZ, Correia Bento JA, Gomes L de OF, Caliarí M, Oomah BD. Nutritional value of gluten-free rice and bean based cake mix. *Cienc Rural.* 2020;50(6):1–11.
  66. Khalesi M, Fitzgerald RJ. In vitro digestibility and antioxidant activity of plant protein isolate and milk protein concentrate blends. *Catalysts.* 2021 Jul;11(7).
  67. A Victor I, Olubukola OB. Potential Complementary Food from Quality Protein Maize (*Zea mays* L.) Supplemented with Sesame (*Sesamum indicum*) and Mushroom (*Oudemansiella radicata*). *J Nutr Food Sci.* 2018;08(03).
  68. Kaleda A, Talvistu K, Vaikma H, Tammik ML, Rosensvald S, Vilu R. Physicochemical, textural, and sensorial properties of fibrous meat analogs from oat-pea protein blends extruded at different moistures, temperatures, and screw speeds. *Futur Foods.* 2021 Dec;4:100092.
  69. Talabi JY, Makanjuola SA, Egbagbara E V. a Mixture Design Approach To Developing a Cereal- Based Complementary Meal for Better Nutritional Quality. *African J Food, Agric Nutr Dev.* 2021;21(9):18748–66.
  70. Keyata EO, Tola YB, Bultosa G, Forsido SF. Optimization of nutritional and sensory qualities of complementary foods prepared from sorghum, soybean, karkade and premix in Benishangul - Gumuz region, Ethiopia. *Heliyon.* 2021 Sep;7(9).
  71. Abolaji Bello F, Mopelola S, Florence Abolaji B, Joy Edeke E, Mopelola Ajoke S. Sodipo Mopelola Ajoke. Evaluation of Chemical, Functional and Sensory Properties of Flour Blends from Sorghum, African Yam Bean and Soybean for Use as Complementary Feeding. *Artic Int J Food Sci Biotechnol.* 2019;4(3):74–81.
  72. De Marchi M, Costa A, Pozza M, Goi A, Manuelian CL. Detailed characterization of plant-based burgers. *Sci*

Rep. 2021;11(1):1–9.

73. Lemken D, Spiller A, Schulze-Ehlers B. More room for legume – Consumer acceptance of meat substitution with classic, processed and meat-resembling legume products. *Appetite*. 2019;143(September 2018):104412.
74. Harnack L, D DP, Mork S, Valluri DS, Weber C, Schmitz K, et al. Investigación original Composición de nutrientes de una selección de productos alternativos a la carne molida de origen vegetal Disponible en los Estados Unidos. 2021;
75. Xu M, Jin Z, Simsek S, Hall C, Rao J, Chen B. Effect of germination on the chemical composition, thermal, pasting, and moisture sorption properties of flours from chickpea, lentil, and yellow pea. *Food Chem*. 2019;295(April):579–87.
76. Adeniyi Paulina OV, A. KHA. Comparative Evaluation of the Nutritional, Physical and Sensory Properties of Beef, Chicken and Soy Burgers. *Agric Food Sci Res*. 2018;5(2):57–63.
77. Urruzola, Nahir; Santana, Maite; Gámbaro A. Aceptabilidad sensorial de una hamburguesa de carne vacuna y vegetales. *Innotec - Rev Lbaoratorio Tecnológico Uruguay*. 2018;15:15–22.
78. Presenza L, Fabrício LF de F, Galvão JA, Vieira TMF de S. Simplex-centroid mixture design as a tool to evaluate the effect of added flours for optimizing the formulation of native Brazilian freshwater fish burger. *LWT*. 2022 Feb;156:113008.
79. Antonini E, Torri L, Piochi M, Cabrino G, Meli MA, De Bellis R. Nutritional, antioxidant and sensory properties of functional beef burgers formulated with chia seeds and goji puree, before and after in vitro digestion. *Meat Sci*. 2020 Mar;161:108021.