



## Flour Amino Acids and Protein Isolate of Quinoa (Chenopodium Quinoa) of the White and Pink Variety of Junín

---

Abel Isaias Barrial Lujan, Fredy Taípe Pardo,  
Mary Luz Huamán Carrión, María del Carmen Delgado Laime,  
Yobana Rodrigo Cabezas, Gilberth Nilo Rodríguez Paucar and  
David Choque Quispe

EasyChair preprints are intended for rapid  
dissemination of research results and are  
integrated with the rest of EasyChair.

July 4, 2020

# Aminoácidos de harina y aislado proteico de quinua (*Chenopodium quinoa*) de la variedad blanca y rosada de Junín

Flour amino acids and protein isolate of quinoa (*Chenopodium quinoa*) of the white and pink variety of Junín

## 1<sup>st</sup> Abel Isaias Barrial Lujan\*

Facultad de Ingeniería,  
Universidad Nacional José María  
Arguedas,  
Andahuaylas, Apurímac, Perú

[abarrial@unajma.edu.pe](mailto:abarrial@unajma.edu.pe)

\*Corresponding author

## 4<sup>th</sup> Maria del Carmen Delgado

Facultad de Ingeniería,  
Universidad Nacional José María  
Arguedas,  
Andahuaylas, Apurímac, Peru

[mcdelgado@unajma.edu.pe](mailto:mcdelgado@unajma.edu.pe)

## 7<sup>th</sup> David Choque Quispe

Facultad de Ingeniería,  
Universidad Nacional José María  
Arguedas,  
Andahuaylas, Apurímac, Peru

[dchoque@unajma.edu.pe](mailto:dchoque@unajma.edu.pe)

## 2<sup>nd</sup> Freddy Taype-Pardo

Facultad de Ingeniería,  
Universidad Nacional José María  
Arguedas,  
Andahuaylas, Apurímac, Perú

[ftaipe@unajma.edu.pe](mailto:ftaipe@unajma.edu.pe)

## 5<sup>th</sup> Yobana Rodrigo Cabezas

Facultad de Ingeniería,  
Universidad Tecnológica de los Andes,  
Andahuaylas, Apurímac, Peru

[jhobanarc95@gmail.com](mailto:jhobanarc95@gmail.com)

## 3<sup>rd</sup> Mary Luz Huamán Carrión

Facultad de Ingeniería,  
Universidad Nacional José María  
Arguedas,  
Andahuaylas, Apurímac, Peru

[mhuaman@unajma.edu.pe](mailto:mhuaman@unajma.edu.pe)

## 6<sup>th</sup> Gilbert Rodriguez Paucar

Facultad de Ingeniería,  
Universidad Nacional José María  
Arguedas,  
Andahuaylas, Apurímac, Peru

[grodriguez@unajma.edu.pe](mailto:grodriguez@unajma.edu.pe)

## Resumen

la quinua es un alimento andino con alto contenido aminosidico, importante en el metabolismo humano. El objetivo de la investigación fue cuantificar e identificar el perfil de aminoácido de la quinua de las variedades blanca y rosada de Junín. la quinua procedió de zona alto andina del distrito de Santa Maria de Chicmo, cultivadas a 3680 msnm de altitud, la harina de quinua fue desgrasada con éter de petróleo; se extrajo el aislado proteico a través de solubilizacion con NaOH 1N y precipitación con HCl 1N, la identificación y cuantificación de aminoácidos se realizó a través de cromatografía líquida de alta performance (HPLC) acoplado a masa, se logró a detectar el perfil de aminoácidos, siendo estas 9 aminoácidos esenciales (lisina, leucina, isoleucina, fenilalanina, metionina, treonina, valina, histidina y arginina) y 6 aminoácidos no esenciales (ácido aspártico, ácido glutámico, Alanina, prolina, serina y glicina). Los aminoácidos más abundantes y el incremento porcentual de la muestra harina desgrasada en comparación con el aislado proteico para la variedad blanca Junín fueron cuantificados la metionina (293.98 % +/- 0,005), valina (283.55 % +/- 0,003) y leucina (254.36 % +/- 0,003); análogamente, para la variedad rosada Junín se cuantificaron la fenilalanina (591.38 % +/- 0,101), arginina (438.43 % +/- 0,046) y leucina (376.82 % +/- 0,112) respectivamente.

**Palabras clave:** Quinoa, proteína vegetal, aislado proteico, perfil de aminoácidos y HPLC.

## Abstract

Quinoa an andean food with a high aminosidic content, important in human metabolism. The objective of the research was to quantify and identify the amino acid profile of quinoa of the white and pink varieties of Junín. the quinoa came from the high andean zone of the distrito of Santa Maria de Chicmo, cultivated at 3680 m.a.s.l., the quinoa flour was defatted with petroleum ether; the protein isolate was extracted through solubilization with 1N NaOH and precipitation with 1N HCl, the identification and quantification of amino acids was carried out through high performance liquid chromatography (HPLC) coupled to mass, it was possible to detect the amino acid profile, being these 9 essential amino acids (lysine, leucine, isoleucine, phenylalanine, methionine, threonine, valine, histidine and arginine) and 6 non-essential amino acids (aspartic acid, glutamic acid, Alanine, proline, serine and glycine). The most abundant amino acids and the percentage increase in the defatted flour sample compared to the protein isolate for the white Junín variety were methionine (293.98% +/- 0.005), valine (283.55% +/- 0.003) and leucine (254.36). % +/- 0.003); Similarly, for the pink Junín variety, phenylalanine (591.38% +/- 0.101), arginine (438.43% +/- 0.046) and leucine (376.82% +/- 0.112) respectively were quantified.

**Key words:** Quinoa, vegetable protein, protein isolate, amino acid profile and HPLC.

## I. INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa willd*) es considerada como un grano de origen andino que ha captado la atención mundial debido a sus excelentes propiedades nutricionales, funcionales y potencial aplicación en la Agroindustria [1], siendo un cultivo promisorio debido a sus múltiples usos alimenticios ha definido como una gran reductora de riesgos de diversas enfermedades y ejerce efectos beneficiosos para la salud [2] y por tanto, es considerado como un cultivo destinado a ofrecer la seguridad alimentaria en el siglo 21 [3].

Existen productos derivados de la quinua, como insuflados, harinas, fideos, hojuelas, granolas, barras energéticas, entre otros productos, que utilizan quinua como ingrediente o sucedáneo Carrasco y Soto, 2010 citado por [4]. La harina de quinua entre sus componentes químicos resalta un alto contenido de proteína en comparación con los granos de cereales, el contenido de proteína total de quinua 16,3% en base seca, y su balance de aminoácidos esenciales es superior con respecto a los cereales y las legumbres [5]

Los aislados proteicos son una opción viable para el aprovechamiento en la industria agroalimentaria, con contenidos significativos de proteína (21,43%) [6], ya que los aislados pueden ser usados en la industria, gracias a las propiedades funcionales que exhiben, tales como emulsificante, formación de espuma, gelación, incremento de la viscosidad, sabor, textura y absorción de grasa y agua; varias formas de aditivos proteicos son adicionados a los alimentos para incrementar sus características funcionales, nutricionales y económicas [7]. además, los aislados proteicos presenta unas mejores características químicas que la harina, como por ejemplo la mayor riqueza proteica que alcanza de 39,9% hasta 90 % [8] y altos contenidos en aminoácido. No obstante, aun presenta contenidos de otros componentes no deseados en el producto final. Entre estos compuestos se pueden destacar la fibra, los azúcares reductores [7]

La identificación y cuantificación de aminoácidos no solo es importante para estimar el valor nutritivo de alimentos destinados a consumo humano y animal, sino que permite relacionar la composición aminoacídica de la proteína con sus características de funcionalidad tecnológica y biológica. [9].

Entre los más importantes aminoácidos que posee la quinua, está la lisina importante para el desarrollo del cerebro, la arginina e histidina básicos para el desarrollo del ser humano durante la infancia. No obstante, es pobre en grasa con un contenido de 4 a 9 %, de los cuales la mitad contienen ácido linoleico esencial para la dieta humana (Muñoz, Montero, & Montesdeoca, 2012). Los aminoácidos que reparan y preservan los músculos son: leucina, isoleucina y valina . [10], su ingesta

es primordial para la recuperación y crecimiento muscular. con respecto al aminoácido no esencial, la glutamina potencia la proliferación de células T y de citosinas, que ayudan a regular la respuesta del inmune [11]

el objetivo de este trabajo fue evaluar el perfil de aminoácidos de la harina de quinua y del aislado proteico de variedades blanca y rosada de junin. La harina de quinua fue desagradada fue desgrasada con eter de petroleo; Se extrajo los aislados proteicos atraves de solubilización alcalina, seguido de precipitación en el punto isoeléctrico (PI).

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. *Acondicionamiento del material vegetal*

Se emplearon muestras de harina desengrasada de quinua de la variedad blanca y rosada de Junín, cultivadas en la zona andina ubicado entre las coordenadas 13 ° 52'49" latitud sur y 73° 29'46" longitud oeste a 3680 msnm del distrito de Santa María de Chicmo, Perú. las semillas fueron molidas en un molino de martillo y tamizadas hasta 500 micras. Con respecto al aislado proteico fue extraído en el laboratorio de química de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial – Universidad Nacional José María, ubicada en la Avenida 28 de julio N° 1103, distrito Talavera, Andahuaylas, Perú.

### 2.2. *Determinación del contenido graso*

se utilizó un sistema de extracción continua (Soxhlet) con éter de petróleo de acuerdo a la metodología 963.15 (AOAC, 2005). El cálculo del contenido graso de la muestra se determinó con la ecuación (1)

$$\%G = \frac{100*(P1-P2)}{P} \quad (1).$$

Donde:

P1 = Peso en gramos del matraz con el extracto etéreo.

P2 = Peso en gramos del matraz vacío.

P = Peso en gramos de la muestra empleada.

G= grasa

### 2.3. *Método de extracción de aislado proteico.*

La metodología fue adoptada de [12] modificado por [13]. A partir de la harina desgrasada, la proteína fue solubilizada con una solución de NaOH 1N ajustando el pH a 8.5. Se procedió a centrifugar a 4000 rpm durante 30 min y se recuperaron los sólidos. El contenido proteico (sobrenadante) fue precipitado con una solución de HCl 1N (pH 4,5), se centrifugó a 4000 rpm durante 30 min, el contenido proteico se precipitó como una nata (muestra precipitada). Esta nata se lavó con agua destilada

y fue neutralizada con una solución de NaOH 1N (pH 6.5 – 7.0). La solución se centrifugó a 4000 rpm durante 15 min y se recuperó una nata. La nata fue secada en una estufa a 50 °C. durante 24 horas.

el porcentaje de extracción de aislado proteico se determinó a través de la ecuación (2).

$$PPi = \frac{\text{g de extracto proteico}}{\text{g de muestra}} \times 100 \quad (2)$$

Donde:

PPi, = porcentaje de proteínas o rendimiento de la fracción

#### 2.4. Determinación de proteínas

El contenido de nitrógeno fue analizada a través el método Kjeldahl que consta de tres etapas: digestión, destilación y valoración. Este método consiste destrucción orgánica de la muestra por acción del ácido sulfúrico, obteniéndose como resultado sulfato de amonio, el cual después es destilado a amoniaco. Según la ecuación (3) se desarrollaron los cálculos en base a un patrón (muestra en blanco) y se cuantifica la diferencia gastada de titulante en la muestra, se utilizó 5,85 de factor de conversión de nitrógeno a proteína, factor de conversión asemejado para cereales y derivados de soya. [14].

$$\%N = \frac{N \times V \times 14 \times 100 \times \text{Factor}}{m \times 100} \quad (3)$$

Donde:

V = volumen gastado del ácido sulfúrico.

N = Normalidad del ácido sulfúrico.

m = peso de muestra en gramos.

#### 2.5. Determinación del perfil aminoacídico

Una vez obtenida el aislado proteico y harina desengrasada se procede al Hidrolisis Hidrólisis ácida de ambas muestras: para ello se pesó 1 g de cada una de las muestras e introdujo en balón y se adicionaron 10 mL de HCl 6 N; se calentó a reflujo por 24 horas a 100 °C en un manto de calentamiento. [15] Método oficial de análisis de AOAC Internacional, 994.12. por consiguiente, se procedió al Hidrolisis alcalino: se pesó 1 g de harina desengrasada en un balón y se adicionaron 10 mL de una solución saturada de hidróxido de bario 1M (pH 9,0), aforando a 10, se colocó a reflujo por 8 h en un manto de calentamiento [16]. Una vez concluidas ambas hidrólisis se dejó a enfriar hasta alcanzar la temperatura ambiente; luego se las trasvasó a tubos cónicos de centrifuga. Después de esta operación, las disoluciones se centrifugaron por 15 minutos a 4000 rpm, asimismo se filtró con 0.45 de porosidad. De esta manera la

muestra inicial se separa en dos estados líquida (sobrenadante o también conocido como muestra preparada) y sólidos. El sobrenadante de 1 ml se conservó en un vial ambar en la cámara fría a  $5 \pm 1$  °C, hasta el momento de realizar el análisis por HPLC.

##### 2.5.1. Perfil de aminoácidos

los aminoácidos presentes en las muestras se identificaron y cuantificaron, mediante cromatografía líquida de alta resolución acoplada a masas. Para tal fin, se utilizó un cromatógrafo HPLC Agilent 1200 con desgasificador en línea, bomba binaria, inyector automático programable, termostatazador de columna Zorbax Eclipse Plus C18, detector por arreglo de diodos DAD.

##### Derivatización y cromatografía:

un volumen conocido de los hidrolizados proteicos se colocó en un tubo eppendorf y se llevó a sequedad en una estufa con circulación de aire forzada (Dalvo) a 40-50 °C, aproximadamente por 12 horas. Se resuspendió la muestra con 1 mL de buffer borato 1 M (pH=9) que contiene 0,02% de acida de sodio. Se adicionaron 0.8 µL de etoximetilenmalonato de dietilo, se colocaron los tubos eppendorf cerrados en un baño a 50 °C por 50 minutos, agitando cada 5 minutos los tubos con un vortex. Los derivados obtenidos N-[2,2- bis (etoxicarbonil) vinil] de los aminoácidos, fueron conservados a temperatura ambiente hasta su inyección. Posteriormente, Fueron inyectados 20 µL de cada muestra, la resolución de los derivados de aminoácidos se logró usando un sistema de gradiente binario, empleando como fase móvil: (A) buffer acetato de sodio 25 mM (pH=6) y (B) acetonitrilo, con un flujo de 0,9 mL/min a temperatura ambiente. Los derivados fueron detectados a 280 nm. Se empleó el siguiente programa de elución: 0,5 min equilibrio con A:B (91:9), 1,5 min gradiente lineal a A:B (86:14), 7,5 min elución con A:B (86:14) (solo en este tiempo se utilizó un flujo de 0,7 mL/min), 8,5 min gradiente lineal a A:B (69:31), 2,5 min elución con A:B (69:31). Para la siguiente inyección la columna se reacondiciono por 4,5 min con un gradiente lineal a A:B (91:9) [17].

### III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### A. Análisis granulométrico

La granulometría de la harina *Chenopodium quinoa Willd* se realizó separación por gravimetría mediante los tamices con diferentes aberturas como se muestra la “Fig. 1” y la “Fig. 2”, para el trabajo se seleccionó el tamiz de 500 µm debido a que se concentra la mayor cantidad del germen que induce a mayor concentración de proteína, mientras con el tamiz de 210 µm se

obtiene el almidón de quinua, cuyo aprovechamiento favorecería para el uso de productos horneados.

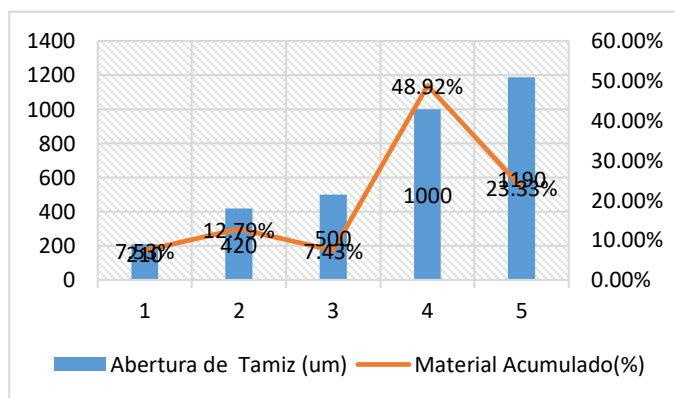


Fig. 1. Perfil granulométrico de la harina de quinua variedad blanca Junín

El 17.43 % y 10.63 % de la harina de *Chenopodium quinoa Willd* tiene granulos menor a 500  $\mu\text{m}$  de la Variedad blanca Junín y rosada Junín.

El grano con tamaño igual y menor a 1000  $\mu\text{m}$ , representa el 48.92 % para blanda junin y 48.7 % para rosada Junín. El 12.79 % y 12.78 % de grano con tamizado de igual y menor a 420  $\mu\text{m}$  blanda Junín y rosado Junin.

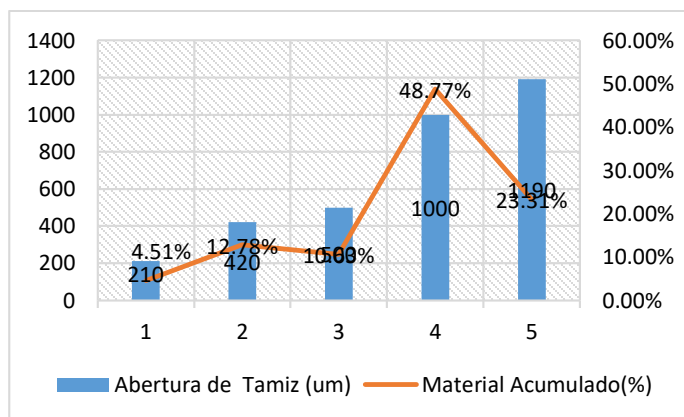


Fig. 2. Perfil granulométrico de la harina de quinua variedad rosada Junín

El 7.53 % y 4.51 % variedad blanca y rosada junin de la harina de *Chenopodium quinoa Willd* tiene un tamaño menor a 210  $\mu\text{m}$ . Cabe precisar, según Sandoval et al., (2005) la granulometría de la molienda por debajo de 212  $\mu\text{m}$  son consideradas harinas finas. Y en estas condiciones la fracción según la separación gravimétrica se puede encontrar mayor porcentaje de almidón, el cual desfavorecería para la cuantificación de aminoácidos. Más aun es óptimo granulometría tamizado a 500  $\mu\text{m}$

Los contenidos porcentuales de materia grasa de quinua se determinaron 6.20 % +/- 0.20 para la variedad blanca junin y 6.32% +/- 0.20 variedad rosada junin.

Según León (2003) indica que los valores para quinua en grasa son de 5.1 % a 6.4 %. No obstante, según el reporte de (FAO, 2013) La quinua posee una composición proximal de grasa de 4 a 9%, de los cuales la mitad contiene ácido linoleico, esencial para la dieta humana, también contiene un alto nivel de calcio y fósforo.

En el caso, de la variedad de la quinua CICA 17 Kayra se obtuvo un promedio de porcentaje de grasa de 6.1, para la variedad de quinua CICA 18 Kayra de 6.14 y para la variedad de quinua CICA 18 Ocongate de 6.08. [18]. con respecto a los autores indicados los resultados encontrados son similares con las tres variedades estudiadas por Valenzuela, lo mismo se encuentran en el rango de los reportes para quinua,

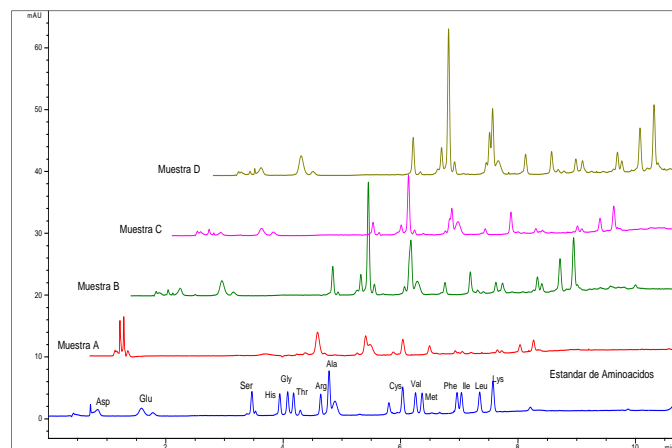
### B. Extracción de aislado proteico y determinación de proteína

El tratamiento con mayor contenido de proteína porcentual se logró a las condiciones de: solubilización proteica a pH 8.5 con pH de precipitación de 4.5 cuyo resultado alcanzo a 37.80% +/- 8.91, CV 0.23 para la variedad blanca junin. Por otra parte, con la solubilización de proteína a pH 9.0 y con pH de precipitación a 4.5 alcanzo un rendimiento de 44.44 % +/- 1.24, CV 0.03 para la variedad rosada Junín. con respecto a la investigación de Goncalvess et al., (1997), menciona el componente mayoritario de la Harina de colza desgrasada tuvo proteína (31.4 %). Para el caso de nuez marañón la obtención del aislado proteico fue a condiciones de pH alcalino (9.0), y precipitada a pH 4.5 cuyo resultado oscila de 84.4 a 86.6 % en base húmeda y 90.0 – 91.3 % en base seca (Ventura, 2003). A partir de harina de quinua desgrasada en la VI región chile, determino 77.2 % de proteína (Rivera, 2006). Asimismo, el aislados proteico de amaranto se reportaron 90 % [8] y 84.4 %, en condiciones de extracción muy similares a las de quinua. Los autores reportaron contenido de proteína muy por encima de los resultados encontrados de *Chenopodium quinoa Willd* variedad rosada y blanca Junín. Sin embargo, la calidad de la proteína viene principalmente determinada por el perfil y proporción de los aminoácidos que la componen, aunque pueden intervenir otros factores como la solubilidad y el grado glicosilación [19]. Como también la calidad proteica se denota a través de la digestibilidad. Vale la pena mencionar que la digestibilidad no es un atributo fijo de un alimento al consumirlas, pero refleja una interacción entre la comida y quien la consume [20],

### C. Determinación del perfil de aminoácidos

A continúan se identifican el perfil de aminoácidos de *Chenopodium quinoa Willd* variedad blanca junin y rosada junin clasificados en cuatro muestras distintas: el primero es

harina desgrasada o también se denomina muestra sin someter a tratamiento *Chenopodium quinoa Willd* variedad blanca Junín codificado con la letra (A), el segundo es el aislado proteico de (*Chenopodium quinoa Willd.*) o muestra sometido a tratamiento variedad blanca (B), la tercera muestra es la harina desgrasada también denominada muestra sin tratamiento de *Chenopodium quinoa Willd* variedad rosada Junín (C) y la cuarta muestra es el aislado proteico o muestra sometido a tratamiento de (*Chenopodium quinoa Willd.*) de variedad rosada Junín (D). según “Fig. 4” se pudo diferenciar las muestras en estudio para identificar el perfil de aminoácidos.



\*Azul = estándar (STD), Rojo = A, Verde = B, Lila = C, Marrón = D  
Fig. 4. Identificación del aminograma según HPLC

En las cuatro muestras se lograron a identificar 15 perfiles de aminoácido, entre esenciales y no esenciales. Los aminoácidos esenciales son 9 y los que destacan son: lisina, leucina, isoleucina, fenilalanina, metionina, treonina, valina, histidina y arginina; y, por otra parte, los aminoácidos no esenciales son 6, siendo: ácido aspártico, ácido glutámico, Alanina, prolina, serina y glicina. En su investigación [18] de *Chenopodium quinoa Willd* de las variedades variedad CICA 17 Kayra, CICA 18 Kayra y CICA 18 Ocongate (no cultivada y cultivada en Ocongate) encontró triftofano como un aminoácido esencial adicional con respecto a la variedad blanca y rodada junin. Lo mismo, [21] realizó el aminograma de la variedad de quinua orgánica y reporta los aminoácidos similares más la tirosina. Por su parte, [22] identificó los aminoácidos esenciales en *Vigna unguiculata* similares con el reporte de las muestras de quinua variedad blanca y rosada junin.

Según la tabla 1 se cuantifican los aminoácidos de la muestra sin someter a tratamiento (A) y la muestra sometido a tratamiento (B) de (*Chenopodium quinoa Willd.*) variedad blanca Junín,

Tabla 1. Aminoácidos de harina y aislado proteico de *Chenopodium quinoa Willd.* variedad blanca Junín ( $\mu\text{gAA}/100\mu\text{g}$ )

AAE	A ( $\mu\text{g}$ )		B ( $\mu\text{g}$ )	
Ac. aspártico	0.0517	+/- 0.0027	0.1402	+/- 0.0115
Ac. glutámico	0.0755	+/- 0.0028	0.2225	+/- 0.0067
Serina	0.0451	+/- 0.0046	0.1171	+/- 0.0016
Histidina	0.0911	+/- 0.0022	0.2048	+/- 0.0301
Glicina	0.1263	+/- 0.0023	0.3142	+/- 0.0055
Treonina	0.0187	+/- 0.0008	0.0510	+/- 0.0007
Arginina	0.0269	+/- 0.0069	0.0715	+/- 0.0049
Alanina	0.0455	+/- 0.0029	0.1293	+/- 0.0027
Valina	0.0152	+/- 0.0029	0.0583	+/- 0.0013
Metionina	0.0216	+/- 0.0047	0.0851	+/- 0.0003
Fenilalanina	0.0349	+/- 0.0033	0.1045	+/- 0.0067
Isoleucina	0.0157	+/- 0.0022	0.0473	+/- 0.0019
Leucina	0.0585	+/- 0.0031	0.2073	+/- 0.0029
Lisina	0.1261	+/- 0.0035	0.3162	+/- 0.0059
Prolina	0.0045	+/- 0.0007	0,0140	+/- 0.0070

Asimismo, la tabla 1 permite evaluar la variabilidad del perfil de aminoácidos de la muestra sin tratamiento (A) con respecto a la muestra sometido a tratamiento (B), de manera que resulta una variabilidad bastante significativa. siendo así, la muestra (B) con respecto a la muestra (A) un incremento en la cantidad de los aminoácidos en los siguientes parámetros porcentuales: metionina (293.98 %); valina (283.55 %); leucina (254.36 %); prolina (211.11%); isoleucina (201.27 %); fenilalanina (199.43 %); Ac. Aspártico (171.18 %); ac. Glutámico (194.70%); alanina (184.77 %); treonina (172,73 %); arginina (165.80 %); serina (159.65 %); lisina (150.75 %); glicina (148.77%); histidina (124.81 %). De los datos mencionados, se puede afirmar que la muestra (B) posee alto en contenido de aminoácidos esenciales, principalmente en metionina, valina, leucina e isoleucina con respecto a la muestra (A). en otrora tal como indica la “fig. 4”. Existe un incremento significativo de prolina, Ac. Aspártico y ac. Glutámico que son aminoácidos no esenciales. Es importante señalar, a estos aminoácidos pueden sintetizar el ser humano al consumirlos. no obstante, los aminoácidos esenciales como la histidina,

fenilalanina y arginina son gradualmente bajos en promedio de ambas muestras. esto permite aseverar la muestra sometido a tratamiento (aislado proteico) tiene mayor aporte nutricional destacando los aminoácidos esenciales, esto favorecería el uso como ingrediente en los alimentos elaborados. como en el caso de vitivinicultura los aminoácidos juegan un papel relevante en la calidad del vino y los más abundantes son el ácido aspártico, ácido glutámico, lisina, arginina, asparagina, alanina e histidina [23].

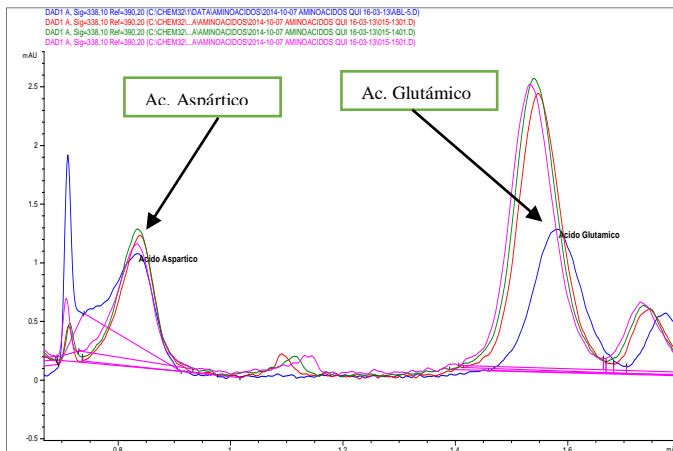


Fig. 4. Aminoácidos no esenciales Ac. Aspártico y ac. Glutámico.

Lo mismo, al señalar la importancia de estos aminoácidos no esenciales de la “fig. 4” se caracteriza al ácido aspártico, como aquel que actúa como neurotransmisor y, se puede encontrar en sus dos formas (isómeros): D y L [24]. La forma D se produce de forma natural en el cuerpo de los animales y se sintetiza a partir del aminoácido procedente de la dieta L-aspártico. Su importancia radica en la producción y secreción de hormonas luteinizante y del crecimiento; y, a través de la utilización de la racemización del ácido aspártico se estima la edad de un individuo con tan solo un error de  $\pm 3$  años [25]. Con respecto al ácido glutámico se manifiesta que es crítico para la función celular y no es nutriente esencial porque el ser humano puede sintetizarlo a partir de otros compuestos, cumple la función de neurotransmisor excitatorio por excelencia de la corteza cerebral humana [26].

Tabla 2: Aminoácidos de harina y aislado proteico de *Chenopodium quinoa Willd.* variedad Rosada Junín ( $\mu\text{gAA}/100 \mu\text{g}$ )

AAE	C ( $\mu\text{g}$ )	D ( $\mu\text{g}$ )
Ac. aspártico	0.0564 +/- 0.0041	0.2449 +/- 0.0533
Ac. glutámico	0.1149 +/- 0.0042	0.4776 +/- 0.1592

Serina	0.0530 +/- 0.0041	0.1933 +/- 0.0402
Histidina	0.1432 +/- 0.0084	0.3502 +/- 0.0790
Glicina	0.1731 +/- 0.0073	0.5560 +/- 0.1308
Treonina	0.0213 +/- 0.0041	0.0888 +/- 0.0216
Arginina	0.0204 +/- 0.0075	0.0433 +/- 0.1794
Alanina	0.0512 +/- 0.0095	0.1443 +/- 0.0459
Valina	0.0236 +/- 0.0043	0.0889 +/- 0.0245
Metionina	0.0258 +/- 0.0098	0.1199 +/- 0.0319
Fenilalanina	0.0882 +/- 0.0386	0.6098 +/- 0.1009
Isoleucina	0.0196 +/- 0.0012	0.0870 +/- 0.0203
Leucina	0.0850 +/- 0.0087	0.4053 +/- 0.1115
Lisina	0.1621 +/- 0.0123	0.5027 +/- 0.1040
Prolina	0.0048 +/- 0.0003	0.0121 +/- 0.0018

Mediante la tabla 2 se puede contrastar la variabilidad del perfil de aminoácidos de la muestra sin tratamiento (C) en comparación con la muestra sometido a tratamiento (D) ambos son *Chenopodium quinoa Willd.* de la variedad rosada Junín. El incremento perfil de aminoácido es significativa según los siguientes parámetros. fenilalanina (591.38 %); arginina (438.43 %); leucina (376.82 %); metionina (364.73 %); isoleucina (343.88 %); Ac. Aspártico (334.22 %); treonina (316.90 %); Ac. Glutámico (315.67%); valina (276.69%); serina (264.72%); glicina (221.20%); lisina (210.12 %); alanina (181.84 %); prolina (152.08 %) e histidina (144.55 %). Como se puede evidenciar la muestra (D) con respecto a la muestra

(C) el perfil de aminoácido es bastante superior con los aminoácidos esenciales como: fenilalanina, arginina, leucina, metionina e isoleucina respectivamente. el aminoácido de mayor abundancia en esta variedad rosada Junín, como los es la fenilalanina es precursor de las hormonas tan importantes como la adrenalina, la noradrenalina o la dopamina, hormona de la felicidad. De allí, la importancia de incorporar como ingrediente funcional para el procesamiento de alimentos.

Castel, (2010) hace la comparación del perfil de aminoácidos del aislado proteico de amaranto mediante la metodología tradicional por precipitación isoelectrica sin extracción ácida inicial y con extracción ácida inicial. De modo que obtiene un aumento del perfil de aminoácido cuando emplea la extracción ácida siendo para fenilalanina (43 %); metionina (40 %); treonina (34%) e histidina (32 %); y una

disminución del 17 % de glicina y 10 % de cisteína. En cambio, cuando la precipitación isoeléctrica es con extracción ácida inicial, las concentraciones de aminoácidos fueron menor y puede destacarse el contenido de isoleucina y fenilalanina (aumento del 31 y 38 % respectivamente); por otro lado, hay una disminución de serina y una pérdida considerablemente mayor de glicina. Ahora bien, en el resultado nuestro en condiciones de precipitación en disolución ácida, incrementan los aminoácidos esenciales de manera significativa, siendo así, la fenilalanina, arginina, leucina, metionina e isoleucina respectivamente. Asimismo, [21] realizó el aminograma de la variedad de quinua orgánica, y logro cuantificar aminoácidos esenciales en g/100g de proteína, como: Arginina 7.59; leucina 5.61; lisina 4.01, fenilalanina 3.43; isoleucina 3.30; metionina 1.68 y Valina 3.86 sin embargo esta variedad carece del aminoácido esencial Triptófano. Lo mismo, [18] para *Chenopodium quinoa Willd.*, Variedad CICA 17 Kayra, CICA 18 Kayra y CICA 18 Ocongate (no cultivada y cultivada en Ocongate) expresada en g/100 g llegó a cuantificar los aminoácidos: triptófano (1.7, 1.76 y 1.8), valina (0.636, 0.622 y 0.641), arginina (1.24, 1.23 y 1.23), histidina (0.423, 0.412 y 423), treonina (<0.05, <0.05 y <0.05), isoleucina (0.54, 0.53 y 0.54), leucina (0.916, 0.875 y 0.908), metionina (0.295, 0.285 y 289), fenilalanina (0.605, 0.608 y 617) y lisina (0.79, 0.773 y 0.803), de los mencionados aminoácidos respecto a la presente investigación para quinua variedad blanca y rosada junin los rangos de cuantificación se encuentran dentro de los parámetros excepto del triptófano. Análogicamente [22] identificó los aminoácidos esenciales en *Vigna unguiculata* en mg/100mg: valina (1.02 mg), glicina (8.75), leucina (1.01), lisina (0.64) y metionina (1.05); mientras que en *Phaseolus vulgaris*: valina (1.79 mg/100mg), glicina (5.49), triptófano (1.33), leucina (1.08) y lisina (1.31). también [27], cuantifico

17 aminoácidos, de los cuales 9 aminoácidos son esenciales (histidina, treonina, arginina, valina, metionina, isoleucina, leucina, fenilalanina y lisina) en la muestra del concentrado proteico de tarwi de la variedad Yunguyo I y Negra de Sacactani. En consecuencia, Laurente indica que los aminoácidos esenciales no pueden ser sintetizados por el organismo y deben ser aportados por la dieta o caso contrario pueden producir trastornos en la salud. Particularmente, la lisina, uno de los aminoácidos más escasos en los alimentos de origen vegetal, se muestra en el concentrado de tarwi de variedades (Yunguyo I y Negra de Sacacatani) en una proporción que al menos duplica el contenida en otras leguminosas. La importancia de la lisina se debe a que tiene funciones claves en el desarrollo de las células del cerebro humano que conlleva el desarrollo de la inteligencia, la memoria y el aprendizaje. De igual modo, [28], Los aminoácidos de la proteína de la semilla de Chía presentaron un

adecuado perfil de aminoácidos esenciales, destacándose el contenido de lisina, metionina, los cuales fueron mayores que los presentes en las proteínas de otros cereales. Finalmente, en la investigación de cereales y leguminosas [29] identifico aminoácidos como el ácido aspártico, ácido glutámico, serina, histidina, glicina, treonina, arginina, alanina, prolina, tirosina, valina, metionina, cistina, isoleucina, leucina, fenilalanina y lisina con las cantidades bastante similares con los aminoácidos obtenidos de la harina desengrasada de quinua para las muestras (A) y (C). empero el aislado proteico de las muestras (B) y (D) presentó niveles de aminoácidos más altos, siendo altamente superior especialmente en lisina (aminoácido esencial en el crecimiento y desarrollo de tejidos, la memoria y aprendizaje) glicina y fenilalanina.

#### IV. CONCLUSIONES

los equipos tecnológicos avanzados como lo es el HPLC, nos ayudó a identificar y cuantificar el perfil de aminoácidos, al igual que, posibilitó para contrastar la diferencia porcentual entre los aminoácidos esenciales y no esenciales de las cuatro muestras de *Chenopodium quinoa Willd* de las variedades blanca y rosada Junín,

El perfil de aminoácidos para cada muestra es indistinto, siendo evaluado la variabilidad en función al incremento porcentual de aminoácidos de la muestra sin tratamiento (harina desengrasada) respecto a la muestra sometido a tratamiento (aislado proteico) de *Chenopodium quinoa Willd.*. El incremento porcentual se evidencia: metionina, valina, leucina prolina e isoleucina en un promedio de 194.08 % +/- 0.48 en variedad blanca junin. De igual modo, la fenilalanina, leucina, metionina, isoleucina, ácido aspártico el incremento porcentual en promedio de 280.48 % +/- 1.20 en variedad rosada junin.

Muy a pesar de todo lo mencionado, al finalizar la presente investigación, es también, promover el consumo de *Chenopodium quinoa Willd* producidas en la región de Apurímac. Toda vez que cumple con los aportes apropiadas de aminoácidos esenciales como; lisina 26.10 g/100g, isoleucina 5.70 g/100g, leucina 8.57 g/100g, fenilalanina 4.04 g/100g y entre otros, las que son más abundantes en las variedades estudias. de ahí que, sirva para la nutrición alimentaria que conlleva a la reducción de la desnutrición crónica infantil que hoy en día agobia más en la sierra sur del Perú.

#### V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. M. Muñoz, «Año Internacional de la Quinoa,» *Revista de la Sociedad Química del Perú*, vol. 79, nº 1, 2013.



- [2] A. Vega, M. Miranda, J. Vergana, E. Uribe, L. Puente y E. A. Martínez, «Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), an ancient Andean grain: A review,» *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 90, n° 15, p. 2541–2547, 2010.
- [3] FAO, Assessment of the international year of quinoa 2013, Rome, Italy.: Food and Agriculture Organization. Hundred and forty-ninth session. CL 149/10, 2014.
- [4] FAO, La Quinoa: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial, Bolivia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación -Oficina Registral para América Latina y el Caribe, 2011.
- [5] A. Bhargava, S. Shukla y D. Ohri, «Genetic variability and heritability of selected traits during different cuttings of vegetable *Chenopodium*,» *Journal Genet. Plant Breed*, vol. 63, n° 1, p. 359–360, 2003.
- [6] J. A. Awan, A. Kar y P. J. Udoudoh, «Preliminary studies on the seeds of *Annona muricata*,» *Plant Foods Hum. Nutr*, vol. 30, pp. 163-168, 1980.
- [7] S. P. Chaparro, M. L. Tavera, J. J. Martínez y J. H. Gil, «PROPIEDADES FUNCIONALES DE LA HARINA Y DE LOS AISLADOS PROTEICOS DE LA SEMILLA DE GUANÁBANA (*Annona muricata*),» *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, vol. 17, n° 1, pp. 151 - 159, 2014.
- [8] J. Martínez y C. Añón, «Estudio fisicoquímico funcional de los aislados proteicos en semillas de maracuyá (*Passiflora edulis* f). Revista de la Facultad de Ciencias Básicas,» Pamplona, Colombia., 1996.
- [9] M. Segura, J. Ruiz, D. Betancur y K. López, «implementación y validación de un método de análisis de aminoácidos por cromatografía de líquidos de alta resolución,» *revista de la facultad de química*, n° 51, p. 32, 2011.
- [10] E. Børsheim, K. D. Tipton, S. Wolf y R. R. Wolfe, «Essential amino acids and muscle protein recovery from resistance exercise,» *American Journal of Physiology*, vol. 283, n° 4, p. 648–657, 2002.
- [11] D. Guerra y P. Pozo, «análisis proximal y perfil de aminoácidos del Aislado proteico del chocho andino ecuatoriano (*fabaceae: lupinus mutabilis*),» *infoANALÍTICA*, vol. 6, pp. 55-66, 2018.
- [12] D. Guerrero, «Obtención de un aislado proteico a partir de Germen de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) desgrasado.,» Lima, Perú , 1989.
- [13] M. Ventura, «Obtención de aislado proteico de la nuez del marañón (*Anacardium Occidentale* L.). Universidad Agraria La Molina, Lima – Perú.,» Lima, 2003.
- [14] S. Badui, Química de los alimentos, 4 ed ed., 4. ed, Ed., México: Pearson Educación, 2006, p. 189.
- [15] AOAC, AOAC Official Method 994.12 Amino Acids in Feeds Performic Acid Oxidation with Acid Hydrolysis–Sodium Metabisulfite Method, Washington, DC, 1997, pp. 1-11.
- [16] S. B. A. B. L. Z. M. C. C. V. L. A. G. Comai, «The content of proteic and nonproteic (free and protein-bound) tryptophan in quinoa and cereal flours,» *Food Chem*, vol. 100, pp. 1350-1355, 2007.
- [17] M. Alaiz, J. L. Navarro y E. Girón J. y Vioque, «Amino acid analysis by highperformance chromatography after derivatization with diethyl ethoxymethylenemalonate,» *J. of Chromatogr.*, n° 591, pp. 181-186., 1992.
- [18] J. C. Valenzuela, «obtención de extractos proteicos por el punto isoeléctrico y composición de aminoácidos de dos variedades de *Chenopodium quinoa* Willd, CICA 17 y CICA 18,» *UNSAAC*, pp. 61-64, 2019.
- [19] O. Martínez y E. Martínez de Victoria, «Proteínas y péptidos en nutrición enteral,» *Nutrición Hospitalaria*, vol. 21, n° 2, pp. 1-14, 2006.
- [20] N. Botrel, G. B. Amaro, R. De Olivera y R. De Casto, «Estudo comparativo da composição proteica e do perfil de aminoácidos em cinco clones e do perfil de aminoácidos em cinco clones,» *Boletim de pesquisa e desenvolvimento*, n° 196, p. 12, 2019.
- [21] M. M. Rivera, «Obtención, caracterización estructural y determinación de las propiedades funcionales de un aislado proteico de quinoa orgánica (*Chenopodium quinoa*),» Santiago, Chile, 2006.
- [22] E. Flores y K. J. Montoya, «Identificación y Cuantificación de aminoácidos esenciales en *Vigna unguiculata* (frejol castilla) y *Phaseolus vulgaris* (frejol guinda) por Cromatografía Líquida de Alta Performance (HPLC),» Lima, Peru, 2018.
- [23] J. M. Miras, Y. Bouzas, E. Trigo y E. Falqué, «Amino Acid Profiles to Differentiate White Wines from Three

- Autochthonous Galician Varieties,» *Foods Article*, vol. 9, nº 114, pp. 9-18, 2020.
- [24] A. Sakuma, H. Saitoh, N. Ishii y H. Iwase, «The effects of racemization rate for age estimation of pink teeth,» *Journal of Forensic Science.*, vol. 60, nº 2, p. 450, 2015.
- [25] J. Gutiérrez y V. González, «Estimación de la edad mediante la racemización de los aminoácidos en tejidos,» *Gaceta internacional de ciencias forense*, p. 23, 2017.
- [26] F. Boccato, N. Andrade, F. Resende y A. C. Massabni, «In vitro Studies of Antitumor Activity of Vanadium Complexes with Orotic and Glutamic Acids,» *Revista Brasileira de Cancerologia*, vol. 66, nº 1, pp. 1-7, 2020.
- [27] F. Laurente, «Obtención del concentrado Proteico y determinación del perfil de aminoácidos de dos variedades de Tarwi (*Lupinus mutabilis* sweet)”,» *UNAP*, p. 78, 2016.
- [28] E. Vintimilla y M. J. Reinoso, Comprobación de métodos para la caracterización de ácidos grasos y aminoácidos de la semilla Chía (*Salvia hispánica* L.), Quito - Ecuador: Universidad de Las Américas, 2015.
- [29] R. Aylas, «Desarrollo de una mezcla alimenticia en polvo de balanceado valor proteico y libre de gluten, a base de cereales y leguminosas,» Santiago, Chile, 2017.
- [30] M. Castel, «Estudio de las propiedades funcionales, tecnológicas y fisiológicas de las proteínas de amaranto,» Santa Fe, Argentina, 2010.
- [31] T. Zamudio, «Quinoa Programa Panamericano de Defensa y Desarrollo de la Diversidad biológica cultural y social,» ProDiversitas, Buenos Aires, Argentina. , 2003.
- [32] C. S. James, «Analytical Chemistry of Foods,» *An Aspen Publication, Gaithersburg.*, p. 9, 1999.
- [33] J. Cheftel, J. Cuq y D. Lorient, *Proteínas Alimentarias: Bioquímica. Propiedades funcionales. Valor nutritivo. Modificaciones químicas*, Zaragoza, España.: Acribia, S.A., 1989.
- [34] D. Pearson, «Técnicas de Laboratorio para el análisis de alimentos,» Acribia, Madrid, España, 1993.
- [35] A. Kenneth y J. Rubinson, *Análisis Instrumental.*, 1era ed., Madrid, España: Pearson Educacion, 2000.
- [36] N. Goncalvess, J. Vioque y A. Clemente, «Obtención y caracterización de aislados proteicos de colza Departamento de Fisiología y Tecnología de Productos Vegetales,» Sevilla, España., 1997.
- [37] J. Mustakas y S. (. Sohns, «Soy Processes, Equipment, Capital and Processing Costs en U.S Farmer Cooperative Service Edible Soy Protein. Operational Aspects of Producing and Marketing,» *Research Report EE.UU*, nº 33, 1976.
- [38] K. Mayolo, L. M. Martínez y M. Rito, «Técnicas cromatográficas y su aplicación a estudios de cambios conformacionales, estabilidad y replegamiento de proteínas,» *Revista mexicana de ingeniería química*, vol. 11, nº 43, pp. 415-429, 2012.
- [39] C. Wang y X. Geng, «Refolding and purification of recombinant human granulocyte colony-stimulating factor using hydrophobic interaction chromatography at a large scale,» *Process Biochemistry. In Press.*, vol. 47, nº 12, p. 2262–2266, 2012.
- [40] Horwitz, W., *Official Methods of Analysis of AOAC 963.15. International.* 18th ed. Arlington, (TX): AOAC International, TX: AOAC International, 2005, p. 2590.
- [41] AOAC, Horwitz W. *Official Methods of Analysis of AOAC International.*, 18th ed., Texas: Arlington, AOAC International, 2005, p. 2590.
- [42] J. M. León, «Cultivo de quinua en Puno - Perú descripción, manejo y producción puno,» Universidad Nacional del Altiplano, Puno, 2003.