

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS



**OBTENCIÓN DE EXTRACTOS PROTEICOS POR EL PUNTO ISOELÉCTRICO Y
COMPOSICIÓN DE AMINOÁCIDOS DE DOS VARIEDADES DE *Chenopodium quinoa***

***Willd*, CICA 17 y CICA 18**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO
DE MAESTRO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DE ALIMENTOS**

PRESENTADO POR:

Bach. CÉSAR JOE VALENZUELA HUAMÁN

ASESOR: Dr. LEONCIO SOLIS QUISPE

COASESOR: Dr. NERIO GÓNGORA AMAUT

CUSCO – PERÚ

2019

ÍNDICE

| | |
|--|------|
| LISTA DE TABLAS..... | vi |
| RESUMEN..... | vii |
| SUMMARY..... | viii |
| AGRADECIMIENTOS..... | ix |
| INTRODUCCIÓN..... | x |
| CAPÍTULO I..... | 1 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 1 |
| 1.1 Situación problemática..... | 1 |
| 1.2 Formulación del problema..... | 3 |
| a. Problema general..... | 3 |
| b. Problemas específicos..... | 3 |
| 1.3 Justificación de la investigación..... | 4 |
| 1.4 Objetivos..... | 6 |
| a. Objetivo general..... | 6 |
| b. Objetivos específicos..... | 6 |
| CAPITULO II..... | 7 |
| MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL..... | 7 |
| 2.1. Bases teórico científicas..... | 7 |
| 2.1.1 Quinoa..... | 7 |

| | |
|---|----|
| 2.1.2 Cromatografía..... | 15 |
| 2.1.3 Punto isoeléctrico | 17 |
| 2.1.4 pH..... | 18 |
| 2.1.5 Extracto proteico | 18 |
| 2.1.6. Proteína..... | 19 |
| 2.1.7 Aminoácidos..... | 21 |
| 2.2 Glosario del marco conceptual..... | 23 |
| 2.3. Antecedentes de la investigación | 24 |
| 2.3.1 Antecedentes nacionales..... | 24 |
| 2.3.2 Antecedentes internacionales | 30 |
| CAPITULO III..... | 36 |
| HIPÓTESIS Y VARIABLES | 36 |
| 3.1 Hipótesis..... | 36 |
| a. Hipótesis general | 36 |
| b. Hipótesis específicas | 36 |
| 3.2 Identificación de variables | 37 |
| CAPÍTULO IV..... | 38 |
| METODOLOGÍA | 38 |
| 4.1. Ámbito de estudio: | 38 |

| | |
|--|----|
| 4.2. Tipo y nivel de investigación | 38 |
| 4.2.1 Diseño de la investigación: | 38 |
| 4.3. Población de estudio | 39 |
| 4.4 Muestra | 39 |
| 4.5 Técnicas de selección de muestra | 39 |
| 4.6 Materiales, reactivos e instrumentos de laboratorio..... | 40 |
| 4.6.1 Materiales: | 40 |
| 4.6.2 Reactivos | 41 |
| 4.6.3 Instrumentos y Equipos | 41 |
| 4.6.4 Materiales biológicos..... | 41 |
| 4.7 Determinación del punto Isoeléctrico | 42 |
| 4.7.1 Obtención de la harina de quinua y desengrasado..... | 42 |
| 4.7.2 Determinación del pH de mayor solubilidad de proteínas | 42 |
| 4.7.3 Determinación del pH isoelectrico de las proteínas | 43 |
| 4.8 Determinación la composición de aminoácidos las variedades de quinua por cromatografía HPLC | 43 |
| CAPITULO V | 45 |
| RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN | 45 |
| 5.1. Del análisis proximal de las muestras de quinua | 45 |
| 5.1.1 De humedad..... | 45 |

| | |
|--|----|
| 5.1.2 De grasa | 47 |
| 5.1.3 De ceniza | 48 |
| 5.1.4 De fibra..... | 50 |
| 5.1.5 Del contenido proteico de las dos variedades de quinua..... | 52 |
| 5.1.6 De carbohidratos..... | 54 |
| 5.2 De los extractos proteicos de las dos variedades de quinua <i>Chenopodium quinoa Willd</i> , por el método del punto isoelectrico | 57 |
| 5.3 De la composición en aminoácidos de las variedades CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada) de <i>Chenopodium quinoa Willd</i> , por método instrumental HPLC | 61 |
| CONCLUSIONES | 64 |
| RECOMENDACIONES | 65 |
| ANEXOS: | 72 |
| Anexo 1: Certificado de las variedades de quinua | 72 |
| Anexo 2: Certificaciones CERPER – PERÚ | 73 |
| CICA 17 Kayra..... | 73 |
| CICA 18 Kayra..... | 74 |
| CICA 18 Ocongate | 75 |
| ANEXO 3..... | 76 |
| Matriz de consistencia de la investigación..... | 76 |
| ANEXO 4: Determinación del análisis proximal..... | 78 |

| | |
|---|----|
| Determinación del porcentaje de humedad | 78 |
| Determinación de grasa | 78 |
| Determinación de ceniza | 80 |
| Determinación de fibra | 81 |
| Cuantificación del contenido proteico de las variedades de quinua por el método de Kjeldhal..... | 82 |
| Determinación de carbohidratos..... | 84 |
| ANEXO 5: Fotos..... | 86 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|--|----|
| 1. Composición de aminoácidos de la quinua | 11 |
| 2. Porcentaje de proteína en diferentes variedades de quinua | 26 |
| 3. Aminograma de quinua de variedad blanca Junín y rosa Junín | 28 |
| 4. Análisis fisicoquímico de la quinua | 32 |
| 5. Aminograma de quinua variedad A9 | 33 |
| 6. Aminograma de quinua variedad LPc/p y LP/p | 34 |
| 7. Resultados del porcentaje de humedad de quinua | 45 |
| 8. Resultados del porcentaje de grasa de quinua | 47 |
| 9. Resultados del porcentaje de cenizas de muestras de quinua | 48 |
| 10. Resultados del porcentaje de fibra de muestras de quinua | 50 |
| 11. Resultados del contenido proteico de muestras de quinua | 52 |
| 12. Resultados del porcentaje de carbohidratos de muestras de quinua | 54 |
| 13. Resultados del análisis fisicoquímico de las variedades de CICA | 55 |
| 14. Resultados de la determinación del pH de solubilidad | 57 |
| 15. Resultados de la determinación del punto isoeléctrico | 59 |
| 16. Resultados del aminograma quinua CICA 17 y CICA 18 | 62 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo determinar la composición de aminoácidos de dos variedades de quinua y el porcentaje de extractos proteicos obtenidos por el método del punto isoeléctrico. Se realizó un diseño descriptivo con tres grupos de extractos proteicos de las dos variedades de *Chenopodium quinoa Willd*, CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada), se tomaron como muestras las semillas secas, debidamente certificadas y otorgadas por el Centro de Investigación de Cultivos Andinos (CICA), ubicado en la granja Kayra - UNSAAC, se utilizó dos kilos del cereal por cada muestra de quinua, un kilo de cada muestra fue enviado al laboratorio CERPER, para el análisis de los aminoácidos por cromatografía HPLC y el otro kilo fue utilizado para los otros análisis: análisis proximal y obtención de extracto de proteína por el método del punto isoeléctrico, estos fueron realizados en el laboratorio de Fitoquímica de la UNSAAC. Los resultados mostraron: % de humedad de 11.96 a 12.9; % de grasa de 6.08 a 6.1; % de ceniza de 2.44 a 2.51; % de fibra de 5.90 a 6.10; % de proteína de 11.50 a 11.90 y % de carbohidratos de 66.54 a 68.02, el punto isoeléctrico determinado para la variedad de quinua CICA 17 fue de pI 5.5 y para CICA 18 (no cultivada y cultivada) fue de pI 6.0 donde a pH 9 se observó mayor solubilidad de proteínas y las dos variedades del cereal presentaron en su composición todos los aminoácidos esenciales. Por lo tanto, se concluye que las dos variedades de quinua tienen un análisis proximal similar a la de otras variedades, la variedad CICA 18 presenta mayor concentración de aminoácidos esenciales que CICA 17, ambas variedades presentan diferentes puntos isoeléctricos y las tres muestras presentaron en su composición todos los aminoácidos esenciales donde destaca la presencia del aminoácido triptófano, el cual está ausente en otras variedades de *Chenopodium quinoa Willd*.

Palabras claves: Aminoácidos; punto isoeléctrico; extracto proteico, HPLC.

SUMMARY

The aim of this research was to determinate the amino acids composition of two different quinoa varieties and the percentage of protein extracts obtained by the isoelectric point method, a descriptive design was applied using three protein extracts groups obtained from the two *Chenopodium quinoa Willd* varieties, CICA 17 y 18 (not farmed and farmed), dry seeds were taken as samples, they were properly certificated and given by the Andean Crops Center (CICA), wich is located at the UNSAAC Kayra farm, two kilograms of cereal from each quinoa sample were used, a kilogram from each variety was sent to CERPER laboratory where the amino acids analisis was performed by chromatography HPLC and the other kilogram was used to perform other analisis: proximal analisis and obtaining protein extract by performing the isoelectric point method, those analisis were made at the UNSAAC phytochemical laboratory. The results showed: moisture% from 11.96 to 12.94; fat % from 6.08 to 6.14; ash % from 2.44 to 2.51; fiber % from 5.90 to 6.10; protein % from 11.50 to 11.90 and carbohydrates % from 66.54 to 68.02. The isoelectric point determinated for CICA 17 quinoa variety was pI 5.5 and for CICA 18 variety (farmed and not farmed) was pI 6.0, it was observed greater protein solubilization at pH9 and it was showed in both cereal varieties the presence of all the essential aminoacids. Therefore it is concluded that the two quinoa varieties have a proximal analysis similar to other varieties analysis, CICA 18 variety has higher concentration of essential amino acids than CICA 17, both varieties have different isoelectric points values and the three samples showed in their compositions the presence of all the essential amino acids where stands out the presence of tryptophan wich is missed in other *Chenopodium quinoa Willd* varieties.

Keywords: Amino acids; isoelectric point; protein extract, HPLC.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento a los docentes de la maestría de Ciencia y tecnología de la UNSAAC, por todo el apoyo y conocimientos durante mis estudios, y especial a mi asesor.

También deseo expresar mi agradecimiento al **CONVENIO ARES** por el apoyo económico en el desarrollo de esta investigación.

INTRODUCCIÓN

Entre los alimentos que tienen proteínas de alta calidad biológica (es decir, aportan los aminoácidos esenciales) están los granos de los cereales, y quien destaca de todo ello es la quinua por tener en su composición todos los aminoácidos esenciales que son una buena fuente de proteína para la mayoría de la población mundial, nutricionalmente bien balanceado con múltiples propiedades funcionales relevantes para la reducción de factores de riesgo de enfermedades crónicas atribuibles a sus actividad anti-oxidante, antiinflamatoria, inmunomoduladora y anti-carcinogénica, entre otras. (FAO, 2013)

La presente investigación determinó el porcentaje de los extractos proteicos por el punto isoeléctrico y cuantificó la composición en aminoácidos de dos nuevas variedades de *Chenopodium quinoa Willd*, CICA 17 y CICA 18, mediante HPLC, esto permite conocer los aportes nutricionales que tiene estas nuevas especies de *Chenopodium quinoa Willd*, CICA 17 y CICA 18, aun no estudiadas su composición y cuantificación de aminoácidos.

Las proteínas son las moléculas fundamentales en la estructura y función del cuerpo, proporcionando los materiales que constituyen los músculos, huesos, glándulas, órganos internos, sistema nervioso, sangre y otros líquidos del cuerpo, la piel, el cabello, las uñas, hormonas y formando parte de diversas enzimas . Son los instrumentos moleculares mediante los cuales se expresa la información genética; además, desempeñan importantes funciones como la catálisis, la regulación metabólica, etc.

Por otra parte, una de las características importantes es la cantidad de aminoácidos que presentan las nuevas variedades de quinua. La quinua posee aminoácidos esenciales, muy importantes, cuya información no se conocen aun de las variedades que existe en la región.

La quinua es uno de los alimentos que entregan proteínas de alta calidad biológica (es decir, aportan los aminoácidos esenciales) siendo un cereal, de origen alto andino que se ha cultivado en forma tradicional en el área andina desde la época incaica. Fue ampliamente usado en la alimentación de los pueblos antiguos de Sudamérica como uno de los alimentos básicos.

Esta información es importante, para plantear alternativas de uso en diferentes formulaciones de alimentos nutritivos. Para este se plantea la presente investigación determinar la composición de aminoácidos del extracto proteico de la quinua de sus variedades CICA 17 y CICA 18.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Situación problemática

El problema actualmente existe la falta de estudios de nuevas fuentes de proteínas, sobre todo en el Perú carecen de estudios de nuevas variedades de quinua en especial de su composición nutricional, sin embargo, existen estudios de composición de la quinua en otros países más desarrollados.

En 1996 la quinua fue catalogada por la FAO como uno de los cultivos promisorios de la humanidad, no sólo por sus grandes propiedades benéficas y por sus múltiples usos, sino también por considerarla como una alternativa para solucionar los graves problemas de nutrición humana. (Bojanic, 2011)

La NASA también la incluyó dentro del sistema CELLS (en español: Sistema Ecológico de Apoyo de Vida Controlado) para equipar sus cohetes en los viajes espaciales de larga duración, por ser un alimento de composición nutritiva excelente como alternativa para solucionar los problemas de insuficiente ingesta de proteínas. (Bojanic, 2011)

Existen estudios de las proteínas de muchas variedades de quinua, como los reportados por Parker (2005), quien indica que la composición de aminoácidos de las variedades LPC/p y LPs/p por cada 100 gramos de producto fresco de la harina de quinua contiene todos los aminoácidos esenciales (a excepción de triptofano) lo que convierte a la quinua en uno de los alimentos más completos de la naturaleza. La quinua es una especie que se acerca casi perfectamente al patrón dado por la FAO para los requerimientos humanos.

Y Barrial (2014), reporta la influencia de pH en la extracción del aislado proteico de quinua variedad blanca Junín y rosada Junín y demuestra que los niveles de pH alcalino en la solubilidad de la proteína tienen efecto estadísticamente significativo en la extracción de la proteína en la quinua de las variedades blanca Junín y rosada Junín, sin embargo los niveles para la precipitación proteica a pH ácido no influye en la extracción de proteína es decir los niveles de pH ácido son iguales estadísticamente para la extracción de la proteína.

En junio de 2018 se evaluó a 17 716 menores de tres años. De esa cifra 9 867 (55.7%) sufren de anemia; pero el grueso de afectados, se concentra en las provincias pobres de Quispicanchi, Espinar, Paucartambo, Cusco y Acomayo. En La Convención, Calca, Canas y Anta no se registra índices elevados de este mal. (La republica, 2016), Para combatir esta enfermedad es necesario impulsar nuevas fuentes ricas y certificadas en valor proteico, así como la quinua.

Sin embargo el Centro de Investigación de Cultivos Andinos “CICA”, de la granja Kayra, Facultad de Ciencias Agrarias de la UNSAAC, como producto de sus investigaciones se ha logrado obtener dos nuevas variedades de quinua, cuya composición en aminoácidos, no están reportadas ni investigadas; razón por la cual en el presente proyecto, se propone determinar la composición en aminoácidos de los extractos proteicos de las dos nuevas variedades de quinua CICA 17 y CICA18, de esta última también la cultivada en el distrito de Ocongate poblado de Lahualahua.

1.2 Formulación del problema

a. Problema general

¿Cuál es la composición en aminoácidos y el porcentaje de extracto proteico de dos variedades de *Chenopodium quinoa Willd* (quinua), CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada en Ocongate); muestras procedentes del Centro de Investigación de Cultivos Andinos de la UNSAAC?

b. Problemas específicos

- ¿Los resultados del análisis proximal de las variedades de *Chenopodium quinoa Willd* CICA 17 y CICA 18 son favorables para elevar su valor nutricional?
- ¿En la determinación de los extractos proteicos de las variedades de la quinua CICA 17 y CICA 18, como influye el método del punto isoeléctrico?
- ¿Cuál es composición en aminoácidos de los granos de quinua, de las variedades *Chenopodium quinoa Willd* CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada) usando método instrumental HPLC?

1.3 Justificación de la investigación

Los problemas de anemia y desnutrición en Cusco son un problema para la salud, los trabajos que vienen realizando el gobierno para combatir este mal son insuficientes. Por esta razón se busca promocionar nuevas fuentes de proteínas de alta calidad que ayuden a mejorar el estado nutricional de las personas y en especial de los niños.

Este trabajo de investigación se propone obtener el extracto proteico y determinación de la composición de aminoácidos de dos nuevas variedades de quinua que no tienen estudios en sus antecedentes, que podría ayudar a mejorar el estado de nutrición de la población más vulnerable.

La quinua tiene adecuado balance de proteínas, grasa, minerales y almidón. El contenido promedio de proteínas en el grano es de 11%, pero puede llegar hasta 16%, más que cualquier otro cereal. Además, contiene entre 58 y 68% de almidón, 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. (FAO, 2013)

Debido a la desnutrición y anemia que presentan en la región del Cusco, no solamente los niños de edad escolar sino muchas personas especialmente en las zonas alto andinas, por la falta de alimentos ricos en nutrientes o por situaciones económicas, una de las razones que justifica el consumo de quinua, por el alto valor nutritivo, que lo convierten en un alimento completo y al alcance de todas las familias, que a más de proteínas contiene minerales y vitaminas que ha hecho que la quinua sea un producto apreciado como un alimento adecuado para una buena salud.

Se está cultivando diferentes variedades de quinua en la región y por el Centro Investigación de Cultivos Andinos a fin de mejorar a fin de mejorar el valor nutritivo de este cereal, por esta razón justifica investigar la composición de las variedades de quina CICA 17 y CICA 18.

1.4 Objetivos

a. Objetivo general

Determinar la composición de aminoácidos de las variedades de *Chenopodium quinoa Willd.*, CICA 17 y CICA 18 y el porcentaje de extractos proteicos obtenidos por el punto isoeléctrico.

b. Objetivos específicos

1. Realizar el análisis proximal de muestras de quinua (humedad, carbohidratos, fibra, grasa, ceniza y proteína), para evaluar sus características nutricionales.
2. Obtener extractos proteicos de las nuevas variedades de quinua *Chenopodium quinoa Willd.*, CICA 17 y CICA 18 del Centro de Investigación de Cultivos Andinos UNSAAC por el método del punto isoeléctrico.
3. Determinar la composición en aminoácidos de los granos de quinua, de las variedades *Chenopodium quinoa Willd.* CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada) por el método instrumental HPLC.

CAPITULO II.

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1. Bases teórico científicas

2.1.1 Quinoa

La quinoa es un cereal, originaria del altiplano peruano-boliviano y domesticado a orillas del Titicaca por las culturas pre-hispánicas y mejoradas por la Tiahuanaco e Inca, sirviendo como base alimentaria de la población con características excepcionales de resistencia y tolerancia a factores abióticos adversos. La quinoa tiene un alto contenido de proteínas con un buen perfil de aminoácidos, un alto contenido de lípidos insaturados con una relación muy saludable entre ellos, además es fuente de fibra y antioxidantes. Cuando lo comparamos con otros cereales, también tiene mayor contenido de vitaminas E, riboflavina, folatos, calcio, fósforo, magnesio, hierro y zinc.

(Repo de Carrasco, 2014)

2.1.1.1 Taxonómica

Este cultivo fue descrito por primera vez por el científico Alemán Luis Christian Willdnow.
(Leon, 2003)

Reyno : Vegetal

División: Fanerógamas

Clase: Dicotiledóneas

Sub-clase: Angiospermales

Orden: Centrospermales

Familia: Chenopodiceas

Género: *Chenopodium*

Sección: *Chenopodia*

Subsección: *Cellulata*

Especie: *Chenopodium Willd* (Anexo 1)

2.1.1.2 Nombres comunes

La especie *Chenopodium quinoa Willd.*, presenta varios nombres comunes: Kiuna, quinua, parca: (Leon, 2003)

2.1.1.3 Importancia

La planta de la quinua es la que constituye un aporte de nuestra cultura alto andina para todo el mundo, según estudiosos, este cultivo viene cobrando cada vez mayor importancia por su diversidad y utilidad en países con fragilidad de sus ecosistemas, sumando a sus bondades nutricionales que satisface las necesidades de alimentación básica (seguridad alimentaria) del productor, además generando ingresos económicos para Perú y Ecuador que también sirven para el consumo interno y la exportación. (Peralta, 2011)

2.1.1.4 Historia

Es un cultivo muy antiguo de los andes, en 1970 el historiador Núñez indica que al norte de Chile en un complejo Arqueológico, encontró granos de quinua que datan de 3000 años a. c., Max Hule en 1919, historiador peruano indica que la quinua tiene una antigüedad de 5000 años a. c., (Leon, 2003) La quinua, la kañiwa y las especies de *Amaranthus* comestibles constituyeron en conjunto un importante componente de la alimentación de los pueblos prehispánicos en las tierras altas de los Andes. Su uso fue común en las regiones andinas hasta el primer tercio del siglo pasado, (1940) que empezó su declinación, cuando los países de la zona andina iniciaron la recepción de

la ayuda alimentaria de los Estados Unidos y se incremento la importación masiva del trigo. (Tapia, 2012)

2.1.1.5 Origen

Se atribuye su origen a la zona andina del Altiplano Perú boliviano, caracterizada por la gran cantidad de especies silvestres y la gran variabilidad genética, principalmente en ecotipos, reconociéndose cinco categorías básicas: quinua de los valles, altiplánicas, salares, a nivel del mar y sub tropicales, cada variedad depende del clima y la altura donde se cultivó (León, 2003).

2.1.1.6 Descripción botánica

La raíz varía de acuerdo a las fases fenológicas. Empieza con raíz pivotante terminando en raíz ramificado con una longitud de 25 a 30 cm., según el ecotipo, profundidad del suelo y altura de la planta; la raíz se caracteriza por tener numerosas raíces secundarias y terciarias.

El tallo es cilíndrico y herbáceo a la altura del cuello cerca a la raíz y de una forma angulosa a la altura donde se insertan las ramas y hojas, estando dispuestas en las cuatro caras del tallo, la altura es variable de acuerdo a las variedades y siempre terminan en una inflorescencia; cuando la planta es joven tiene una médula blanca y cuando va madurando se vuelve esponjosa, hueca sin fibra, sin embargo la corteza se lignifica, el color del tallo es variable, puede ser púrpura como la Pasankalla, blanco cremoso (Blanca de Juli) y con las axilas coloreadas como la blanca de Juli, en toda su longitud; colorada como la kancolla y otros colores según el ecotipo de cada zona (el color varía de acuerdo a las fases fenológicas, se pueden diferenciar bien los colores en la floración).

2.1.1.7 Composición química y valor nutricional de la quinua

La quinua, destaca por numerosos estudios recientes muestran la riqueza nutricional de la quinua, tanto en términos absolutos como en comparación con otros alimentos básicos. Generalmente se destaca el hecho de que las proteínas de la quinua reúnen todos los aminoácidos esenciales en un buen balance, al mismo tiempo que sus contenidos grasos están libres de colesterol.

En resumen, los aspectos nutricionales más destacables de la quinua, y que en cierto modo explican su creciente demanda en los mercados internacionales, son:

- Ausencia de colesterol
- Alto contenido de fibras y fácil digestibilidad
- No formación de grasas en el organismo
- Alto contenido proteico y presencia de los aminoácidos esenciales en un buen balance
- Carbohidratos de alta digestibilidad. (FAO – ALADI, 2014)

2.1.1.8 Composición de aminoácidos de la quinua

La calidad de la proteína depende en gran parte de la composición de sus aminoácidos y su digestibilidad; si una proteína es deficiente en uno o más aminoácidos esenciales, su calidad es más baja y el más deficiente de los aminoácidos esenciales de una proteína se denomina “aminoácido limitante”, el aminoácido limitante determina la eficiencia de utilización de la proteína presente en un alimento o en combinación de alimentos y si un aminoácido esencial es insuficiente en la dieta.

Tabla 1

Composición de aminoácidos de la quinua

| Aminoácidos (mg/g de proteína) | Quinua |
|-----------------------------------|--------|
| Fenilalanina | 42 |
| Histidina | 28.8 |
| Isoleucina | 35.7 |
| Leucina | 59.5 |
| Lisina | 54.2 |
| Metionina | 21.9 |
| Treonina | 29.8 |
| Triptófano | 11.8 |
| Valina | 42.1 |

Fuente: USDA/ARS (2014) (Pereira, Gonzáles, & Hernández, 2015)

La mayor importancia de la quinua radica en el contenido de aminoácidos que conforman su proteína (Lisina y Metionina), no siendo excepcionalmente alta en proteínas, aunque supera en este nutriente a otros cereales. Las leguminosas presentan mayor contenido de proteínas, pero de baja calidad. Siendo la quinua un grano de alto valor biológico.

Los valores nutricionales en 100 gr. de quinua, fluctúan en:

Humedad 10.2% a 12%

Proteínas 12.5% a 14%

Grasas 5.1% a 6.4%

Cenizas 3.3% a 3.4%

Carbohidratos 59.7% a 67.6%

Fibra 3.1% a 4.1%

El grano de quinua además es rico en Fósforo y Calcio. Los valores nutricionales del grano de quinua, están en función a la variedad. Así mismo, el grano de quinua en el pericarpio contiene un glucósido de sabor amargo llamado saponina, el mismo que se encuentra en un rango de 0.015% en variedades dulces a 0.178% en variedades amargas. (Leon, 2003)

2.1.1.10 Carbohidratos de la quinua

Los carbohidratos de la semilla de la quinua contienen entre 58 a 68% de almidón; se encuentran localizados en el perisperma en gránulos pequeños (2 μm), siendo más pequeños que los granos comunes; son parcialmente cristalinos e insolubles en agua a temperatura ambiente; los tamaños y formas dependen de la fuente biológica; es altamente digerible. (Rodríguez, 2015)

Las semillas de quinua contienen entre un 58 y 68% de almidón y un 5% de azúcares, lo que la convierte en una fuente óptima de energía que se libera en el organismo de forma lenta por su importante cantidad de fibra. El almidón es el carbohidrato más importante en todos los cereales. Constituye aproximadamente del 60 a 70% de la materia seca en la quinua, el contenido de almidón es de 58,1 a 64,2%. El almidón en las plantas se encuentra en la forma de gránulos. Los gránulos de cada especie tienen tamaño y forma característicos. Los gránulos del almidón de la quinua tienen un diámetro de 2 μm , siendo más pequeños que los granos comunes. El almidón de la quinua ha sido estudiado muy poco. Sería importante estudiar sus propiedades funcionales. La variación genética del tamaño de gránulo de almidón de la colección boliviana de quinua fluctuó entre 1 a 28 μm , permitiendo esta variable dar una orientación agroindustrial para realizar. (Bojanic, 2011)

2.1.1.11 Minerales de la quinua

Si se hace una comparación entre trigo, maíz, arroz, cebada, avena, centeno y quinua, en la quinua resalta el alto contenido de calcio, magnesio y zinc. La quinua es un alimento muy rico en:

- Calcio, fácilmente absorbible por el organismo (contiene más del cuádruple que el maíz, casi el triple que el arroz y mucho más que el trigo), por lo que su ingesta ayuda a evitar la descalcificación y la osteoporosis. El calcio es responsable de muchas funciones estructurales de los tejidos duros y blandos del organismo, así como de la regulación de la transmisión neuromuscular de estímulos químicos y eléctricos, la secreción celular y la coagulación sanguínea. Por esta razón el calcio es un componente esencial de la alimentación. El aporte diario recomendado de calcio es de 400 mg/día para niños de 6 a 12 meses a 1300 mg/día para adultos.
- Hierro: contiene el triple que el trigo y el quintuple que el arroz, careciendo el maíz de este mineral).
- Potasio (el doble que el trigo, el cuádruple que el maíz y ocho veces más que el arroz).
- Magnesio, en cantidades bastante superiores también al de los otros tres cereales.
- Fósforo: los niveles son parecidos a los del trigo pero muy superiores a los del arroz y, sobre todo, a los del maíz.
- Zinc: casi dobla la cantidad contenida en el trigo y cuadruplica la del maíz, no conteniendo el arroz este mineral. El contenido de zinc en el hombre adulto de 70 kg de peso es de 2 a 4 g.
- Manganeso: sólo el trigo supera en este mineral a la quinua mientras el arroz posee la mitad y el maíz la cuarta parte.

- Pequeñas cantidades de cobre y de litio. (Basantes, Lazo y Obando, 2014) y (Bojanic, 2011)

2.1.1.12 Vitaminas de la quinua

El contenido de vitaminas en el grano de quinua la vitamina A, que es importante para la visión, la diferenciación celular, el desarrollo embrionario, la respuesta inmunitaria, el gusto, la audición, el apetito y el desarrollo, está presente en la quinua en rango de 0,12 a 0,53 mg/100 g de materia seca

Contenido de vitaminas en el grano de quinua (mg/100 g de materia seca)

Vitamina A (carotenos) 0,12 – 0,53

Vitamina E 4,60 – 5,90

Tiamina 0,05 – 0,60

Riboflavina 0,20 – 0,46

Niacina 0,16 – 1,60

Ácido ascórbico 0,00 – 8,50. (Bojanic, 2011)

2.1.1.13 Proteínas

La quinua (*Chenopodium quinoa*), es un grano andino que se caracterizan por contener proteínas de alto valor biológico (aminoácidos esenciales disponibles al organismo animal para satisfacer su requerimiento durante una situación biológica) y valor nutricional (aminoácidos para síntesis de proteínas totales juntamente con otros nutrientes). Las necesidades de proteína en los alimentos fueron definidas en 1985 por el Comité de Expertos FAO/OMS/ONU, como "la dosis más baja de proteínas ingeridas en la dieta que compensa las pérdidas orgánicas de nitrógeno en personas que mantienen el balance de energía a niveles moderados de actividad física. En los niños y en las mujeres embarazadas o lactantes, se considera que las necesidades de proteínas

comprenden aquellas necesidades asociadas con la formación de tejidos o la secreción de leche a un ritmo compatible con la buena salud". (Rea, et al, 2004) y (Bujaico & Salinas, 2014).

2.1.1.14 Propiedades nutricionales de la quinua

Las proteínas poseen un papel fundamental en la nutrición, ya que proporcionan nitrógeno y aminoácidos que podrán ser utilizados para la síntesis de proteínas y otras sustancias nitrogenadas. Cuando se ingieren aminoácidos en exceso o cuando el aporte de hidratos de carbono y grasa de la dieta no es suficiente para cubrir las necesidades energéticas las proteínas se utilizan en la producción de energía. De los veinte aminoácidos de origen proteínico son ocho los considerados como indispensables para los adultos ya que deben ser suministrados por la dieta porque su velocidad de síntesis en el organismo humano es despreciable, los cuales son: leucina, isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano y valina. Los niños requieren además de histidina. El resto de los aminoácidos son denominados no indispensables porque el organismo puede sintetizarlos eficazmente a partir de los indispensables, siendo estos: glicina, alanina, ácido aspártico, ácido glutámico, asparagina, glutamina, cisteína, prolina, tirosina y serina.

En general se reconoce que las proteínas de origen animal son de mejor calidad que las de origen vegetal; sin embargo, se sostiene que las provenientes de leguminosas a pesar de ser ligeramente deficientes en metionina tienen una calidad aceptable. (Badui, 2006)

2.1.2 Cromatografía

La cromatografía es un método de separación de diferentes componentes de una muestra, este método logra la separación de los mismos a través del paso de una muestra por una fase estacionaria con la ayuda de la fase móvil, cada componente de la muestra tiene propiedades particulares que permitirá su interacción en forma diferente entre la fase estacionaria y móvil, de

esta forma cada componente se retrasa en forma particular y si el caudal, las características de la fase estacionaria, móvil y la longitud de la columna son las adecuadas se logrará la separación completa de todos los componentes de la muestra. El objetivo principal de un estudio de cromatografía es lograr la separación de todos los componentes en una muestra. (Universidad Central de Venezuela, 2008)

2.1.2.1 Cromatografía HPLC

La cromatografía líquida (HPLC), es una técnica utilizada para separar los componentes de una mezcla. Consiste en una fase estacionaria no polar (columna) y una fase móvil. La fase estacionaria es sílica. La fase móvil actúa de portador de la muestra. La muestra en solución es inyectada en la fase móvil. Los componentes de la solución emigran de acuerdo a las interacciones no-covalentes de los compuestos con la columna. Estas interacciones químicas, determinan la separación de los contenidos en la muestra. La utilización de los diferentes detectores dependerá de la naturaleza de los compuestos a determinar. (García y Marco, 2016).

2.1.2.2 Sistemas de cromatografía líquida (LC) UltiMate 3000

El sistema de cromatografía líquida de alta presión (HPLC) UltiMate 3000 ofrece compatibilidad con cromatografía líquida de ultra alta presión (UHPLC) para todos los módulos, asegurando así máxima performance para los usuarios y todos los laboratorios. Cubriendo flujos desde 20 nL/min hasta 10mL/min, y ofreciendo un amplio rango de bombeo, muestreo y módulos de detección, la serie UltiMate 3000 provee soluciones para todas sus necesidades de cromatografía. (Thermo scientific, 2010).

Control de sistemas mediante Dionex Chromeleon, un software de datos para cromatografía dotado de operatividad y funcionamiento inteligentes, Simply Intelligen.

Acoples Vipe y nanoViper incorporados a todos los sistemas con conexiones ajustadas a mano y de volumen muerto cero, incluso a las presiones de UHPLC. (Termino scientific, 2010).

2.1.3 Punto isoeléctrico

Es cuando las macromoléculas de la naturaleza adquieren una carga cuando se dispersan en agua. Una característica de las proteínas y otros biopolímeros es que la carga total que adquieren depende del pH del medio. Así, todas las proteínas tienen una carga neta dependiendo del pH del medio en el que se encuentren y de los aminoácidos que la componen, así como de las cargas de cualquier ligando que se encuentre unido a la proteína de forma covalente (irreversible). Debido a la composición en aminoácidos de la proteína, los radicales libres pueden existir en tres formas dependiendo del pH del medio: catiónicos, neutros y aniónicos. Cualquier proteína tendría una carga neta positiva si se encuentra en un medio lo suficientemente ácido debido a que los grupos COOH de los aminoácidos aspártico y glutámico estarían en su forma neutra pero los grupos amino de Arginina y lisina están protonados ($-\text{NH}_3^+$).

De igual forma si la proteína se encuentra en un medio con un pH muy alto estaría cargada negativamente ya que en este caso los grupos carboxilo estarían desprotonados (COO^-) y los grupos amino estarían en su forma neutra (NH_2). De lo anterior se deduce que las proteínas tienen un pH característico al cual su carga neta es cero. A este pH se le denomina punto isoeléctrico (pI). En el punto isoeléctrico (pI), se encuentran en el equilibrio las cargas positivas y negativas por lo que la proteína presenta su máxima posibilidad para ser precipitada al disminuir su solubilidad y facilitar su agregación. (UAM, 2018)

2.1 4 pH

Los alimentos se clasifican como ácidos o alcalinos de acuerdo al efecto que tienen en el organismo humano después de la digestión y no de acuerdo al pH que tienen en sí mismos. Es por esta razón que el sabor que tienen no es un indicador del pH que generaran en nuestro organismo una vez consumidos. (Reardon, 2019)

En los valores de pH por arriba y por debajo del pH isoelectrico, las proteínas tienen una carga neta positiva o negativa, respectivamente. En el punto isoelectrico las proteínas presentan una solubilidad mínima, que al graficar, permite observar curvas en forma de U. Algunas proteínas alimenticias, como b-lactoglobulina (pI 5.2) y albúmina sérica bovina (pI 5.3), son altamente solubles en su pH isoelectrico, porque no hay repulsión electrostática y contienen una alta concentración de residuos hidrofílicos en su superficie comparados con los no polares por lo que la proteína permanecerá soluble en su pI. No debe olvidarse que una proteína en su pI no es que no tenga carga, sino que las cargas positivas igualan a las negativas en su superficie. En este punto, si la hidrofílicidad y las fuerzas de repulsión por hidratación provenientes de estos residuos cargados son mayores que las interacciones hidrofóbicas proteína-proteína, la molécula se mantendrá soluble en su pI. (Badui, 2006)

2.1.5 Extracto proteico

Un extracto proteico es un material caracterizado por contener al menos el 90% de proteínas. Si se considera que las materias primas, a partir de las cuales se obtiene un aislado proteico, contienen una proporción mucho menor al 90% de proteínas, entonces el proceso de producción de un aislado proteico consiste básicamente en una concentración y/o purificación de la proteína de la fuente hasta lograr un valor del 90%. El uso o aplicación de un aislado proteico como ingrediente de un

alimento depende de su calidad. Por ello es necesario que una vez producido un aislado proteico, éste debe ser evaluado en dos sentidos: (1) desde el punto de vista nutritivo y (2) desde el punto de vista funcional. Cabe señalar que las condiciones de procesamiento para la obtención de un aislado proteico también influyen en la calidad de las proteínas. Las proteínas con una alta calidad nutritiva son adecuadas para usarse como fuente de proteína en los alimentos. (Ulloa *et al*, 2012)

2.1.6. Proteína

Las proteínas son macromoléculas las cuales desempeñan el mayor número de funciones en las células de los seres vivos. Forman parte de la estructura básica de tejidos (músculos, tendones, piel, uñas, etc.), durante todos los procesos de crecimiento y desarrollo, crean, reparan y mantienen los tejidos corporales; además desempeñan funciones metabólicas (actúan como enzimas, hormonas, anticuerpos) y reguladoras a saber: asimilación de nutrientes, transporte de oxígeno y de grasas en la sangre, eliminación de materiales tóxicos, regulación de vitaminas liposolubles y minerales, etc. (González, Téllez, Sampedro, & Nájera, 2007)

Las proteínas son uno de los nutrientes esenciales que debemos consumir para mantenernos vivos y sanos. Las que forman parte de alimentos cotidianos como, por ejemplo, los huevos, no solo proporcionan los aminoácidos necesarios para que nuestro cuerpo fabrique sus propias proteínas, sino que tienen efectos beneficiosos para la salud, pues evitan o reducen el riesgo de padecer determinadas enfermedades. Pero, además, también contribuyen a la textura de los alimentos, principalmente por sus propiedades espumantes, emulsionantes y gelificantes, que nos permiten preparar merengues, mayonesas o flanes. (López, 2014). (Santos, 2009)

2.1.6.1 Estructura de las proteínas

Todas las proteínas poseen una misma estructura química central, que consiste en una cadena lineal de aminoácidos. Lo que hace distinta a una proteína de otra es la secuencia de aminoácidos de que está hecha, a tal secuencia se conoce como estructura primaria de la proteína. La estructura primaria de una proteína es determinante en la función que cumplirá después, así las proteínas estructurales (como aquellas que forman los tendones y cartílagos) poseen mayor cantidad de aminoácidos rígidos y que establezcan enlaces químicos fuertes unos con otros para dar dureza a la estructura que forman.

Estructura primaria Viene determinada por la secuencia de aminoácidos en la cadena proteica, es decir, el número de aminoácidos presentes y el orden en que están enlazadas. Las posibilidades de estructuración a nivel primario son prácticamente ilimitadas. Como consecuencia del establecimiento de enlaces peptídicos entre los distintos aminoácidos que forman la proteína se origina una cadena principal o "esqueleto" a partir del cual emergen las cadenas laterales de los aminoácidos.

Estructura secundaria Es el plegamiento que la cadena polipeptídica adopta gracias a la formación de puentes de hidrógeno entre los átomos que forman el enlace peptídico. Los puentes de hidrógeno se establecen entre los grupos -CO- y -NH- del enlace peptídico (el primero como aceptor de H, y el segundo como donador de H). De esta forma, la cadena polipeptídica es capaz de adoptar conformaciones de menor energía libre, y por tanto, más estables.

Estructura terciaria Es la disposición tridimensional de todos los átomos que componen la proteína, concepto equiparable al de conformación absoluta en otras moléculas. La estructura terciaria de una proteína es la responsable directa de sus propiedades biológicas, ya que la

disposición espacial de los distintos grupos funcionales determina su interacción con los diversos ligandos. Para las proteínas que constan de una sola cadena polipeptídica (carecen de estructura cuaternaria), la estructura terciaria es la máxima información estructural que se puede obtener.

Estructura cuaternaria Deriva de la conjunción de varias cadenas peptídicas que, asociadas, conforman un multímero, que posee propiedades distintas a la de sus monómeros componentes. Dichas subunidades se asocian entre sí mediante interacciones no covalentes, como pueden ser puentes de hidrógeno, interacciones hidrofóbicas o puentes salinos. Para el caso de una proteína constituida por dos monómeros, un dímero, éste puede ser un homodímero, si los monómeros constituyentes son iguales, o un heterodímero, si no lo son. (Santos, 2009)

2.1.7 Aminoácidos

Los aminoácidos se llaman así porque son derivados aminados de ácidos carboxílicos. En los 20 aminoácidos comunes, los grupos amino y carboxilo están unidos al mismo átomo de carbono: el átomo de carbono α . Así, todos los aminoácidos estándar que contienen las proteínas son α - aminoácidos. Al carbono α se unen otros dos sustituyentes: un átomo de hidrógeno y una cadena lateral (R) que es única para cada aminoácido. En los nombres químicos de los aminoácidos, los átomos de carbono se identifican con números que comienzan en el átomo de carbono del grupo carboxilo. (Horton *et al*, 2008), (Angulo, 2011)

2.1.7.1. clasificación de los aminoácidos

Aminoácidos esenciales: Los aminoácidos esenciales no los puede producir el cuerpo. En consecuencia, deben provenir de los alimentos.

Los 9 aminoácidos esenciales son: histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina.

Aminoácidos no esenciales: No esencial significa que el cuerpo humano producen un aminoácido, aun cuando no lo obtengamos de los alimentos que consumimos.

Los aminoácidos no esenciales incluyen: alanina, asparagina, ácido aspártico y ácido glutámico.

aminoácidos condicionales: los aminoácidos condicionales por lo regular no son esenciales, excepto en momentos de enfermedad y estrés.

Los aminoácidos condicionales incluyen: arginina, cisteína, glutamina, tirosina, glicina, ornitina, prolina y serina. (Tango, 2017)

2.2 Glosario del marco conceptual

Quinoa: es un cereal que tiene un alto contenido de proteínas, con un buen perfil de aminoácidos, un alto contenido de lípidos insaturados con una relación muy saludable entre ellos. (Repo de Carrasco, 2014)

Aminoácidos: Las unidades más simples de la estructura química común a todas las proteínas son los aminoácidos, Existen veinte aminoácidos distintos (en realidad hay más, pero para el organismo humano se suele hablar de estos veinte), que pueden combinarse en cualquier orden y repetirse de cualquier manera. (Dergal, 2006)

Proteínas: Son biomoléculas formadas por cadenas lineales de aminoácidos, son macromoléculas que desempeñan el mayor número de funciones en las células en seres vivos, forman parte de la estructura básica de tejidos como: músculos, tendones, piel, uñas, etc. (González, *et al.*, 2007)

Punto isoeléctrico: Se define como el pH en el cual el número de cargas positivas se iguala al número de cargas negativas que aportan los grupos ionizables de una molécula o proteína. En el punto isoeléctrico la carga neta de la molécula y/o proteína es cero (0). (UAM, 2018)

Extracto proteico: Concentrado de proteínas, producto de una extracción con un disolvente solubles. (Cardenas, 2013)

2.3. Antecedentes de la investigación

2.3.1 Antecedentes nacionales

Molina (2018) en su estudios de *“Influencia del pH en la extracción de aislado proteico de quinua (Chenopodium quinoa Willd) de las variedades blanca de Juli y Pasankalla”* cuyo objetivo fue de evaluar las condiciones óptimas para la extracción del aislado de los granos quinua de las variedades blanca de Juli y Pasankalla e investiga las propiedades tecnofuncionales y el análisis de grupos funcionales, utilizando la metodología de extracción del aislado proteico de quinua con el tratamiento de pHs, llegando a los resultados de que la variedades blanca de Juli y Pasankalla presentan un pH de solubilidad de 9, y mostrando su punto isoeléctrico para ambas variedades de pI 5.

Tovar *et al.* (2017) realizaron los estudios en *“Evaluación del efecto del proceso de extrusión en harina de quinua (Chenopodium quinoa Willd) normal y germinada”* cuyo uno de sus objetivos fue determinar la cantidad de ceniza de la quinua aplicando el metodo de incineracion obteniendo como resultados 2.47% a 3.18% de cenizas en la etapa de normal y de germinacion respectivamente concluyendo que existe incremento en ceniza de la quinua en la etapa de germinacion.

Tapia y Taco (2016) realizaron el estudio de *“Aislamiento de proteínas de quinua ecuatoriana (Chenopodium quinoa Willd) variedad INIAP Tunkahuan con remoción de compuestos fenólicos, para uso potencial en la nutrición y salud humanas”*, cuyo objetivo fue estudiar diferentes procedimientos de aislamiento de proteínas de la harina integral de quinua ecuatoriana (variedad INIAP Tunkahuan), aplicaron el método de electroforesis en gel de poliacrilamida – sulfato dodecil de sodio (SDS-PAGE), como resultado mencionan que la quinua analizada tiene un

contenido proteico de $14,15 \pm 0,28$ %; el aislado presentó cantidades de proteína total y el tratamiento ácido previo removió notablemente los compuestos fenólicos, no se alteró la cantidad de proteínas aisladas ni el tipo de proteínas extraídas, siendo éstas en su mayoría albúminas (66kDa) y globulinas (55 kDa). Indican que el aislado proteico de quinua es un ingrediente prometedor y altamente nutritivo con potencial para suplementos alimenticios de alto valor agregado

Nazate (2016) realizó el estudio de: “*obtención de proteína hidrolizada de chenopodium quinoa willd a partir de un aislado proteico*”, cuyo objetivo fue obtener proteína hidrolizada de quinua a partir de un aislado proteico, se aplicó el método para la obtención de un aislado proteico por precipitación isoeléctrica y por vía enzimática, se determinó los parámetros tecnológicos para la obtención de un hidrolizado proteico y se evaluó las propiedades funcionales, nutricionales del hidrolizado, teniendo los siguientes resultados la solubilizarían alcalina de la proteína a pH 8, 9 y 10 con Na(OH) 1N a 1 y 2 horas de solubilidad, presentan contenidos de sólidos solubles en todos los tratamientos. Determinó que por vía enzimática se obtiene mayor rendimiento con relación al método isoeléctrico. Mediante el método isoeléctrico, el tratamiento con mayor rendimiento en aislado proteico es con los parámetros: solubilización a pH 9 y precipitación isoeléctrica a pH 4,5 dando un rendimiento promedio 12,48% de aislado proteico.

Velosa et al. (2016) quienes realizaron el estudio de “*respuesta morfoagronómica y calidad en proteína de tres accesiones de quinua (chenopodium quinoa willd.) en la sabana norte de Bogotá*”, cuyo objetivo fue de aportar al conocimiento del cultivo, se evaluaron características de rendimiento, de calidad, de variación morfológica y de desarrollo fenológico, de tres accesiones de quinua, denominadas Piartal, Nariño y Bolivia, para ello se aplicó el método de registro

información de características, según los descriptores para quinua, propuestos por Bioversity International FAO, PROIMPA, INIAF y FIDA, llegando a la conclusión de que las características morfológicas (CPF, CPM, CA, CE) muestran diferencias para las tres accesiones; sin embargo, no se asocian con componentes de rendimiento y los materiales estudiados presentaron características de rendimiento y de calidad destacados, comparado con genotipos bolivianos, de amplia variabilidad.

Quispe (2016) quien realizó estudio en “*Evaluación comparativa del contenido protéico, compuestos fenolicos y capacidad antioxidante de dos variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd) organica y convencional*”, cuyo objetivo fue determinar el contenido proteico, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de dos variedades de quinua en grano desaponificado procedente de producción orgánica y convencional, para ello se aplico el metodo de Para la determinación del porcentaje de proteínas se realizó con el método Semimicro Kjeldahl, teniendo los siguientes resultado:

Tabla 2

Porcentaje de proteína en diferentes variedades de quinua

| VARIEDAD Y PROCEDENCIA | %PROTEINA X ± S |
|--------------------------------------|--------------------|
| Quinua Salcedo INÍA grano - Puno | 12.9587 ± 0.135212 |
| Quinua Salcedo INÍA grano – Arequipa | 11.8658 ± 0.135212 |
| Quinua Pasankalla grano – Puno | 13.7394 ± 0.135212 |
| Quinua Pasankalla grano - Arequipa | 11.9439 ± 0.234194 |

Fuente: Quispe 2016

Llegando a la conclusión de la quinua en grano procedente de producción orgánica conserva mayor contenido proteico que convencional en la variedad Salcedo INIA y Pasankalla con 1.09% y 1.79% más respectivamente.

Barrial (2014) realizó el estudio de “*influencia del pH en la extracción de aislado proteico de quinua (Chenopodium quinoa Willd) de las variedades blanca Junín y rosada Junín*” cuyo objetivo fue realizar el análisis del perfil de aminoácidos de la proteína aislada de las variedades blanca Junín y rosada Junín, para ello se aplicó análisis se realizó con el Método de Cromatografía Líquida de Alta Performance (HPLC), obteniendo las siguientes conclusiones: el estudio de la influencia de pH en la extracción del aislado proteico de quinua variedad blanca Junín fue de pH 8.5 y rosada Junín fue de pH 9, demuestra que los niveles de pH alcalino en la solubilización de proteína tienen efecto estadísticamente significativo en la extracción de la proteína en la quinua, la precipitación proteica a pH ácido fue de 4.5, este pH no influye en la extracción de proteína es decir los niveles de pH ácido son iguales estadísticamente para la extracción de la proteína y se realizó el análisis el perfil de aminoácido de la proteína extraída de *Chenopodium quinoa Willd* (variedad blanca Junín) y de la proteína extraída de *Chenopodium quinoa Willd* (variedad rosada Junín), encontrándose en la muestra de estudio los siguientes aminoácidos.

Tabla 3
Aminograma de la quinua variedades blanca Junín y rosada Junín

| aminoácidos | *** | *** |
|-----------------|----------------------|----------------------|
| | Blanca Junín (µg) | Rosada Junín (µg) |
| Valina | 0,0152 | 0,0236 |
| Alanina | 0,0455 | 0,0512 |
| Arginina | 0,0269 | 0,0204 |
| Ácido aspártico | 0,0517 | 0,0564 |
| Ácido glutámico | 0,0755 | 0,1149 |
| Glicina | 0,1263 | 0,1731 |
| Histidina | 0,0911 | 0,1432 |
| Isoleusina | 0,0157 | 0,0196 |
| Leucina | 0,0585 | 0,0850 |
| Lisina | 0,1261 | 0,1621 |
| Metionina | 0,0216 | 0,0258 |
| Fenilalanina | 0,0349 | 0,0882 |
| Prolina | 0,0045 | 0,0048 |
| Serina | 0,0451 | 0,0530 |
| Treonina | 0,0187 | 0,0213 |

Fuente: Barrial 2014

Navarrete y Suasnavas (2015) quienes realizaron estudio en “*Análisis filogenético de quinua silvestre (Chenopodium quinoa Will) utilizando el gen rpoB en muestras provenientes de las provincias de Carchi, Imbabura, Cotopaxi y Chimbotazo*”, cuyo objetivo fue de análisis filogenético las relaciones presentes en la de quinua silvestre (*Chenopodium quinoa Will*) utilizando el gen rpoB en muestras provenientes de las provincias de Carchi, Imbabura, Cotopaxi y Chimbotazo, para se aplico el metodo de la electroforesis para visualizar los fragmentos de ADN para su estudio, llegando a la conclusion de que la quinua silvestre se la cataloga como una mala hierba desarrollándose conjuntamente con plantas cultivadas como el trigo, por lo tanto los sitios muestreados fueron lugares donde existía un cultivo de *Amarantaceae* o de trigo, debido a que así existe una mayor probabilidad de encontrar a ese pseudocereal de interés.

Choque (2013) quien realizo el estudio de “*Cuantificación de los compuestos antioxidantes fenólicos y selenio en quinua (Chenopodium quinoa Willd)*” cuyo objetivo fue cuantificar los compuestos de antioxidantes fenólicos y selenio en granos de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) de la región del Altiplano centro-andino de boliviano (zonas Norte, Central y Sur) mediante la aplicación de técnicas de laboratorio del CEIQA – Centro de estudios e Investigaciones en Química de Alimentos del Instituto de Investigaciones Químicas (IIQ) de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales UMSA – La Paz, Bolivia para ello se aplico el metodo de cuantificación de antioxidantes por los métodos ABTS, FRAP, DPPH y TPC. Llegando a la conclusión de que la actividad antioxidante determinada en extracto etanólico mediante el método ABTS, muestra un valor inferior de 0.21 ± 0.02 perteneciente al ecotipo de la quinua negra y un valor superior de 0.96 ± 0.02 $\mu\text{mol ET/g}$ muestra para el ecotipo Real Blanca. Además presentan valores superiores a los reportados para otros cultivos andinos: amaranto 0.018; patata 0.22 y arracacha 0.4 μmol

Condo (2013) quien realizo estudios en “*estudio comparativo de rendimiento de cuatro compuestos y dos líneas avanzadas de quinua (chenopodium quinua willdenow) bajo condiciones de kaira*”. El trabajo se ha realizado en el distrito de San Jerónimo –Cusco, en condiciones de la granja Kayra, el objetivo fue determinar el potencial de rendimiento del grano y las fases fenológicas de 6 variedades de quinua, se aplicó el método de sembrado por bloques, obteniendo las siguientes conclusiones de los resultados obtenidos se puede concluir que los seis tratamientos en estudio en cuanto a rendimiento de grano son estadísticamente iguales hasta un 99% de confianza. De las 6 variedades de estudió dos son CICA 17 y 18 frente a otras variedades CICA.

Núñez (2011) quién realizó un estudio de comparativo de “*rendimiento de dieciséis selecciones de quinua (chenopodium quinua willdenow) en condiciones de la provincia de Paruro. El trabajo realizado en el distrito de Paruro –Cusco*”, cuyo objetivo fue determinar el potencial de rendimiento del grano y las fases fenológicas de dieciséis selecciones de quinua de las variedades de quinua, las semillas fueron proporcionadas por el programa de investigación en cultivos andinos (CICA) de la Universidad Nacional de san Antonia Abad del Cusco ubicado en la granja Kayra en noviembre del 2009, para ello se aplicó el método de diseño experimental cultivo de bloques. Obteniendo la siguiente conclusión: el mayor rendimiento se encontró por las variedades de CICA 117, CICA 127 Y CICA 17 en comparación a las demás variedades de quinua.

2.3.2 Antecedentes internacionales

Quiroga y Escalera (2010) quienes en su investigación realizaron la “*evaluación de la calidad nutricional y morfología del grano de variedades amargas de quinua beneficiadas en seco, mediante el novedoso empleo de un reactor de lecho fluidizado de tipo surtidor*” con el objetivo de determinar las la morfología realizaron el método de un Estereomicroscopio Binocular,

Olympus 4R0185 (Olympus, Japón), que tenía una cámara fotográfica acoplada a uno de los binoculares. Los granos fueron examinados a diferentes aumentos. Los resultados muestran claramente que los factores preponderantes en la remoción de saponinas son el diámetro de reactor, el diámetro de la boquilla, seguido del ecotipo. Las condiciones óptimas de procesamiento se dan en los intervalos de 1,4 a 1,8 mm para el diámetro de boquilla y 7,5 a 12,5 cm para el diámetro de reactor y una altura de lecho de 12,5 cm, se puede concluir que la quinua beneficiada en el reactor de lecho fluidizado de tipo surtidor tiene una calidad igual o mejor a la quinua que ha sido escarificada, lavada y secada durante el beneficiado.

Silva (2006) quien realizó el estudio de “*obtención, caracterización y relación estructura – funcionalidad de un aislado proteico de quinua (chenopodium quinoa) orgánica proveniente de la VI región de Chile*” con uno de sus objetivos que fue determinar la composición proximal de (*chenopodium quinoa*) orgánica proveniente de la VI región de Chile, para ello se aplicó los métodos de cenizas, según método oficial de análisis de AOAC Internacional, 923.03 método directo, humedad: según método oficial de análisis de AOAC Internacional, 935.29, método gravimétrico, carbohidratos, método colorimétrico de reacción de antrona, y proteínas por el método de kjeldahl, llegando a los siguientes resultados

Tabla 4

Composicion proximal del aislado proteico de quinua

| Composición del aislado | % |
|-------------------------|------------|
| Proteina | 14.7 ± 0,5 |
| Huendad | 11.7 ± 0.5 |
| Cenizas | 1.4 ± 0.03 |
| Hidratos de Carbono | 62.2 |
| Grasa | 5.2 ± 0.09 |

Fuente: Araneda, 2004 citado por Silva 2006

Rivera (2006) quien indica que en sus estudios de “obtención, caracterización estructural y determinación de las propiedades funcionales de un aislado proteico de quinua orgánica (*chenopodium quinoa*)” cuyo objetivo fue de obtener un aislado proteico a partir de quinua orgánica y estudiar sus proteínas desde el punto de vista estructural y funcional, para producir conocimiento que permita incorporar estas proteínas, de alto valor nutricional, en alimentos destinados al consumo humano, para ello aplico el método de hidrolizar las muestras con ácido clorhídrico 6N, durante 24 horas, a 110°C. Posteriormente, el ácido se evaporó a sequedad y los aminoácidos se solubilizaron con tampón de borato de sodio 1M (pH 9,0), aforando a 25 e inyectar a la cromatografía HPLC, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 5

Aminograma de quinua variedad A9

| aminoácidos | **A9 g/100 g proteína |
|--------------------|--------------------------|
| Triptófano | |
| Tirosina | 2,71 |
| Valina | 3,86 |
| Alanina | 2,91 |
| Arginina | 7,59 |
| Ácido aspártico | 6,16 |
| Cisteína | 0,45 |
| Ácido glutámico | 12,67 |
| Glicina | 4,10 |
| Histidina | 1,98 |
| Treonina | 3,34 |
| Isoleucina | 3,30 |
| Leucina | 5,61 |
| Lisina | 4,01 |
| Metionina | 1,68 |
| Glutamato | |
| Fenilalanina | 3,43 |
| Prolina | 0,004 |
| Serina | 3,98 |
| Treonina | |

Fuente: Rivera (2006)

Parker (2005) quien indica: que sus estudios de “*obtención y caracterización de la harina integral de quinoa orgánica*” cuyo objetivo fue de caracterizar la harina de quinoa orgánica para conocer sus cualidades nutricionales y funcionales, para ello se aplicó el método de tratamiento a la muestra que consiste en una hidrólisis ácida y una posterior derivatización. Finalmente, la muestra obtenida fue analizada por HPLC, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 6
Aminograma de quinua variedad LPC/p y LPs/p

| Aminoácidos | LPC/p g/100g muestra fresca | LPs/p g/100g muestra fresca |
|---------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Ac. Aspártico | 1,1 | 0,8 |
| Ac. Glutámico | 2.2 | 1.5 |
| Serina | 0.6 | 0.5 |
| Histidina | 0.4 | 0.2 |
| Glicina | 0.8 | 0.6 |
| Treonina | 0.7 | 0.5 |
| Arginina | 1.3 | 0.8 |
| Alanina | 0.6 | 0.4 |
| Tirosina | 0.5 | 0.3 |
| Valina | 0.7 | 0.5 |
| Metionina | 0.3 | 0.2 |
| Cistina | 0.1 | 0.1 |
| Isoleusina | 0.5 | 0.4 |
| Leucina | 0.9 | 0.7 |
| Fenilalanina | 0.6 | 0.4 |
| Lisina | 0.8 | 0.6 |

Fuente: Parker, 2005

Se observa que la harina de quínoa contiene todos los aminoácidos esenciales (a excepción de triptófano) lo que convierte a la quinua en uno de los alimentos más completos de la naturaleza llegando a la conclusión que la harina de quínoa estudiada presentó un alto porcentaje de proteínas, superando generalmente los valores descritos en la bibliografía.

CAPITULO III

HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis

a. Hipótesis general

El porcentaje del extracto proteico es elevado y la composición en aminoácidos esenciales es alta en dos variedades de *Chenopodium quinoa Willd*, Variedad CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada en Ocongate). Del Centro de Investigación de Cultivos Andinos de la UNSAAC.

b. Hipótesis específicas

1. El análisis proximal de las muestras de quinua (humedad, carbohidratos, grasa, fibra, ceniza y proteína), tienen características nutricionales diferentes.
2. Por el método del punto isoeléctrico se tiene un alto rendimiento de proteínas de los extractos proteicos de las dos nuevas variedades de quinua *Chenopodium quinoa Willd*, CICA 17 y CICA 18
3. Por el método de instrumental HPLC se encontró gran concentración de aminoácidos esenciales de las nuevas variedades de *Chenopodium quinoa Willd*, CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada).

3.2 Identificación de variables

Variable dependiente

Extracto proteico

Indicadores

Aminograma (aminoácidos)

Variables independientes

pH

Indicador

- Ácido
- Básico
- Neutro

pI

Indicador

- Concentración de extracto (porcentaje)

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1. **Ámbito de estudio:**

- Los análisis se realizaron en el laboratorio de Fitoquímica del Departamento Académico de Química, de la universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Los análisis de laboratorio para la cuantificación de aminoácidos se realizaron en el laboratorio CERPER PERÚ.

4.2. **Tipo y nivel de investigación**

Con el objetivo determinar la composición de aminoácidos de extractos proteicos de dos variedades de quinua (*chenopodium quinoa Willd*), CICA 17 y CICA 18, se realizó un estudio descriptivo con dos grupos de extractos proteicos, con un diseño comparativo entre las dos nuevas variedades de *chenopodium quinoa Willd*, procedentes del Centro de Investigación de Cultivos Andinos UNSAAC, que no fueron estudiadas a nivel de composición en aminoácidos.

4.2.1 **Diseño de la investigación:**

El diseño comparativo para describir la composición en aminoácidos, es la siguiente:

G₁ X O₁

G₂ X O₂

G₃ X O₃

Dónde:

G₁: Muestra CICA 17.

G₂: Muestra CICA 18 (no cultivada)

G₃: Muestra CICA 18 (cultivada en Ocongate)

X: Separación por cromatografía del hidrolizado de proteína de la muestra, método instrumental HPLC.

O₁: Aminograma CICA 17.

O₂: Aminograma CICA 18 (no cultivada)

O₃: Aminograma CICA 18 (cultivada en Ocongate)

4.3. Población de estudio

La población de estudio fue de dos variedades de quinua otorgadas por el Centro de Investigación de Cultivos Andinos de la granja Kayra UNSAAC:

Semilla de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) variedad de CICA 17

Semilla de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) variedad de CICA 18 (no cultivada)

Semilla de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) variedad de CICA 18 (cultivada en Ocongate)

4.4 Muestra

Para este estudio se utilizó dos kilos de muestra vegetal por cada variedad de quinua, un kilo de cada variedad fue enviada al laboratorio CERPER, para el análisis de los aminoácidos por cromatografía HPLC y el kilo restante fue utilizado para el análisis proximal en el laboratorio de fitoquímica de la UNSSAC.

4.5 Técnicas de selección de muestra

Se tomaron como muestra las semillas secas, debidamente certificados (anexo 1) y en buenas condiciones de almacenamiento otorgadas por el Centro de Investigación de Cultivos Andinos, ubicado en la granja Kayra- UNSAAC. Se excluyeron las semillas de *Chenopodium quinoa Willd.*,

de las variedades de CICA 17 y CICA 18 (cultivada y no cultivada), que no se encuentran en buen estado de almacenamiento y/o los que presentaron signos de humedad y semillas de las cosechas de años pasados, desde antes del 2016; también fueron excluidos las semillas que se encontraron con presencia de otros cuerpos extraños.

4.6 Materiales, reactivos e instrumentos de laboratorio

4.6.1 Materiales:

- Cámara fotográfica.
- Recipiente de plástico de 4 L.
- Libreta de anotaciones.
- Placas petri de vidrio.
- Balón de vidrio de 2000 mL.
- Balon de digestión de kjeldahl
- Vaso de precipitados de 50,100 mL.
- Bureta de vidrio de 25 mL.
- Soporte universal.
- Matraz Erlenmeyer de 100 mL.
- Fiolas de 25 y 50 mL.
- Pipetas de vidrio de 1 y 5mL.
- Micropipetas de 1, 2 μ L.
- Cámara cromatográfica.
- Picnómetro de vidrio de 10 mL.
- Recipientes de plástico de 250 mL.

4.6.2 Reactivos

- Solución estándar de KOH 0,0136 N.
- Solución etanolica de KOH 0,1 N.
- Solución estándar de HCl 0,0958 N.
- Solución de NaOH 01N
- Solución de NaOH al 50%
- Indicador fenolftaleína
- Indicador rojo de metilo
- Catalizador (SeO_2 , K_2SO_4 , CuSO_4 o $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)
- Solución estándar de ácido HCl 0.1 N
- Ácido sulfúrico concentrado (Q.P.)

4.6.3 Instrumentos y Equipos

- Balanza analítica
- Equipo soxhlet
- Equipo kjeldahl
- Estufa

4.6.4 Materiales biológicos

- Semilla de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) variedad de CICA 17
- Semilla de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) variedad de CICA 18 (no cultivada)
- Semilla de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) variedad de CICA 18 (cultivada en Ocongate)

4.7 Determinación del punto Isoeléctrico

4.7.1 Obtención de la harina de quinua y desengrasado

Los granos de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) de las variedades CICA 17 y CICA 18 se sometieron a la molienda y tamizado en malla número #100 ASTM de apertura 150 μm , considerado específico para harinas (Espinoza y Quispe, 2013). Este procedimiento permitió mejorar el grado de extracción de la proteína.

La harina obtenida de las muestras, se sometió a desengrasado mediante sistema Soxhlet utilizando hexano como disolvente.

4.7.2 Determinación del pH de mayor solubilidad de proteínas

La solubilización de las proteínas de la harina de quinua se realizó en medio alcalino, siguiendo la metodología descrita por Barrial (2014). Para solubilizar las proteínas se suspendió 1 g de muestra en 4.5 mL de agua destilada, en seis recipientes y se ajustó el pH de cada recipiente a 8,0; 8,5; 9,0; 9,5; 10,0 y 10,5 con NaOH a 1 N, luego fueron aforados los volúmenes a 5 mL con agua destilada, se mantuvieron constantes la relación muestra/disolvente (1:5); la mezcla se llevó a baño isotérmico a temperatura de 50 °C por 30 minutos, luego se agitó en agitador magnético durante 30 minutos. Luego la solución se enfrió y se centrifugó a 4000 rpm durante 30 min.

La cantidad de proteína solubilizada en los diferentes pH, se detectó por la prueba por ácido tricloroacético ($\text{C}_2\text{HCl}_3\text{O}_2$) al 1% una reacción específica para proteínas. Para la determinación del punto isoelectrico, las proteínas de la muestra fueron solubilizadas en el pH que solubilizó y precipito mayor cantidad de proteínas.

4.7.3 Determinación del pH isoelectrico de las proteínas

Teniendo como referencia lo realizado por Barrial, (2014) el pH isoelectrico de mayor precipitación de las proteínas fue determinado, por el siguiente procedimiento:

En cada uno de los seis recipientes, se colocó 9.5 mL de la solución alcalina de proteínas y cada solución se ajustó a valores de pH a 4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0 y 6,5 con adición de HCl 1N, luego se aforaron los volúmenes a 10 mL con agua destilada. Las soluciones fueron agitadas con agitador magnético por 10 minutos para lograr la precipitación de las proteínas y se sometieron a centrifugación por 30 minutos a 4000 rpm.

El punto isoelectrico de la proteína, es aquel pH de la solución en el que precipitó la mayor cantidad de proteína. (Miller, 2001)

4.8 Determinación la composición de aminoácidos las variedades de quinua por cromatografía HPLC

Para la determinación de los aminoácidos se envió aproximadamente un kilo de cada muestra, de las tres variedades de quinua de *Chenopodium quinoa Willd*, CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada en Ocongate), del Centro de Investigación de Cultivos Andinos de la UNSAAC, al laboratorio CERPER (certificaciones Perú).

Realizando el método de cromatografía de IC-UV que consistió en el intercambio iónico se lleva a cabo con empaques de columna que tiene grupos funcionales cargados unidos a una matriz polimérica. La fase estacionaria con grupos funcionales enlazados en forma permanente y asociados con iones de carga opuesta. El mecanismo de retención más común es el intercambio

simple de los iones de la muestra y de la fase móvil con el grupo cargado de la fase estacionaria. (UNAM, 2007)

Para la determinación de la composición de aminoácidos se utilizó la técnica ISO 13903: 2005 que describe el procedimiento de la determinación de aminoácidos libres (sintéticos y naturales) y totales (unidos a péptidos y libres) en alimentos, utilizando el equipo de HPLC. Se identificaron y cuantificaron los siguientes aminoácidos: suma de cistina y cisteína; metionina; lisina; treonina; alanina; arginina; ácido aspártico; ácido glutámico; glicina; histidina; isoleucina; leucina fenilalanina; prolina serina, tirosina, valina. La identificación de los aminoácidos se realizó en comparación con los estándares correspondientes. (Organización Internacional de Normalización, 2005)

CAPITULO V

RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

5.1. Del análisis proximal de las muestras de quinua

5.1.1 De humedad

Los resultados de la determinación del porcentaje de humedad de las variedades de *Chenopodium quinoa Willd.*, (quinua), CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada en Ocongate), se muestran en la tabla 7.

Tabla 7

Resultados del porcentaje de humedad de las muestras de quinua

| Especie | Quinua | | | Quinua | | | Quinua | | |
|----------|---------------|---------|---------|---------------|---------|---------|------------------|---------|---------|
| | CICA 17 Kayra | | | CICA 18 Kayra | | | CICA 18 Ocongate | | |
| vegetal | Muestra | Muestra | Muestra | Muestra | Muestra | Muestra | Muestra | Muestra | Muestra |
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| M1 | 10.02 g | 10 g | 10.01 g | 10.02 g | 10.04 g | 10.03 g | 10.03 g | 10.04 g | 10g |
| M2 | 8.79 | 8.794 | 8.789 | 8.706 | 8.711 | 8.710 | 8.84 | 8.806 | 8.8 |
| %H | 12.13 | 12.06 | 12.11 | 12.96 | 12.93 | 12.93 | 11.90 | 11.98 | 12.00 |
| Promedio | | | | | | | | | |
| %H | | 12.10 | | | 12.94 | | | 11.96 | |

Fuente: Propia

Nota: M1 = Peso de muestra fresca, M2 = Peso de muestra seca y % H = Porcentaje de humedad. La determinación fue por triplicado

El porcentaje de humedad fue determinado por el Método Gravimétrico, para ello se analizaron tres muestras de cada especie vegetal de *Chenopodium quinoa Willd.*, (quinua) CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada en Ocongate); obteniéndose para la variedad CICA 17 Kayra un promedio de porcentaje de humedad de 12.10, para la variedad CICA 18 Kayra un promedio de porcentaje de humedad de 12.94 y para la variedad CICA 18 Ocongate un promedio de 11.96.

Silva (2006) determinó que el porcentaje de humedad para *Chenopodium quinoa* fue de 6.8%, se puede ver que es aproximadamente la mitad de los hallados en este estudio; Esta diferencia significativa podría deberse a las variedades de la especie vegetal y a las diferencias de lugares. Sin embargo Leon (2003) indica en sus reportes que la humedad de la quinua varía entre 10.2% y 12%, estos valores se asemejan más a los hallados en el presente estudio.

Un valor mínimo de humedad indica que en los granos de quinua no presentan un alto contenido de agua, lo que indica que los granos de quinua se encuentran en un estado de buena conservación, por lo cual es poco probable que puedan encontrarse formas de vida externas (hongos) que alteren las muestras vegetales.

5.1.2 De grasa

Los resultados de la determinación del porcentaje de grasa de las variedades de *Chenopodium quinoa Willd.*, (quinua), CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada en Ocongate), se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8

Resultados del porcentaje de grasa de las muestras de quinua

| Especie vegetal | Quinua CICA 17 Kayra | | | Quinua CICA 18 Kayra | | | Quinua CICA 18 Ocongate | | |
|-----------------|----------------------|---------|---------|----------------------|---------|---------|-------------------------|---------|---------|
| | Muestra | Muestra | Muestra | Muestra | Muestra | Muestra | Muestra | Muestra | Muestra |
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| M | 10.01 g | 10.04 g | 10.02 g | 10 g | 10.02 g | 10 g | 10.03 g | 10.01 g | 10 g |
| P | 11.02 | 10.99 | 11.121 | 11.1 | 10.925 | 11.14 | 11.123 | 10.98 | 11.25 |
| p | 10.413 | 10.349 | 10.509 | 10.488 | 10.308 | 10.527 | 10.518 | 10.373 | 10.638 |
| G% | 6.07 | 6.11 | 6.12 | 6.12 | 6.17 | 6.13 | 6.05 | 6.07 | 6.12 |
| Promedio %G | 6.1 | | | 6.14 | | | 6.08 | | |

Fuente: Propia

Nota: P = Masa en gramos del matraz con grasa, p = Masa en gramos del matraz sin grasa, M = Masa en gramos de la muestra. La determinación fue por triplicado.

El porcentaje de grasa se determinó por el método de Soxhlet, para ello se analizaron tres muestras de cada especie vegetal de *Chenopodium quinoa Willd.*, (quinua), CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada en Ocongate), obteniéndose los siguientes resultados: para 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.

Según León (2003) indica que los valores para quinua en grasa son de 5.1% a 6.4% los resultados encontrados son similares a los obtenidos por (León, 2003) que fluctúan entre 6.1% y 6.14% de porcentaje de grasa.

5.1.3 De ceniza

Los resultados de la determinación del porcentaje de ceniza de las variedades de *Chenopodium quinoa Willd.*, (quinua), CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada en Ocongate), se muestran en la tabla 9.

Tabla 9

Resultados del porcentaje de cenizas de las muestras de quinua

| Especie vegetal | Quinua CICA 17 Kayra | | | Quinua CICA 18 Kayra | | | Quinua CICA 18 Ocongate | | |
|-----------------|----------------------|----------|----------|----------------------|----------|----------|-------------------------|----------|----------|
| | Crisol 1 | Crisol 2 | Crisol 3 | Crisol 1 | Crisol 2 | Crisol 3 | Crisol 1 | Crisol 2 | Crisol 3 |
| P ₀ | 30.44 | 30.24 | 30.30 | 30.40 | 30.26 | 30.32 | 30.41 | 30.23 | 30.30 |
| P ₁ | 35.47 | 35.28 | 35.32 | 35.42 | 35.29 | 35.36 | 35.43 | 35.35 | 35.33 |
| P | 31.72 | 31.54 | 31.64 | 31.68 | 31.56 | 31.62 | 31.68 | 31.56 | 31.64 |
| Ceniza% | 2,50 | 2,48 | 2,55 | 2,48 | 2,51 | 2,45 | 2,47 | 2,42 | 2,43 |
| Promedio | | | | | | | | | |
| Cenizas% | | 2.51 | | | 2.48 | | | 2.44 | |

Fuente: Propia

Nota: P₀ = Peso del crisol, P₁ = Peso del crisol + muestra, P = Peso del crisol + muestra incinerada. La determinación fue por triplicado

Se determinó porcentaje de ceniza, se analizaron tres muestras de cada especie vegetal de *Chenopodium quinoa Willd.*, (quinua), CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada en Ocongate)

Quinua obteniéndose los siguientes resultados: para la variedad de la quinua CICA 17 Kayra se obtuvo un promedio de porcentaje de ceniza de 2.51, para la variedad de quinua CICA 18 Kayra de 2.48 y para la variedad de quinua CICA 18 Ocongate se obtuvo un promedio de porcentaje de ceniza de 2.44.

Tovar (2017) determinó que el porcentaje de ceniza es de 2.47% datos similares a los resultados de las dos variedades de quinua estudiadas CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada en Ocongate) que oscilan entre 2.44% a 2.51% de cenizas.

Las cenizas en los alimentos están constituidas por el residuo inorgánico que queda después de que la materia orgánica se ha quemado. Las cenizas obtenidas no tienen necesariamente la misma composición que la materia mineral presente en el alimento original, ya que pueden existir pérdidas por volatilización o alguna interacción entre los constituyentes. (Quiminet, 2009).

5.1.4 De fibra

Los resultados de la determinación del porcentaje de fibra de las variedades de *Chenopodium quinoa Willd.*, (quinua), CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada en Ocongate), se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10

Resultados del porcentaje de fibra dietética de las muestras de quinua

| Especie vegetal | Quinua CICA 17 Kayra | | | Quinua CICA 18 Kayra | | | Quinua CICA 18 Ocongate | | |
|------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------|-----------|-----------|-------------------------|-----------|-----------|
| | muestra 1 | muestra 2 | muestra 3 | muestra 1 | muestra 2 | muestra 3 | muestra 1 | muestra 2 | muestra 3 |
| C | 5.02 | 5.04 | 5.01 | 5.03 | 5.04 | 5.01 | 5.01 | 5.03 | 5.02 |
| A | 32.02 | 31.83 | 31.94 | 31.98 | 31.86 | 31.92 | 31.98 | 31.87 | 31.95 |
| B | 31.72 | 31.54 | 31.64 | 31.68 | 31.56 | 31.62 | 31.68 | 31.56 | 31.64 |
| fibra % | 5.97 | 5,75 | 5.98 | 5.96 | 5,95 | 5.98 | 5.98 | 6.16 | 6.17 |
| Promedio % fibra | 5.90 | | | 5.96 | | | 6.10 | | |

Fuente: Propia

Nota: A = Peso del crisol con el residuo seco, B = Peso del crisol con la ceniza, C = Peso de la muestra. La determinación fue por triplicado.

Se determinó el porcentaje de fibra, se analizaron las muestras por triplicado de las especies *Chenopodium quinoa Willd.*, (quinua), CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada en Ocongate), obteniéndose los siguientes resultados: para la variedad de la quinua CICA 17 Kayra

se obtuvo un promedio de porcentaje de fibra de 5.97%, para la variedad de quinua CICA 18 Kayra es de 5.96% y para la variedad de quinua CICA 18 Ocongate es de fibra de 6.10%.

Los datos bibliográficos proporcionados por Bergesse (2015) indican que el porcentaje de fibra para la quinua es de 4% siendo estos datos menores a los obtenidos en el estudio que muestra un porcentaje de fibra mayor en aproximadamente en un 50% más que los datos obtenidos por Bergesse (2015) probablemente pueda deberse a las variedades distintas de quinua y a las diferencias de lugar de crecimiento.

La fibra nutricionalmente tiene la capacidad de retener el agua en su matriz estructural formando mezclas de baja viscosidad; esto produce un aumento de la masa fecal que acelera el tránsito intestinal siendo beneficiosa para la salud. (Bergesse, et al., 2015)

5.1.5 Del contenido proteico de las dos variedades de quinua

Los resultados de la determinación contenido proteico de granos de las variedades de *Chenopodium quinoa Willd.*, (quinua), CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada en Ocongate), se muestran en la tabla 11.

Tabla 11

Resultados del contenido proteico de las muestras de quinua

| Especie vegetal | Quinua CICA 17 Kayra | | | Quinua CICA 18 Kayra | | | Quinua CICA 18 Ocongate | | |
|-----------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------|-----------|-----------|-------------------------|-----------|-----------|
| | muestra 1 | muestra 2 | muestra 3 | muestra 1 | muestra 2 | muestra 3 | muestra 1 | muestra 2 | muestra 3 |
| F | 5.7 | 5.7 | 5.7 | 5.7 | 5.7 | 5.7 | 5.7 | 5.7 | 5.7 |
| M | 2.46 | 2.49 | 2.42 | 2.48 | 2.44 | 2.45 | 2.40 | 2.45 | 2.43 |
| V | 8.6 | 8.4 | 8.4 | 8.5 | 8.6 | 8.4 | 8.8 | 8.4 | 8.5 |
| proteína % | 11.60 | 11.65 | 11.61 | 11.93 | 11.89 | 11.88 | 11.52 | 11.49 | 11.49 |
| Promedio | | | | | | | | | |
| % proteína | 11.62 | | | 11.90 | | | 11.50 | | |

Fuente: Propia

Nota: V = 50 mL H₂SO₄ 0.1 N - gasto NaOH 0.1 N o gasto de HCl 0.1 N, M = masa de la muestra, en gramos, F=Factor corrección para los cálculos 5.7, la determinación fue por triplicado.

Se determinó el porcentaje de proteínas por triplicado, se analizaron tres muestras de cada especie vegetal de *Chenopodium quinoa Willd.*, (quinua), CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada en Ocongate), obteniéndose los siguientes resultados: para la variedad de la quinua CICA 17 Kayra se obtuvo un promedio de porcentaje de proteína de 11.62%, para la variedad de quinua CICA 18 Kayra de 11.90% y para la variedad de quinua CICA 18 Ocongate de 11.50%.

Quispe (2016) refiere que en sus estudios encontró para Quinoa Salcedo INÍA grano – Arequipa el % de proteína de 11.86 y la misma variedad en Puno tiene % proteína 12.95 estos valores son próximos a los encontrados en las variedades CICA. León (2013) también indica que los valores para él % de proteína para la quinua es de 12.5% a 14% siendo solo ligeramente por debajo de estos valores los encontrados en estas nuevas variedades de quinua.

La mayor importancia de la quinua radica en el contenido de aminoácidos que conforman su proteína (Lisina y Metionina), no siendo excepcionalmente alta en proteínas, aunque supera en este nutriente a otros cereales. Las leguminosas presentan mayor contenido de proteínas, pero de baja calidad. Siendo la quinua un grano de alto valor biológico. (Leon, 2003)

5.1.6 De carbohidratos

Los resultados de la determinación del porcentaje de carbohidratos de las variedades de *Chenopodium quinoa Willd.*, (quinua), CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada en Ocongate), se muestran en la tabla 12.

Tabla 12

Resultados del porcentaje de carbohidratos de las muestras de quinua

| | CICA 17 | CICA 18 KAYRA | CICA 18 OCONGATE |
|-------------|---------|------------------|---------------------|
| muestra | 100 | 100 | 100 |
| - %H | 12.1 | 12.94 | 11.96 |
| - % G | 6.1 | 6.14 | 6.08 |
| - % C | 2.51 | 2.48 | 2.44 |
| - % P | 11.62 | 11.9 | 11.50 |
| % total CH. | 67.67 | 66.54 | 68.02 |

Fuente: Propia

Nota: %H= porcentaje de humedad, %G= porcentaje de grasa, %C= porcentaje de ceniza, %P= porcentaje de proteína, % CH= porcentaje de carbohidrato

Se determinó el porcentaje de carbohidratos, siguiendo la metodología por diferencias, donde se restaron del total de muestra porcentaje de humedad, porcentaje de grasa, porcentaje de ceniza y porcentaje de proteína, obteniendo como resultado el porcentaje de carbohidratos, de cada una de las muestras de la especie *Chenopodium quinoa Willd.*, (quinua), CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada en Ocongate), obteniéndose los siguientes resultados: para la variedad de la quinua CICA 17 Kayra se obtuvo un promedio de porcentaje de fibra de 67.63%, para la variedad de quinua CICA 18 Kayra de 67.28% y para la variedad de quinua CICA 18 Ocongate de fibra de 68.02%.

Hernández, (2015) indica que la quinua tiene carbohidratos, que oscilan entre un 58 a 68% correspondiente a almidón. Estos datos se asemejan a los resultados obtenidos en el presente estudio, observándose que no existe mucha diferencia entre ambos estudios.

La quinua es “fuente de energía, aporta el 66% de las calorías necesarias y su almidón es de fácil digestión; Sus propiedades alimenticias son esenciales, por lo que son recomendables en los casos de desnutrición, anemia, periodos de convalecencia para recuperar las energías perdidas” (Hernández, 2015).

Tabla 13
Resultados del análisis proximal de las muestras

| Análisis fisicoquímico | CICA 17 | CICA 18 (Kayra) | CICA 18 (Ocongate) |
|------------------------|---------|-----------------|--------------------|
| % Humedad | 12.10 | 12.94 | 11.96 |
| % Grasa | 6.1 | 6.14 | 6.08 |
| % Ceniza | 2.51 | 2.48 | 2.44 |
| % Fibra | 5.9 | 5.96 | 6.1 |
| % Proteínas | 11.62 | 11.90 | 11.50 |
| % Carbohidratos | 67.67 | 66.54 | 68.02 |

Fuente: Propia

Nota: Los resultados son el promedio de tres determinaciones por muestra

La determinación de las tres muestras *Chenopodium quinoa Willd.*, (quinua), CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada en Ocongate) levas diferencias entre las tres muestras teniendo como resultados:

Porcentaje de humedad: los resultados refieren que el rango entre las tres variedades es de 11.96 y 12.94, siendo la muestra CICA 18 (kayra) la que presento 12.94 siendo el mayor porcentaje de humedad entre las tres muestras.

Porcentaje de grasa: los resultados refieren que el rango entre las tres variedades es de 6.08 y 6.14, siendo la muestra CICA 18 (kayra) la que presento 6.14 siendo el mayor porcentaje de grasa entre las tres muestras.

Porcentaje de ceniza: los resultados refieren que el rango entre las tres variedades es de 2.44 y 2.51, siendo la muestra CICA 17 la que presento 2.51 siendo el mayor porcentaje de ceniza entre las tres muestras.

Porcentaje de fibra: los resultados refieren que el rango entre las tres variedades es de 5.90 y 6.10, siendo la muestra CICA 18 (Ocongate) la que presento 6.10 siendo el mayor porcentaje de fibra entre las tres muestras.

Porcentaje de carbohidratos: los resultados refieren que el rango entre las tres variedades es de 66.54 y 68.02, siendo la muestra CICA 18 (Ocongate) la que presento 68.02 siendo el mayor porcentaje de carbohidrato entre las tres muestras.

Porcentaje de proteínas: los resultados refieren que el rango entre las tres variedades es de 11.50 y 11.90, siendo la muestra CICA 18 (kayra) la que presento 11.90 siendo el mayor porcentaje de proteína entre las tres muestras.

La muestra de CICA 18 (Kayra) presentó mayor porcentaje de proteínas y también presentó mayor porcentaje de extracto proteico en comparación con las otras muestras, pero la diferencia con las demás muestras no presentó diferencia significativa, tanto como en el porcentaje de proteínas y el porcentaje de extracto proteico.

5.2 De los extractos proteicos de las dos variedades de quinua *Chenopodium quinoa Willd*, por el método del punto isoeléctrico

Los resultados de la determinación solubilidad y del punto isoeléctrico de las variedades de *Chenopodium quinoa Willd*, (quinua), CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada en Ocongate), se muestran en la tabla 14 y 15 respectivamente.

Tabla 14

Resultados de la determinación del pH de solubilidad

| CICA | Tratamiento pH | Extracto Proteico (%) | pH solubilización |
|----------------|-------------------|--------------------------|----------------------|
| 17 kayra | 8 | 4.6462 | 9 |
| | 8.5 | 6.8259 | |
| | 9 | 17.1786 | |
| | 9.5 | 5.8020 | |
| | 10 | 4.2473 | |
| | 10.5 | 3.4251 | |
| 18 kayra | 8 | 43821 | 9 |
| | 8.5 | 6.0864 | |
| | 9 | 17.9180 | |
| | 9.5 | 5.5176 | |
| | 10 | 4.3427 | |
| | 10.5 | 3.5935 | |
| 18 Ocongate | 8 | 4.3427 | 9 |
| | 8.5 | 6.2417 | |
| | 9 | 17.6732 | |
| | 9.5 | 4.8672 | |
| | 10 | 4.1735 | |
| | 10.5 | 3.6592 | |

Fuente: Propia

Nota: pH = 9 mayor solubilidad

Las muestras de quinua CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada en Ocongate), que fueron alcalinizadas a distintos pHs, todas presentaron mejor solubilidad a pH 9, mostraron un mejor rendimiento frente a otros pHs alcalinos, obteniendo un porcentaje extracto de proteína de 17.1786, 17.9180 y 17.6732 respectivamente.

Siendo la variedad CICA 18 (Kayra/ no cultivada) que presento un mejor rendimiento en el extracto proteico a pH 9 de solubilidad fue de 17.9180 porcentaje de extracto de proteína, frente a las demás muestras.

Estudios realizados por Barrial (2014) indica en sus estudios de las variedades blanca Junín su pH óptimo de solubilización es de 8.5 y rosada Junín su pH óptimo de solubilización es de 9 muestran resultados distintos en el pH, la variedad rosada Junín es idéntica a las dos nuevas variedades CICA 17 y CICA 18.

Según Molina (2018) muestran en su trabajo de investigación que la variedad blanca de Juli y Pasankalla tienen un pH de precipitación de 9, para ambas variedades, estos resultados son similares a las dos nuevas variedades CICA 17 y CICA 18.

Estudios por Tapia, Taco y Taco (2016) señalan que la variedad INIAP Tunkahuan tiene el pH óptimo de precipitación de 11, estos resultados son diferentes a las nuevas variedades de quinua CICA 17 y CICA 18.

Tabla 15

Resultados de la determinación de punto isoeléctrico

| CICA | pH solubilización | pH precipitación | Extracto de Proteína (%) | pI |
|----------------|-------------------|------------------|--------------------------|-----|
| 17 kayra | 9 | 4 | 1.7196 | 6 |
| | | 4.5 | 3.5714 | |
| | | 5 | 4.8518 | |
| | | 5.5 | 6.3069 | |
| | | 6 | 14.2857 | |
| | | 6.5 | 4.9100 | |
| 18 kayra | 9 | 4 | 3.0423 | 5.5 |
| | | 4.5 | 4.1746 | |
| | | 5 | 6.7778 | |
| | | 5.5 | 16.1375 | |
| | | 6 | 4.0423 | |
| | | 6.5 | 2.6455 | |
| 18 Ocongate | 9 | 4 | 2.0622 | 5.5 |
| | | 4.5 | 3.4693 | |
| | | 5 | 5.0520 | |
| | | 5.5 | 15.9621 | |
| | | 6 | 3.7194 | |
| | | 6.5 | 2.8616 | |

Fuente: Propia

Se determinó el punto isoeléctrico de 6.0 (pI) para quinua CICA 17 de donde hubo precipitación de 14.2857% proteínas, y el punto isoeléctrico de 5.5 (pI) para quinua CICA 18 (no cultivada y cultivada en Ocongate) de donde hubo precipitación de 16.1375 y 15.9621 respectivamente.

Las muestras de quinua CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada en Ocongate), que fueron solubles a pH 9, donde mostraron un mejor rendimiento frente a otros pHs alcalinos, se obtuvo

para la variedad CICA 17 $pI = 6$ y para la variedad CICA 18 (no cultivada y cultivada en Ocongate) $pI = 5.5$ para ambas muestras generando el porcentaje de extracto de proteína de 14.2857, 16.1375 y 15.9621 respectivamente.

Siendo la variedad CICA 18 (Kayra/ no cultivada) que presento un mejor rendimiento en el extracto proteico a pH 9 de solubilidad con un punto isoeléctrico de 5.5, teniendo un porcentaje de extracto proteico de 16.1375, siendo el de mejor rendimiento frete a las demás muestras.

Estudios realizados por Barrial (2014) indica en sus estudios de las variedades blanca Junín, para ambas variedades su punto isoeléctrico es de 4.5, estos resultados son ligeramente distantes en comparación a las nuevas variedades CICA 17 y CICA 18 que son de $pI = 6$ y 5.5 respectivamente.

Estudios realizados por Molina (2018) muestran en su trabajo de investigación que la variedad blanca de Juli y Pasankalla tienen un pI de precipitación de 5, para ambas variedades, estos resultados son cercanos a las dos nuevas variedades CICA 17 y CICA 18.

Sin embargo, Tapia *et al* (2016) en sus estudios de muestran una mejor obtención de proteínas a pH 11 y su pI de 4.5, estos resultados son ligeramente diferente frete a los resultados de las nuevas variedades de CICA 17 y CICA 18 que tiene un pI de 6 y 5.5 respectivamente

Estas variaciones del punto isoeléctrico podrían deberse a las variedades de la quinua o también a los lugares donde se realizaron los estudios.

5.3 De la composición en aminoácidos de las variedades CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada) de *Chenopodium quinoa Willd*, por método instrumental HPLC

La cuantificación de aminoácidos de las variedades de *Chenopodium quinoa* (quinua), CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada) se obtuvo del procesamiento en el laboratorio CERPER – PERÚ, llegando a los siguientes resultados que se muestran en la tabla 16.

Paker (2005) realizó el aminograma de dos variedades de quinua muestra una mayor semejanza con la variedad de quinua LPc/p similares a los resultados de los aminoácidos esenciales de las variedades CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada) de quinua, a diferencia de la variedad de quinua LPs/p que presenta una ligera diferencia en concentraciones de aminoácidos; sin embargo es necesario mencionar que ambas variedades estudiadas por Parker (2005) no presentan el aminoácido triptófano en su composición, tal como se muestra en la tabla 16.

Rivera (2006) realizó el aminograma de la variedad de quinua A9, mostrando resultados elevados en aminoácidos esenciales como: isoleucina, leucina, lisina, metionina y fenilalanina; por encima de varios autores y de CICA 17 y CICA 18; sin embargo la variedad A9 carece del aminoácido esencial Triptofano a diferencia de los valores CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada).

Barrial (2014) realizó el aminograma de las variedades de Blanca y Rosada Junín mostraron resultados menores en su composición de aminoácidos esenciales en comparación con CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada), también resalta la ausencia del aminoácido esencial de triptófano en las variedades de Blanca y Rosada Junín.

Tabla 16

Resultados del aminograma quinua CICA 17 y 18 (no cultivada y cultivada)

| Aminoácidos | CICA 17 Kayra (g/100 g) | CICA 18 Kayra (g/100 g) | CICA 18 Ocongate (g/100 g) | * Lp/p g/100 g | * LPs/p g/100 g | **A9 g/100 g | *** Blanca Junín (µg) | *** Rosada Junín (µg) |
|----------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------|--------------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|
| Triptofano | 1.7 | 1.76 | 1.8 | | | | | |
| Tirosina | 0.483 | 0.441 | 0.47 | 0.5 | 0.3 | 2,71 | | |
| Valina | 0.636 | 0.622 | 0.641 | 0.7 | 0.5 | 3,86 | 0,0152 | 0,0236 |
| Alanina | 0.615 | 0.596 | 0.617 | 0.6 | 0.4 | 2,91 | 0,0455 | 0,0512 |
| Arginina | 1.24 | 1.23 | 1.23 | 1.3 | 0.8 | 7,59 | 0,0269 | 0,0204 |
| Ác. aspártico | 1.19 | 1.14 | 1.18 | 1,1 | 0,8 | 6,16 | 0,0517 | 0,0564 |
| Cisteína | 0.231 | 0.221 | 0.208 | 0.1 | 0.1 | 0,45 | | |
| Ác. glutámico | 2.04 | 1.97 | 1.96 | 2.2 | 1.5 | 12,67 | 0,0755 | 0,1149 |
| Glicina | 0.78 | 0.753 | 0.738 | 0.8 | 0.6 | 4,10 | 0,1263 | 0,1731 |
| Histidina | 0.423 | 0.412 | 0.423 | 0.4 | 0.2 | 1,98 | 0,0911 | 0,1432 |
| Treonina | 0.518 | 0.499 | 0.522 | 0.7 | 0.5 | 3,34 | 0,0187 | 0,0213 |
| Isoleusina | 0.54 | 0.53 | 0.54 | 0.5 | 0.4 | 3,30 | 0,0157 | 0,0196 |
| Leucina | 0.916 | 0.875 | 0.908 | 0.9 | 0.7 | 5,61 | 0,0585 | 0,0850 |
| Lisina | 0.79 | 0.773 | 0.803 | 0.8 | 0.6 | 4,01 | 0,1261 | 0,1621 |
| Metionina | 0.295 | 0.285 | 0.289 | 0.3 | 0.2 | 1,68 | 0,0216 | 0,0258 |
| Glutamato | 0.01 | <0.01 | <0.01 | | | | | |
| Fenilalanina | 0.605 | 0.608 | 0.617 | 0.6 | 0.4 | 3,43 | 0,0349 | 0,0882 |
| Prolina | 0.519 | 0.495 | 0.526 | | | 0,004 | 0,0045 | 0,0048 |
| Serina | 0.623 | 0.603 | 0.622 | 0.6 | 0.5 | 3,98 | 0,0451 | 0,0530 |
| Hydroxyproline | >0.05 | >0.05 | >0.05 | | | | | |

Fuente: CICA 17 Kayra, CICA 18 (no cultivada y cultivada) CERPER - PERÚ, * Resultados de Pajarito (2005), ** Resultados de Rivera (2006), *** Resultados de Barrial (2014)

Padrón (2015) menciona que la quinua contiene los 9 aminoácidos esenciales tal como se encuentran en el estudio que reportó, sin embargo los valores de los aminoácidos esenciales descritos son menores a los encontrados en la variedades de quinua CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada), mostrando una mayor concentración de aminoácidos esenciales.

La mayor importancia de la quinua radica en el contenido de aminoácidos esenciales que conforman su proteína (Lisina y Metionina), no siendo excepcionalmente alta en proteínas, pero supera varios cereales.

Las variedades de quinua CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada) a diferencia con otras variedades presenta el aminoácido esencial triptófano que es esencial para que la glándula pineal segregue la melatonina, que es una hormona cerebral, favorece el sueño, ya que la serotonina es precursora de la hormona melatonina, vital para regular el ciclo diario de sueño-vigilia.

Las dos variedades de quinua CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada), poseen todos los aminoácidos esenciales y una concentración composición similar de aminoácidos entre las tres muestras poseen una composición idéntica entre los aminoácidos.

CONCLUSIONES

1. El análisis proximal de las variedades de quinua CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada), muestran: humedad de 11.96 a 12.94%; grasa de 6.08 a 6.14; ceniza de 2.44 a 2.51; fibra de 5.90 a 6.10; proteína 11.50 a 11.90 y carbohidratos de 66.54 a 68.02, donde la variedad CICA 18 presenta mayor porcentaje de proteínas que la variedad CICA 17 de *Chenopodium quinoa Willd.*
2. El punto isoeléctrico determinado para las variedades de quinua CICA 17 fue de pI 5.5 y CICA 18 (no cultivada y cultivada) ambas muestras fueron de pI 6.0 y el pH 9 donde hubo mayor solubilización de proteínas.
3. La composición en aminoácidos esenciales de las variedades de quinua CICA 17, CICA 18 (no cultivada y cultivada) determinado por HPLC y expresada en g/100 g, muestran: 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 0.423), 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 0.289), fenilalanina (0.605, 0.608 y 0.617) y lisina (0.79, 0.773 y 0.803)
4. Ambas variedades de quinua CICA 17 y 18, presentan el aminoácido esencial de triptófano a diferencia de otras variedades.

RECOMENDACIONES

- Con los resultados obtenidos en el estudio de “Extracto proteico y composición en aminoácidos de dos nuevas variedades de *chenopodium quinoa Willd*, CICA 17 y CICA 18” se recomienda elaborar producto alimentario que permita aprovechar su valor nutritivo.
- Se recomienda aislar proteína de las variedades de quinua CICA 17 y CICA 18 con otros métodos de extracción que permita mejorar el rendimiento del contenido de proteínas para utilización en la industria alimentaria y farmacéutica.
- Se sugiere realizar estudios similares para descubrir nuevas fuentes ricas en aminoácidos esenciales.

BIBLIOGRAFÍA

- FAO – ALADI. (2014). *Tendencias y perspectivas del comercio internacional de quinua*. Santiago: FAO.
- Angulo Rodríguez, A. A., & Colaboradores. (2011). *Bioquímica*. México: Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Apaza, V., Caceres, G., & Estrada, R. (2013). *Caálogo de variedades comerciales de quiniua en el Perú*. Lima: Instituto Nacional de Innovacion Agraria.
- Badui Dergal, S. (2006). *Química de los alimentos* (cuarta ed.). México: Mexicana .
- Badui Dergal, S. (2006). *Química de los alimentos*. México: Pearson Educación de México S.A.
- Barrial Lujan, A. I. (2015). *Influencia del ph en la extracción de aislado proteico de quinua (Chenopodium quínoa Willd) de las variedades blanca Junín y rosada Junín. Andahuayla*. Andahuaylas.
- Basantes M., E., Lazo A., D., & Obando R., D. (2014). Evaluación del contenido minerla y extracción del nitrógeno y calcio en dos variedades de quinua (chenoponium quinuoa), durante el desarrollo vegetativo. *Revista científica Pakamuros*, 2(1), 46-52.
- Bergesse , A. E., & Colaboradores. (2015). *Aprovechamiento integral del grano de quinoa*. Córdoba: Grasso Florencia V.
- Borjanic, A. (2011). *La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. FAO.
- Cárabez Trejo, A., & Chavarría Krauser, A. (2014). *Química de los carbohidratos*. El manual moderno.
- Cardenas Rosales, L. (2013). *Bioquímica Médica* (Vol. 1). Habana: Editorial Ciencias Médicas.
- Cereceda Bujaico, M. d., & Quintana Salinas, M. R. (2014). Consideraciones para una adecuada alimentación durante el embarazo. *Revista peruana de ginecologia y obstetricia*, 60(2), 153-159.
- Cervilla, N. S., & colaboradores. (2014). Pérdidas nutricionales durante la cocción de semillas de Chenopodium quinoa Willd bajo presión de vapor. *Nutrición clínica y dietetica hospitalaria*, 72-76.
- Chito Trujillo, D. M., & Colaboradores. (2017). Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) versus soja (Glycine max [L.] Merr.) en la nutrición humana: revisión sobre las características

- agroecológicas, de composición y tecnológicas. *Revista española de nutrición humana y dietética*, 21(2), 184-198.
- Choque Juchani, M. (2013). *Cuantificación de los compuestos antioxidantes fenólicos y selenio en quinua (Chenopodium quinoa Willd)*. La Paz: Universidad mayor de San Andrés.
- Colegio de bachilleres . (2007). *Análisis de alimentos 1, Manual de prácticas del estado de Sonora*. Sonora.
- Condo Mamani, P. (2013). *Comparativo de rendimiento de cuatro compuestos y dos líneas avanzadas de quinua (Chenopodium quinoa Willdenow) bajo condiciones de kaira*. Cusco: Universidad nacional de san Antonio Abad del Cusco. Cusco.
- Díaz Inocencio, D. L. (2017). *Manual de laboratorio de bromatología*. Veracruz: Universidad Veracruzana.
- Dirección regional de agricultura Ancash. (2013). Una alternativa nutritiva para el mundo. *Cultivo de la quinua en Ancash*, 1-24.
- Espinoza Silva, C. R., & Quispe Solano, M. Á. (2013). *Manual de tecnología de cereales y leguminosas*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Fairlie Reinoso, A. (2016). *La quinua en el Perú cadena exportadora y políticas de gestión ambiental*. Lima: Pontificie Universidad Católica del Perú.
- FAO. (2013). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Recuperado el 11 de 03 de 2019, de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <http://www.fao.org/in-action/quinoa-platform/quinoa/alimento-nutritivo/en/>
- García de Marina Bayo, A., & Yusá Marco, D. Y. (2016). *HPLC instrumental*. Valencia: Universidad Politécnica de València.
- Goncalves, N., & Colaboradores. (2017). Grasas y aceites. *Consejo superior de investigación científicas CSIC*, 48(5), 282-289.
- González Toro, C. (2011). *Monitoreo de la calidad de agua*. Mayaguez: Universidad de Mayaguez.
- González Torres, L., & et al. (2007). Las proteínas en la nutrición. *Revista Salud Pública y Nutrición*, 8(2), 1-7.

- González Torres, L., Téllez Valencia, A., Sampedro, J. G., & Nájera, H. (2007). Las proteínas en la nutrición. *Revista de Salud Pública y Nutrición*, 172-179.
- Gunsha Allauca, L. J. (2013). *Elaboración de un emulsionante cosmético a base de las saponinas del agua de lavado de quinua (Chenopodium quinoa) en erpe. Riobamba: escuela superior politécnica de Chimborazo. Chimborazo.*
- Hernández Rodríguez, J. (2015). La quinua, una opción para la nutrición del paciente con diabetes mellitus. *Revista cubana de endocrinología*, 3, 304-312.
- Horton, H. R., & Colaboradores. (2008). *Principios de la bioquímica*. México: Pearson Educación de México, S.A.
- Instituto Tomás Pascual Sanz. (2010). Las proteínas. *Vive sano*, 1-4.
- La republica. (14 de 11 de 2016). La batalla contra la desnutrición y anemia no termina en Cusco. *Diario la Republica*.
- León Hanco, J. M. (2003). *Cultivo de quinua en Puno - Perú descripción, manejo y producción Puno*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- León Morejón, s. E. (2016). *Aislamiento y caracterización de nuevos ingredientes funcionales a partir de proteínas de Amaranto y Quinua para la elaboración de un alimento funcional (tesis de pre grado)*. Ambato.
- López Fandiño, R. (2014). *Las proteínas de los alimentos*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Luque Gullen, M. V. (2009). *Estructura y propiedades de las proteínas*. Valencia.
- McKee, T., & McKee, J. (2014). *Bioquímica. Las bases moleculares de la vida (Vol. 5)*. México: McGRAW-HILL Interamericana Editores, S.A. .
- Medina, M. (2008). *Análisis de los alimentos*. Caracas: Universidad Central de Venezuela.
- Mendez, R. (24 de 03 de 2015). *Omicromo el Español*. Recuperado el 06 de 03 de 2019, de Omicromo el Español: <https://omicrono.elespanol.com/2015/03/la-quinua-el-cereal-de-la-larga-vida/>
- Miller, D. D. (2001). *Química de alimentos. Manual de laboratorio*. México: Limosa S.A.
- Molina Paredes, K. E. (2018). *Influencia del pH en la extracción de aislado proteico de quinua (Chenopodium quinoa willd) de la variedad blanca de Juli y Pasankalla*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.

- Mondragón Martínez, C., & Colaboradores. (2010). *Hipertexto Química I*. Bogotá: Editorial Santillana S.A.
- Müller, J. (2017). ¿Dumas o Kjeldahl para el análisis de referencia? *Analytics Beyond Measure*, 1-5.
- Navarrete Verdezoto, S. J., & Suasnavas Chacón, B. A. (2015). *Análisis filogenético de quinua silvestre (Chenopodium quinoa Willd) utilizando el gen rpoB en muestras provenientes de las provincias de Carchi, Imbabura, Cotopaxi y Chimborazo (tesis pregrado)*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana sede Quito.
- Nazate Fraga, F. K. (2016). *Obtención de proteína hidrolizada de quinua Chenopodium quinoa willd a partir de un aislado proteico (tesis pre grado)* Universidad Tecnica del Norte. tesis, Ibarra.
- NMX-F-066-S-1978. (2008). *Determinacion de ceniza en alimentos*. Mexico.
- Núñez Ancasí, E. M. (2011). *Comparativo del rendimiento de dieciseis selecciones de quinua (Chenopodium quinoa willdenon) en condiciones de paruro (tesis pre grado)*. Cusco: universidad san antonio abad del Cusco. Cusco.
- Organización Internacional de Normalización. (2005). Determinación del contenido de aminoácidos. *ISO 13903:2005*, 1-17.
- Padrón Pereira, C. A., Orpeza Gonzáles, R. A., & Montes Hernández, A. I. (21 de marzo de 2015). Semillas de quinua (Chenopodium quinoa Willdenow): composición química y procesamiento. Aspectos relacionados a otras áreas. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 5(2), 166- 218.
- Parker Pajarito, J. L. (2005). *Obtención y caracterización de la harina integral de quinua orgánica (tesis pre grado)*. Santiago.
- Peralta González, F., & Colaboradores. (2007). *Manual de prácticas de los laboratorios de alimentos*. Tabasco: D'Ríos.
- Peralta L., E. (s.f.). *La quinua... Un gran alimento y su utilización*.
- Peralta, E. (2011). La quinua en el Ecuador. *INIAP - Estación Experimental Santa Catalina*, 1- 9.
- Quiroga Ledezma, C., & Escalera Vásquez, R. (2010). Evaluación de la calidad nutricional y morfológica del grano de variedades amargas de quinua beneficiada en seco, mediante el

- novedoso empleo de un reactor de lecho fluidizado de tipo surtidor. *Investigacion & Desarrollo 10*, 23-36.
- Quispe Colquehuanca, W. E. (2016). *Evaluación comparativa del contenido protéico, compuestos fenolicos y capacidad antioxidante de dos variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd) organica y convencional (tesis pregrado)*. Puno.
- Rea, J., Ayala, G., Escobar, C., & Caicedo, G. (2004). *Raíces Andinas: Contribucion al conocimiento y a la capacitacio*. Lima: Universidad de San Marcos.
- Reardon, J. W. (30 de Junio de 2019). *North Carolina Department of Agriculture and Consumer Services*. Obtenido de North Carolina Department of Agriculture and Consumer Services web site: <https://www.ncagr.gov/fooddrug/espanol/PHylosAlimentos.pdf.pdf>
- Repo de Carrasco, R. (2014). *Quinoa y granos andinos*. Lima: Editorial Argos E.I.R.L.
- Rivera Figueroa, M. M. (2006). *Obtencion, caracterización estructural y determinación de las propiedades funcionales de un aislado proteico de quinua orgánica (Chenopodium quinoa) (tesis pregrado) Universidad de Chile*. Santiago.
- Romo, S., & Colaboradores. (2007). Potencial nutricional de harinas de quinua (*Chenopodium quinoa* w) variedad piartal en los andes colombianos segunda parte. *Revista Biotecnologia II*, 5(2), 44-53.
- Santos, J. (2009). *Proteínas estructuras facinantes*. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación. Instituto Nacional de Educación Tecnológica.
- Silva Manzo, J. A. (2006). *Obtencion, caracterizacion y relacion estructura - funcionalidadde un aislado proteico de quinua (Chenopodium quinoa) organica proveniente de la vi region de Chile (tesis pre grado)*. Santiago: Universidad de Chile. Santiago.
- Skoog, D. A., Holller, F. J., & Niemann, T. A. (2001). *Principios de análisis instrumental*. Ed. McGraw-Hill.
- Suzanne Nielse, S. (2009). *Análisis de los alimentos*. Zaragoza: Acribia S.A.
- Tango. (26 de 01 de 2017). *Medline Plus información para la Salud*. Recuperado el 11 de 03 de 2019, de Medline Plus información para la Salud: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002222.htm>
- Tapia C., I. L., Taco, D. R., & Taco T., V. J. (2016). Aislamiento de proteínas de quinua ecuatoriana (*Chenopodium quinoa Willd*) variedad INIAP Tunkahuan con remoción de

- compuestos fenólicos, para uso potencial en la nutrición y salud humanas. *Revista facultad de ciencias medicas*, 41(1), 71-80.
- Tapia, M. (2012). La quinua: historia, distribución geográfica, actual producción y usos. *Revista Ambienta*, 104-119.
- Torres Garcia, F. I. (2009). Estudio de pre factibilidad para la elaboracion de cápsulas vitamínicas en base a cereales andino (tesis pre grado) Lima: Pontificia Universidad Catolica del Perú.
- Tovar Hernández, C. E., & Colaboradores. (2017). Evaluación del efecto del proseso de extrusión en harina de quinua (*Chenopodium quinua* Will) normal y germinada. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15(2), 30-38.
- Trermo scientific. (2010). *Thermo Scientific Dionex UltiMate 3000 Standard Systems*. Canada.
- UAM. (2018). *Determinacion de Proteinas*. Recuperado el 30 de enero de 2018, de <https://betovdm.wordpress.com/2012/04/08/practica-2-determinacion-de-proteinas/>
- Ulloa, J., Ulloa, P., Ramírez Ramírez, J., & Ulloa Rangel, B. (2012). Producción de aislados proteicos a partir de subproductos industriales. *Revista Fuente nueva época*, 11, 9-15.
- UNAM. (2007). *Técnicas cromatográficas*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- UNAM. (2008). *Fundamentos y tecnicas de analisis de alimentos*. México: Universidad Nacional Autonoma de México.
- UNAM. (2015). *Análisis de alimentos. Fundamentos y técnicas*. México: Universidad Nacional Autonoma de Mexico.
- Universidad Central de Venezuela. (2008). *Guia de cromatografía*. Caracas.
- Universidad Nacional Autonoma de México. (2015). *Análisis de alimentos. Fundamentos y técnicas*. México.
- UPOS- Ciencias Ambientales. (2005). *Técnicas avanzadas en química*. Sevilla.
- Velosa Ramírez, C., Romero Guerrero, G., & Gómez Piedras, J. J. (2016). Respuesta morfoagronómica y calidad en pa proteína de tres accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la sabana del norte de Bogota. *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación científica*, 19(2), 325-332.

ANEXOS:

Anexo 1: Certificado de las variedades de quinua



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA
CENTRO DE INVESTIGACION EN CULTIVOS ANDINOS

Apartado 973 • Telefax: 277254 • K'ayra - Cusco

CERTIFICADO

La que suscribe Ing. Mgt. Elisabet Céspedes Flórez Coordinadora del Programa de Investigación en Quinua del centro de Investigación en Cultivos Andinos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Escuela Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional de San Antonio Abad Del Cusco (CICA-FCA-UNSAAC).

CERTIFICA:

Que el estudiante de Maestría Cesar Joe Valenzuela Huaman identificado con DNI N° 42229105, ha realizado su trabajo de tesis con granos de quinua proporcionados por el Programa de Investigación en Quinua del Centro de Investigación en Cultivos Andinos de las Variedades CICA 17, CICA 18 y CICA 127.

Se le expide el presente certificado a solicitud del interesado para los fines que vea por conveniente.

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
CENTRO DE INVESTIGACION EN CULTIVOS ANDINOS
C.I.C.A. 1982



Inge Elisabet Céspedes Flórez
COORDINADORA DEL PROGRAMA DE QUINUA

Anexo 2: Certificaciones CERPER – PERÚ

CICA 17 Kayra

 **CERPER**
CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

INFORME DE ENSAYO N° 3-01069/17

Pág. 1/1

| | |
|---------------------------------|--|
| Solicitante | FUNSAAC |
| Domicilio Legal | Av. De la Cultura Nro. 733 Int. 313 - Cusco - Cusco - Cusco |
| Producto Declarado | CHENOPODIUM QUINOA |
| Cantidad de muestra para ensayo | 01 muestra x 790 g. Muestra proporcionada por el solicitante |
| Forma de Presentación | En táper de plástico, cerrado y conservada a temperatura ambiente. |
| Identificación de la muestra | VARIEDAD CICA 17 (SEBRADO EN GRANJA KAYRA UNSAAC) |
| Fecha de Recepción | 2017 - 01 - 31 |
| Fecha de Inicio del ensayo | 2017 - 02 - 06 |
| Fecha de Término del ensayo | 2017 - 02 - 15 |
| Ensayo realizado en | Laboratorio Subcontratado |
| Identificado con | H/S 17001310 |
| Validez del documento | Este documento es válido solo para la muestra descrita. |

| Ensayo | | Resultado (g/100g) |
|-------------|--------------------|--------------------|
| Tryptophane | Tryptophan (total) | 1,70 |

| Ensayos | | Resultados (g/100g) |
|-------------------------|------------------|---------------------|
| Amino acids (oxidative) | Tyrosine (calc) | 0,483 |
| | Valine | 0,636 |
| | Alanine | 0,615 |
| | Arginine | 1,24 |
| | Aspartic Acid | 1,19 |
| | Cystein +Cystine | 0,231 |
| | Glutamic Acid | 2,04 |
| | Glycine | 0,780 |
| | Histidine | 0,423 |
| | Hydroxyproline | < 0,05 |
| | Isoleucine | 0,540 |
| | Leucine | 0,916 |
| | Lysine | 0,790 |
| | Methionine | 0,295 |
| | Oxaline | < 0,01 |
| | Phenylalanine | 0,605 |
| | Proline | 0,519 |
| Serine | 0,628 | |
| Threonine | 0,518 | |

Métodos:
Tryptophane: EU 152/2009, IC-UV
Amino acids (oxidative): ISO 13903:2005, IC-UV

OBSERVACIONES

Informe de ensayo emitido en base a resultados de laboratorio Subcontratado.
Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 16 de Febrero del 2017
BC

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. N° 40302
JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

| | | |
|--|---|--|
| <p>CALLAO Oficina Principal Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao T. (511) 319 9000</p> | <p>CHIMBOTE Urb. José Carlos Mariátegui s/n Centro Cívico, Nuevo Chimbote T. (043) 311 048</p> | <p>PIURA Urb. Angamos IE Av. Panamericana Nro. 0 Mz-A Lote - 02 - Piura T. (073) 322 908 / 9975 63161</p> |
|--|---|--|

TEL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

CICA 18 Kayra



INFORME DE ENSAYO N° 3-01070/17

Pág. 1/1

| | |
|---------------------------------|--|
| Solicitante | : FUNSAAC |
| Domicilio Legal | : Av. De la Cultura Nro. 733 Int. 313 - Cusco - Cusco - Cusco |
| Producto Declarado | : CHENOPODIUM QUINOA |
| Cantidad de muestra para ensayo | : 01 muestra x 1,05 kg. Muestra proporcionada por el solicitante |
| Forma de Presentación | : En táper de plástico, cerrado y conservada a temperatura ambiente. |
| Identificación de la muestra | : VARIEDAD CICA 18 (SEMBRADO EN GRANJA KAYRA UNSAAC) |
| Fecha de Recepción | : 2017 - 01 - 31 |
| Fecha de Inicio del ensayo | : 2017 - 02 - 06 |
| Fecha de Término del ensayo | : 2017 - 02 - 15 |
| Ensayo realizado en | : Laboratorio Subcontratado |
| Identificado con | : H/S 17001310 |
| Validez del documento | : Este documento es válido solo para la muestra descrita. |

| Ensayo | | Resultado (g/100g) |
|-------------|--------------------|--------------------|
| Tryptophane | Tryptophan (total) | 1,76 |

| Ensayos | | Resultados (g/100g) |
|-------------------------|------------------|---------------------|
| Amino acids (oxidative) | Tyrosine (calc) | 0,441 |
| | Valine | 0,622 |
| | Alanine | 0,592 |
| | Arginine | 1,23 |
| | Aspartic Acid | 1,14 |
| | Cystein +Cystine | 0,221 |
| | Glutamic Acid | 1,97 |
| | Glycine | 0,753 |
| | Histidine | 0,412 |
| | Hydroxyproline | < 0,05 |
| | Isoleucine | 0,530 |
| | Leucine | 0,875 |
| | Lysine | 0,773 |
| | Methionine | 0,285 |
| | Ornitine | < 0,01 |
| | Phenylalanine | 0,008 |
| Proline | 0,495 | |
| Serine | 0,603 | |
| Threonine | 0,499 | |

Métodos:

Tryptophane: EU 152/2009, IC-UV

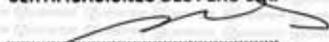
Amino acids (oxidative): ISO 13903:2005, IC-UV

OBSERVACIONES

Informe de ensayo emitido en base a resultados de laboratorio Subcontratado.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 16 de Febrero del 2017
BC**CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.**

ING. ROSA PALOMINO LOO
 C.I.P. N° 40302
 JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

CALLAO
 Oficina Principal
 Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
 T. (511) 319 9000

CHIMBOTE
 Urb. José Carlos Mariátegui s/n
 Centro Cívico, Nuevo Chimbote
 T. (043) 311 048

PIURA
 Urb. Angamos IE Av. Panamericana
 Nro. 0 Mz-A Lote - 02 - Piura
 T. (073) 322 908 / 9975 63161

CICA 18 Ocongate



INFORME DE ENSAYO N° 3-01068/17

Pág. 1/1

| | |
|---------------------------------|--|
| Solicitante | : FUNSAAC |
| Domicilio Legal | : Av. De la Cultura Nro. 733 Int. 313 - Cusco - Cusco - Cusco |
| Producto Declarado | : CHENOPODIUM QUINOA |
| Cantidad de muestra para ensayo | : 01 muestra x 1,01 kg. Muestra proporcionada por el solicitante |
| Forma de Presentación | : En táper de plástico, cerrado y conservada a temperatura ambiente. |
| Identificación de la muestra | : VARIEDAD CICA 18 (SEMBRADO EN LAWLA LAWLA) |
| Fecha de Recepción | : 2017 - 01 - 31 |
| Fecha de Inicio del ensayo | : 2017 - 02 - 06 |
| Fecha de Término del ensayo | : 2017 - 02 - 15 |
| Ensayo realizado en | : Laboratorio Subcontratado |
| Identificado con | : H/S 17001310 |
| Validez del documento | : Este documento es válido solo para la muestra descrita. |

| Ensayo | | Resultado (g/100g) |
|-------------|--------------------|--------------------|
| Tryptophane | Tryptophan (total) | 1,80 |

| Ensayos | | Resultados (g/100g) |
|-------------------------|------------------|---------------------|
| Amino acids (oxidative) | Tyrosine (calc) | 0,470 |
| | Valine | 0,841 |
| | Alanine | 0,617 |
| | Arginine | 1,23 |
| | Aspartic Acid | 1,18 |
| | Cystein +Cystine | 0,208 |
| | Glutamic Acid | 1,96 |
| | Glycine | 0,738 |
| | Histidine | 0,423 |
| | Hydroxyproline | < 0,05 |
| | Isoleucine | 0,540 |
| | Leucine | 0,908 |
| | Lysine | 0,803 |
| | Methionine | 0,289 |
| | Ombine | < 0,01 |
| | Phenylalanine | 0,617 |
| Proline | 0,526 | |
| Serine | 0,622 | |
| Threonine | 0,522 | |

Métodos:

Tryptophane: EU 152/2009, IC-UV

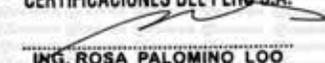
Amino acids (oxidative): ISO 13903:2005, IC-UV

OBSERVACIONES

Informe de ensayo emitido en base a resultados de laboratorio Subcontratado.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 16 de Febrero del 2017
BC**CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.**


ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. N° 48302
JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000

CHIMBOTE
Urb. José Carlos Mariátegui s/n
Centro Cívico, Nuevo Chimbote
T. (043) 311 048

PIURA
Urb. Angamos IE Av. Panamericana
Nro. 0 Mz-A Lote - 02 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 63161

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

ANEXO 3

Matriz de consistencia de la investigación

TÍTULO: Obtención de extracto proteico por el punto isoelectrico y composición en aminoácidos de dos variedades de *Chenopodium quinoa Willd.*, CICA 17 y CICA18

| PROBLEMA GENERAL | OBJETIVO GENERAL | HIPÓTESIS GENERAL | VARIABLES/ DIMENSIONES | METODOLOGÍA |
|---|--|--|---|---|
| ¿Cuál es la composición en aminoácidos y el porcentaje de extracto proteico de dos variedades de <i>Chenopodium quinoa Willd.</i> , (quinua), CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada en Ocongate); muestras procedentes del Centro de Investigación de Cultivos Andinos de la UNSAAC? | Determinar la composición de aminoácidos de las variedades de <i>Chenopodium quinoa Willd.</i> , CICA 17 y CICA 18 y el porcentaje de extractos proteicos obtenidos por el punto isoelectrico. | El porcentaje del extracto proteico es elevado y la composición en aminoácidos esenciales es alta en dos variedades de <i>Chenopodium quinoa Willd.</i> , Variedad CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada en Ocongate). Del Centro de Investigación de Cultivos Andinos de la UNSAAC. | VARIABLES Variable dependiente Extracto proteico Indicadores Aminograma (aminoácidos) | Diseño: No experimental Descriptivo. Población: variedades de quinua Muestra: variedades de quinua CICA 17 y 18 |
| PROBLEMAS ESPECÍFICOS | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | HIPÓTESIS ESPECÍFICAS | VARIABLES independientes | Técnicas e instrumentos |
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ ¿los resultados del análisis proximal de las variedades de <i>Chenopodium quinoa Willd.</i>, CICA 17 y CICA 18 son favorables para elevar su valor nutricional? ➤ ¿En la determinación de los extractos proteicos de las variedades de la quinua CICA 17 y CICA 18, como influye el método del punto isoelectrico? | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Realizar el análisis proximal de muestras de quinua (humedad, carbohidratos, fibra, grasa, ceniza y proteína), para evaluar sus características nutricionales. ➤ Obtener extractos proteicos de las nuevas variedades de quinua <i>Chenopodium quinoa Willd.</i>, CICA 17 del Centro de Investigación de Cultivos | <ul style="list-style-type: none"> ➤ El análisis proximal de las muestras de quinua (humedad, carbohidratos, grasa, fibra, ceniza y proteína), tienen características nutricionales diferentes. ➤ Por el método del punto isoelectrico se tiene un alto rendimiento de proteínas de los extractos proteicos de las dos nuevas variedades de quinua | <ul style="list-style-type: none"> 1. pH Indicador <ul style="list-style-type: none"> • Ácido • Básico • Neutro 2. pI Indicador <ul style="list-style-type: none"> • Concentración de extracto (porcentaje) | <ul style="list-style-type: none"> Técnicas e instrumentos Aplicación Cuantificación de aminoácidos Técnicas: Observación. Instrumentos: instrumental HPLC |

| | | | |
|--|---|---|--|
| <p>➤ ¿Cuál es composición en aminoácidos de los granos de quinua, de las variedades <i>Chenopodium quinoa Willd</i>, CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada) usando método instrumental HPLC?</p> | <p>Andinos UNSAAC por el método del punto isoeléctrico.</p> <p>➤ Determinar la composición en aminoácidos de los granos de quinua, de las variedades <i>Chenopodium quinoa Willd</i>, CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada) por el método instrumental HPLC.</p> | <p><i>Chenopodium quinoa Willd</i>, CICA 17 y CICA 18</p> <p>➤ Por el método de instrumental HPLC se encontró gran concentración de aminoácidos esenciales de las nuevas variedades de <i>Chenopodium quinoa Willd</i>, CICA 17 y CICA 18 (no cultivada y cultivada).</p> | <p>Extractos proteicos</p> <p>Técnicas: Observación.</p> <p>Instrumentos: instrumentos de laboratorio</p> |
|--|---|---|--|

ANEXO 4: Determinación del análisis proximal

Determinación del porcentaje de humedad

La determinación del porcentaje de humedad se aplicó el procedimiento reportado y descrito por (Colegio de bachilleres , 2007; Villar, 1999; NTP 206.011,) siguiendo el método gravimétrico. El procedimiento experimental considera los siguientes pasos.

Se realizó la muestra en triplicado.

1. Se pesó aproximadamente 10 g de muestra en una balanza de precisión.
2. Se evaporó la humedad en una estufa a una temperatura de 110 a 115° C, hasta que el peso de la muestra sea constante.
3. Se calculó el porcentaje de humedad de las muestras, realizando la siguiente relación.
4. La determinación se realizó por triplicado para cada muestra.

$$\% H = \frac{M1 - M2}{M1} \times 100$$

Dónde:

% H = Porcentaje de humedad.

M1 = Peso de muestra fresca.

M2 = Peso de muestra seca

Determinación de grasa

La determinación de grasa se realizó por el método Soxhlet, aplicando el procedimiento reportado y descrito por Medina, (2008), por el siguiente procedimiento.

Se realizó la muestra en triplicado.

1. Se transfirió 2.0 g de muestra (quinua) finamente molida en el cartucho de papel filtro; se cubrió con una porción de algodón.
2. Se colocó el cartucho en el cuerpo del equipo de Soxhlet, se acondicionó con el balón del equipo y se añadió hexano al cuerpo de Soxhlet hasta que arrastre dos cuerpos de hexano al balón de destilación. Luego colocar el refrigerante.
3. Se inició con el proceso de extracción, calentando el balón de destilación hasta una ebullición suave del hexano.
4. Se efectuó la extracción durante 4 horas, luego se suspendió el calentamiento, y se dejó enfriar todo el sistema.
5. Se retiró el capuchón con la muestra del cuerpo de Soxhlet y se recuperó parte del disolvente utilizado, hasta una concentración alta de grasa en el disolvente.
6. La solución de grasa fue transferido a otro recipiente de vidrio tarado, enjuagando con pequeñas porciones de hexano.
7. Se evaporó suavemente el hexano de la grasa y se determinó el peso de la grasa extraída.
8. Se determinaron los cálculos siguiendo la formula.

$$\% \text{ de grasa} = \frac{P - p}{M} \times 100$$

Dónde:

P = Masa en gramos del matraz con grasa.

p = Masa en gramos del matraz sin grasa.

M = Masa en gramos de la muestra.

Determinación de ceniza

La determinación de ceniza se aplicó el procedimiento reportado y descrito por Díaz (2017) y la Norma Oficial Mexicana "DETERMINACION DE CENIZAS EN ALIMENTOS" NMX-F-066-S-1978., (2008); AOAC 935.39B

Se realizó la muestra en triplicado.

1. Se colocó el crisol en la estufa desecadora a 110° C por 10 min., luego se retira para colocar en un desecador de vidrio otros 10 min, con el fin de obtener su peso constante.
2. Posteriormente, se pesó el crisol.
3. Se agregó aproximadamente 5 gr. de la muestra seca al crisol y se llevó a la Mufla a una temperatura de 550 °C, durante 4 horas.
4. Al cumplir el tiempo, se apagó la mufla y se dejó enfriar (sin sacar la muestra de la mufla).
5. Después de enfriarse, se sacó con las pinzas metálicas, llevándola a la Estufa Desecadora por 10 min, para después colocarla en un desecador de Vidrio por 10 min, posteriormente se pesó.
6. Se determinó el porcentaje de cenizas totales con la siguiente formula:

$$\text{Cenizas}\% = \frac{\mathbf{P - P_0}}{\mathbf{P_1 - P_0}} \times \mathbf{100}$$

Dónde:

P₀ =Peso del crisol.

P₁ = Peso del crisol + muestra.

P = Peso del crisol + muestra incinerada.

Determinación de fibra

Para la determinación de fibra se aplicó el procedimiento reportado y descrito por Suzanne, (2009); FAO 14/7. En el laboratorio se determinó por el siguiente procedimiento:

Se realizó la muestra en triplicado.

1. Se pesó aproximadamente 1 g de muestra en matraces de 500 mL. Se adicionó 50 mL de buffer de fosfato 0.08M pH 6.0, se midió el pH y ajustó a $\text{pH } 6 \pm 0.2$. Se adicionó 0.1 mL de la solución de α amilasa termoestable y la boca del matraz fue cubierto con papel aluminio, luego el matraz se colocó en baño a temperatura de ebullición durante 15 min. Se agitó suavemente cada 5 minutos. Se verificó con termómetro que los matraces mantengan $95\text{-}100^\circ\text{C}$ durante 15 minutos. Se enfrió a temperatura ambiente.
2. Se ajustó a $\text{pH } 7.5 \pm 0.2$ adicionando 10 mL de NaOH 0.275N, se agregó 5 mg de proteasa (disolver 50 mg de proteasa en 1 mL de buffer de fosfatos. Se adicionó 0.1 mL de la solución a cada matraz). Luego se cubrió el matraz con papel aluminio y colocarlos en un baño a 60°C por 30 minutos con agitación continua.
3. Se enfrió a temperatura ambiente, se adicionó 10 mL de HCL 0.325 N. se ajustó el pH a 4.0- 4.6, se adicionó 0.1 mL de glucoamilasa, se incubó a 60°C por 30 minutos con agitación continua. Se adicionó 280 mL de etanol 96% precalentado a 60°C (medir el volumen antes de calentar). Se dejó en reposo 1 h.
4. Se pesó el crisol conteniendo la muestra y humedecer con etanol 78%. Se aplicó succión.
5. El residuo de fibra de los crisoles se lavó, con el etanol del 95% y acetona. Los crisoles se sacaron de la mufla, se dejaron enfriar y se pesaron. la parte de las proteínas y los

elementos inorgánicos se encuentran acomplejados con los constituyentes de las paredes.

6. Después de conocer el peso del residuo, se analizó la proteína de los tres crisoles.
7. Se realizó la siguiente fórmula para determinar el porcentaje de fibra:

$$\text{Fibra\%} = \frac{A - B}{C} \times 100$$

Dónde:

A = Peso del crisol con el residuo seco (g)

B = Peso del crisol con la fibra (g)

C = Peso de la muestra (g) (Suzanne, 2009)

Cuantificación del contenido proteico de las variedades de quinua por el método de Kjeldhal

La cuantificación de proteínas se determinó por el contenido de nitrógeno, aplicando el procedimiento reportado y descrito por Peralta *et al.*, (2007); AOAC 935.39C por el siguiente procedimiento.

Se realizó la muestra en triplicado.

1. Digestión

- ✓ Se pesó 0.5 g de muestra, transferir a un balón de digestión kjeldahl y agregar 0.25 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ como catalizador y 3 mL de ácido sulfúrico concentrado.
- ✓ Se efectuó la digestión hasta que sea totalmente transparente.

2. Destilación

- ✓ Se transfirió el contenido del balón de digestión al balón de destilación Kjeldahl, después de haber enjuagado con pequeñas proporciones de agua destilada, se acopló al equipo de destilación.
- ✓ Se agregó al balón de destilación 15 ml de NaOH al 50% a través de la tubuladura del equipo.
- ✓ Seguidamente se conectó el balón de destilación Kjeldahl con el generador de vapor de agua.
- ✓ Se colocó en un matraz de Erlenmeyer 20 mL de HCl 0.1 N con 2 a 3 gotas de indicador rojo de metilo.
- ✓ El tubo de salida del refrigerante del equipo de destilación Kjeldahl, se conectó con el matraz de tal forma que quede sumergido en la solución de ácido clorhídrico.
- ✓ Se inició con el proceso de destilación y se recogió el destilado.

3. Titulación

- ✓ Su valoración fue por retroceso con la solución estándar de NaOH 0.1 N hasta la aparición de color amarillo y se anotó el volumen gastado, luego se agregó 2 gotas de indicador fenolftaleína y titular hasta la aparición de un color rojo.

4. Titulación en blanco

- ✓ Se midió 20 mL de HCl 0.1 N se agregó 2 o 3 gotas de indicador rojo de metilo y luego se tituló con una solución de NaOH 0.1 N hasta su viraje a color amarillo y se anotó el volumen gastado, luego se agregó 2 a 3 gotas de indicador fenolftaleína hasta viraje rojo y se anotó el volumen gastado.

Se determinó el porcentaje de proteínas siguiendo los siguientes cálculos

$$\%N = \frac{14 \times N \times V \times 100}{m \times 1000}$$

$$\%Proteina = \frac{14 \times N \times V \times 100 \times Factor}{m \times 1000}$$

Dónde:

V = 50 mL H₂SO₄ 0.1 N - gasto NaOH 0.1 N o gasto de HCl 0.1 N

M = masa de la muestra, en gramos

F= factor para los cálculos se utilizó el factor 5.7: indicado para cereales.

Determinación de carbohidratos

La determinación de carbohidratos se aplicó el procedimiento reportado y descrito por (UNAM, 2015; McKee & McKee, 2014), a través de los siguientes pasos.

1. Se realizó la muestra total menos la suma de porcentaje de humedad, más porcentaje de fibra, mas porcentaje de proteína y más porcentaje de grasa.
2. Se aplicó siguiendo la siguiente formula.
3. El cálculo de la determinación.

$$\% Carb. = M - (\% H + \% F + \% P + \% G)$$

Dónde:

% Carb = porcentaje de carbohidratos

% H = porcentaje de humedad

% F = porcentaje de fibra

% P = porcentaje de proteína

% G = porcentaje de grasa

M = Muestra

ANEXO 5: Fotos

Lahualahua poblado del distrito de Ocongate



Granja Kayra UNSAAC, escuela de Agronomía



CICA 17



CICA 18



Molino



quinua en polvo



Equipo Soxhlet



muestras desgrasadas



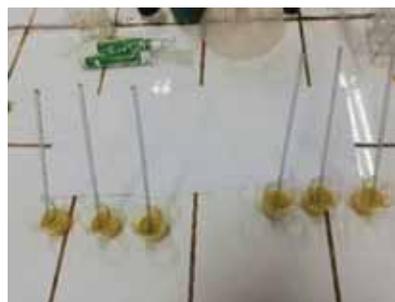
Peso de muestra



pesos



Medición de pH



Muestra a diferente pHs



Agitador magnético



filtrado de las muestras



Muestras rotuladas



Equipo centrifuga



Muestras con $C_2HCl_3O_2$ al 1%



Muestras después de centrifugar



Muestras en estufa



Peso de muestra seca



Lavado de los tubos



secado de los tubos



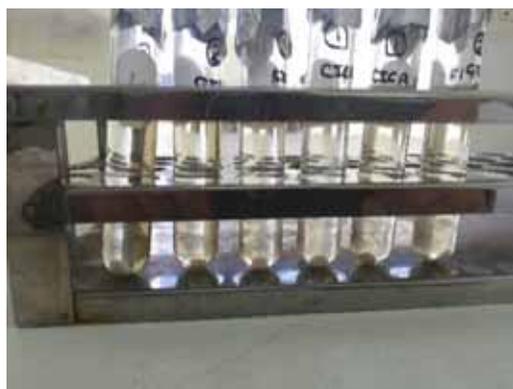
Peso de los tubos vacíos



solubilizando las muestras a pH 9



Pruebas para encontrar el punto Isoeléctrico



extracto de proteínas a pH ácido



Mufla



Desecador



Medición con pHmetro



análisis de pH ácido



Proteínas precipitadas



Estufa