

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**TESIS:**

**Contenido de proteínas de reserva en cuatro cultivares  
de *Chenopodium quinoa* Willd, Ayacucho - 2024**

Para optar el título profesional de:  
**BIÓLOGO, ESPECIALIDAD: MICROBIOLOGÍA**

PRESENTADO POR:  
**Bach. Edison QUISPE CARRERA**

ASESORA:  
**Dra. Roberta Brita ANAYA GONZÁLEZ**

COASESORA:  
**Blga. Rosana Luzía VENTURA CAVERO**

**AYACUCHO - PERÚ**

**2025**

A mis padres y mis hermanos por ser  
mi apoyo incondicional a lo largo de  
toda mi vida

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, a la Facultad de Ciencias Biológicas y a la Escuela Profesional de Biología, a los docentes y en especial a los de la especialidad de Microbiología que imparten sus conocimientos con el único fin de formar nuevos profesionales con alto rendimiento.

A la Blga. Rosana Luzía Ventura cavero, coasesora del presente trabajo de investigación.

De manera especial a la Dra. Roberta Brita Anaya González quien es mi asesor y que me supo comprender, orientar y apoyar constantemente en la realización de la presente investigación.

Al Fondo de Desarrollo Socioeconómico de Camisea (FOCAM) por el apoyo brindado, el cual hizo posible la ejecución parcial de este proyecto de investigación. Su contribución ha sido fundamental para el desarrollo de las actividades experimentales.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria	iii
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivo general	2
Objetivos específicos	2
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.1.1. Internacionales	3
2.1.2. Nacionales	4
2.1.3. Locales	5
2.2. Marco conceptual	6
2.3. Bases teóricas	8
2.3.1. <i>Chenopodium quinoa</i> Willd	8
2.3.2. Descripción taxonómica de la quinua	9
2.3.3. Taxonomía de la quinua	9
2.3.4. Composición nutricional	9
2.3.5. Proteínas	10
2.3.6. Proteínas de reserva	11
2.3.7. Albúminas	11
2.3.8. Globulinas	11
2.3.9. Prolaminas	12
2.3.10. Glutelinas	12
2.3.11. Carbohidratos	13
2.3.12. Lípidos	14
2.3.13. Vitaminas	14
2.3.14. Minerales	15
III. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1. Lugar de ejecución	19
3.2. Ubicación política	19
3.3. Población y muestra	21
3.3.1. Población	21
3.3.2. Muestra y selección de muestra	21
3.3.3. Sistema de muestreo	21
3.4. Metodología	21
3.4.1. Limpieza de los granos de quinua	21
3.4.2. Extracción de lípidos	21
3.4.3. Extracción de proteínas	22
3.4.4. Obtención de albúminas	22
3.4.5. Obtención de globulinas 7S y 11S	22
3.4.6. Obtención de prolaminas	23
3.4.7. Obtención de glutelinas	24
3.4.8. Cuantificación de proteínas	24
3.5. Tipo y diseño de investigación	25
3.5.1. Tipo de investigación	25
3.5.2. Nivel de investigación	25

3.5.3. Diseño de investigación	25
3.6. Análisis estadístico	25
IV. RESULTADOS	27
V. DISCUSIÓN	39
VI. CONCLUSIONES	49
VII. RECOMENDACIONES	51
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
IX. ANEXOS	59

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1</b> Concentración de fracciones proteicas en diferentes cultivares de quinua procedentes de la comunidad de Acocro	29
<b>Tabla 2</b> Concentración de fracciones proteicas en diferentes cultivares de quinua procedentes de la comunidad de chiara	30
<b>Tabla 3</b> Concentración de fracciones proteicas en diferentes cultivares de quinua procedentes de la comunidad de Vilcashuamán	31
<b>Tabla 4</b> Concentración de fracciones proteicas en semillas de quinua blanca, negra, amarilla y roja provenientes de Acocro, Chiara y Vilcashuamán	32

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Comparación del contenido de albúmina en cultivares de quinua entre las zonas de procedencia	33
<b>Figura 2</b> Comparación del contenido de globulina 7S en cultivares de quinua entre las zonas de procedencia	34
<b>Figura 3</b> Comparación del contenido de globulina 11S en cultivares de quinua entre las zonas de procedencia	35
<b>Figura 4</b> Comparación del contenido de prolaminas en cultivares de quinua entre las zonas de procedencia	36
<b>Figura 5</b> Comparación del contenido de glutelinas en cultivares de quinua entre las zonas de procedencia	37

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
<b>Anexo 1</b> Constancia de validación taxonómica y certificación de identidad botánica en <i>Chenopodium quinoa</i> Willd	61
<b>Anexo 2</b> Recolección de <i>Chenopodium quinoa</i> en el distrito de Acocro	62
<b>Anexo 3</b> Recolección de <i>Chenopodium quinoa</i> en el distrito de Chiara	63
<b>Anexo 4</b> Recolección de <i>Chenopodium quinoa</i> en el distrito de Vilcashuamán	64
<b>Anexo 5</b> Preparación del reactivo Bradford	65
<b>Anexo 6</b> Preparación de BSA para realizar curva de calibración	66
<b>Anexo 7</b> Procesamiento de muestras	67
<b>Anexo 8</b> Proceso de cuantificación	68
<b>Anexo 9</b> Preparación de soluciones para la fragmentación de proteínas	69
<b>Anexo 10</b> Curva de calibración	70
<b>Anexo 11</b> Análisis de varianza de dos factores con interacción respecto contenido de albúmina	71
<b>Anexo 12</b> Comparación múltiple de Tukey del contenido de albúmina en función a la procedencia	72
<b>Anexo 13</b> Comparación múltiple de Tukey del contenido de albúmina en función al cultivar	73
<b>Anexo 14</b> Comparación múltiple de Tukey del contenido de albúmina con respecto a la interacción entre el cultivar y la procedencia	74
<b>Anexo 15</b> Análisis de varianza de dos factores con interacción respecto al contenido de globulina 7S	75
<b>Anexo 16</b> Comparación múltiple de Tukey del contenido de globulinas 7S en función a la procedencia	76
<b>Anexo 17</b> Comparación múltiple de Tukey del contenido de globulinas 7S en función al cultivar	77
<b>Anexo 18</b> Comparación múltiple de Tukey del contenido de globulinas 7S con respecto a la interacción entre el cultivar y la procedencia	78
<b>Anexo 19</b> Análisis de varianza de dos factores con interacción respecto al contenido de globulinas 11S	79
<b>Anexo 20</b> Comparación múltiple de Tukey del contenido de globulinas 11S en función a la procedencia	80
<b>Anexo 21</b> Comparación múltiple de Tukey del contenido de globulinas 11S en función al cultivar	81
<b>Anexo 22</b> Comparación múltiple de Tukey del contenido de globulinas 11S con respecto a la interacción entre el cultivar y la procedencia	82
<b>Anexo 23</b> Análisis de varianza de dos factores con interacción respecto al contenido de prolaminas	83
<b>Anexo 24</b> Comparación múltiple de Tukey del contenido de prolaminas en función a la procedencia	84
<b>Anexo 25</b> Comparación múltiple de Tukey del contenido de prolaminas en función al cultivar	85
<b>Anexo 26</b> Comparación múltiple de Tukey del contenido de prolaminas con respecto a la interacción entre el cultivar y la procedencia	86
<b>Anexo 27</b> Análisis de varianza de dos factores con interacción respecto al contenido de glutelinas	87
<b>Anexo 28</b> Comparación múltiple de Tukey del contenido de glutelinas en función al cultivar	88
<b>Anexo 29</b> Comparación múltiple de Tukey del contenido de glutelinas con respecto a la interacción entre el cultivar y la procedencia	89

<b>Anexo 30</b>	Flujograma de trabajo	90
<b>Anexo 31</b>	Matriz de consistencia	91

## RESUMEN

La variabilidad en el contenido proteico de la quinua constituye un problema poco estudiado en cultivares locales de Ayacucho, lo que limita la identificación de cultivares con mayor potencial nutricional; por ello, el objetivo general fue evaluar el contenido de proteínas de reserva en cuatro cultivares de *Chenopodium quinoa* (blanco, amarillo, rojo y negro) procedentes de los distritos de Acocro, Chiara y Vilcashuamán. La investigación fue de tipo básica, nivel descriptivo y diseño no experimental, desarrollada en el Laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Se empleó el método de Osborne para el fraccionamiento proteico y la cuantificación se realizó mediante el método de Bradford, aplicándose un análisis estadístico con ANOVA y prueba de Tukey. Los resultados mostraron diferencias significativas en la composición y proporción de las fracciones proteicas según cultivar y procedencia. En Acocro, el cultivar rojo presentó el mayor contenido de proteínas totales; en Chiara, el cultivar amarillo destacó por su alto nivel de albúminas, reflejando un mejor perfil nutricional; mientras que en Vilcashuamán, el cultivar negro mostró una elevada concentración de globulina 11S, relacionada con la calidad funcional del grano. Se concluye que la calidad proteica de la quinua depende tanto del cultivar como de las condiciones agroecológicas de origen, destacando a los cultivares rojo y amarillo como las de mayor valor nutricional global, aportando evidencia para la selección de genotipos de interés nutricional y productivo.

**Palabras clave:** Quinua, proteínas de reserva, fracciones proteicas, variabilidad nutricional.

## I. INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un pseudocereal originario de la región andina que ha despertado un creciente interés a nivel mundial debido a su alto valor nutricional y su capacidad de adaptarse a diversas condiciones agroecológicas. En las últimas décadas, este cultivo ha sido catalogado como un alimento estratégico para combatir la malnutrición, gracias a su equilibrado perfil de aminoácidos esenciales y su bajo contenido de prolaminas y glutelinas, lo que lo convierte en un grano libre de gluten y, por tanto, apto para personas con enfermedad celíaca (Mu et al., 2023; Van de Vondel et al., 2020). A pesar de su importancia, la información sobre la variabilidad en la composición proteica de las diferentes cultivares de quinua cultivadas en contextos locales sigue siendo limitada, lo que dificulta identificar qué genotipos presentan mayor potencial nutricional.

La justificación de este trabajo radica en la necesidad de generar evidencia científica actualizada acerca del contenido y la distribución de proteínas de reserva en cultivares de quinua cultivadas en Ayacucho, región donde el cultivo constituye no solo un recurso alimenticio, sino también una fuente de ingresos económicos para los agricultores. Diversos estudios previos han mostrado que el contenido proteico de la quinua puede variar significativamente en función de factores genéticos y ambientales (Blanco et al., 2002). Sin embargo, en el caso particular de Ayacucho, los reportes son escasos y aún no se dispone de un análisis sistemático de las fracciones proteicas en cultivares locales. Este vacío de información limita la capacidad de diseñar estrategias de aprovechamiento nutricional y de promover cultivares con mayor valor agregado en mercados nacionales e internacionales.

El estado actual del problema revela que, si bien la quinua es reconocida por su aporte proteico superior al de otros cereales, la variabilidad entre cultivares y entre

zonas de cultivo aún no ha sido caracterizada de manera integral (Campos-Rodríguez et al., 2022; Koziol, 1992).

Estudios han avanzado en la identificación de fracciones específicas, como la globulina 7S en cultivares locales, aunque sin encontrar diferencias estadísticamente significativas (Fernández, 2024); otros estudios demostraron que el pH del suelo puede modificar la concentración de proteínas en ciertos cultivares, confirmando la influencia del ambiente en la calidad nutricional del grano (Cuya, 2023).

Considerando la importancia nutricional y el potencial agroalimentario de la quinua, resulta pertinente determinar el cultivar de quinua con el perfil proteico más favorable, a fin de generar evidencia científica que respalde la selección de cultivares con mayor valor nutricional en programas de alimentación y seguridad alimentaria. Los resultados también permitirán orientar futuras investigaciones sobre factores agronómicos y ambientales que optimicen la calidad proteica del grano, contribuyendo al fortalecimiento de la producción local y a la consolidación de la quinua como alimento funcional en la dieta moderna. En tal sentido se han propuesto los siguientes objetivos:

#### **Objetivo general**

- Evaluar el contenido de proteínas de reserva en cuatro cultivares de *Chenopodium quinoa* Willd (blanco, amarillo, rojo y negro), Ayacucho 2024.

#### **Objetivos específicos**

- Determinar el contenido de albúminas, globulinas 7S y 11S, prolaminas y glutelinas en semillas de quinua blanca, amarilla, roja y negra de los distritos de Acocro, Chiara y Vilcashuamán.
- Comparar el contenido de albúminas, globulinas 7S y 11S, prolaminas y glutelinas en semillas de quinua blanca, amarilla, roja y negra dentro de cada zona de estudio.
- Comparar el contenido de albúminas, globulinas 7S y 11S, prolaminas y glutelinas en semillas de quinua blanca, amarilla, roja y negra entre cada zona de estudio.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Internacionales

Mu et al. (2023), luego de un estudio bibliográfico acerca de la quinua mencionan que el grano de la quinua es un pseudocereal de la familia Chenopodiaceae y que destaca por sus propiedades nutricionales, superando a otros granos en cuanto al contenido de proteínas, así como en el perfil de aminoácidos que la componen en comparación con otros granos. Llegaron a reportar que el grano de quinua tiene un contenido de prolamina y glutelina relativamente bajos con aproximadamente 9 % y 16 % respectivamente; encontrándose estos mismos componentes tanto en los granos de trigo en un rango de 40-50 % y 35-40 % respectivamente. Como resultado de esta comparación se llegó a concluir que, debido a la casi ausencia de proteínas del gluten, las semillas de quinua tienen un potencial para la producción de productos alimenticios sin gluten y que además este posee una composición de aminoácidos más equilibrada.

Tavano et al. (2022), realizaron un estudio en donde evaluaron los perfiles de solubilidad de las proteínas de *Chenopodium quinoa* a partir de semillas de la variedad Real, de capa amarilla, adquiridos en un mercado local de Brasil. Estas semillas fueron pulverizadas en un molino para luego pasarlas por un tamiz de malla N°80, luego de ello prepararon una porción de esta harina desengrasándola mediante agitación con n-hexano durante 4 horas a temperatura ambiente seguido de ello determinaron el contenido de proteínas según el método Kjeldahl y para el aislamiento de las fracciones proteicas adoptaron un procedimiento general de separación de fracciones proteicas considerando el fraccionamiento proteico clásico de Osborne. Como parte del resultado, se ha reportado que la harina de quinua utilizada en este estudio contenía un 10,21 % de proteína total y la fracción que corresponde a las glutelinas un 23,16 % a partir de las proteínas totales.

Van de Vondel et al. (2020), realizaron un estudio para evaluar la composición proteica de la quinua a partir de harina integral de este grano en cuatro cultivares (Atlas, Jessie, Pasto y Riobamba) mediante un método de extracción tipo Osborne llegando a identificar fracciones proteínicas de albúminas, globulinas, prolaminas y glutelinas, destacando que las glutelinas se encuentran presentes entre un 14 % a 16 % del contenido de proteína total y que estas han sido extraídas en la etapa final. Concluyendo que este pseudocereal (*Chenopodium quinoa*) es una alternativa nutritiva sin gluten e hipoalérgica en comparación a cereales como el trigo y a legumbres como la soja.

Koziol (1992), en un estudio realizado con el objetivo de evaluar y mejorar la calidad nutricional de la quinua para lo cual realiza un análisis de su composición química, la identificación de métodos de cultivo más eficientes y la búsqueda de formas de hacer que los productos a base de quinua sean más accesibles económicamente para las poblaciones de bajos ingresos. Como parte del estudio, se realizó un análisis de las variaciones en la composición nutricional de la quinua cultivada en diferentes regiones como Bolivia, Perú y Ecuador. La cantidad de proteínas fueron analizadas por el método Kjeldahl. Como resultado de este estudio se ha observado que el contenido de proteína de la quinua es superior al de los cereales, aunque inferior al de las legumbres. Asimismo, se ha determinado que los cultivares ecuatorianos de quinua analizadas en el estudio mostraron un mayor contenido de grasa y proteína (hasta 15,7%) en comparación con otros cultivares andinos lo que se atribuye a factores genéticos y climáticos.

### **2.1.2. Nacionales**

Delgado & Pinto (2015), realizaron una investigación comparativa entre semillas de chía, linaza y quinua con el objetivo de caracterizar y cuantificar proteínas de reserva de semillas de estos granos, este trabajo no solo les ha permitido fraccionar y cuantificar las proteínas de reserva en las semillas estudiadas, sino también caracterizarlas bioquímicamente y evaluar su digestibilidad *in vitro* y de acuerdo con los resultados obtenidos, se ha podido demostrar las diferencias en la composición y cantidad de proteínas de reserva entre las semillas de chía, linaza y quinua, concluyendo que el contenido de glutelinas en la harina de quinua representa una fracción proteica significativa aunque en menor cantidad en comparación con la harina de chía y linaza en las cuales se encontraron contenidos mayores de glutelinas.

Miguel (2011), en un estudio determinó la concentración de proteínas en tres cultivares de *Chenopodium quinoa* Willd. (sayaña, witulla y real), las muestras fueron adquiridas en el mercado de Curgos y del INIA, la cantidad de proteínas se cuantificó utilizando el método micro Kjeldahl. Los resultados mostraron que la cantidad de proteínas en 100 gramos de muestra fue de 14,29 g de proteína en la variedad sayaña, 16,13 g de proteína en la variedad witulla y 11,49 g de proteína en la variedad real. Estos valores son estadísticamente significativos ( $p < 0,05$ ) según el análisis de varianza ANOVA. Concluyendo que el porcentaje de proteína varía según la especie y el ecotipo, en este caso la variedad witulla presenta la más alta cantidad de proteínas en comparación a la variedad real. La cual es una variedad importada de Bolivia.

Blanco et al. (2002), realizaron un estudio con el objetivo de analizar el contenido químico y nutricional de la quinua blanca de las principales zonas de producción del Perú. Se tomaron 30 muestras de quinua blanca de diferentes altitudes en los departamentos de Junín, Puno, Apurímac, Cusco y Ancash obtenidas al azar durante la cosecha. Los resultados mostraron diferencias significativas en el contenido de proteínas según el origen con el valor promedio más alto en Junín (13,71 %) y Ancash (12,96 %), Puno (11,16 %), Cusco (11,30 %), Apurímac (12,34 %), por cada 100 g de muestra. Como conclusión del estudio se ha determinado que la quinua procedente de Junín presenta los mejores niveles de proteínas y minerales, mientras que la de Puno tiene el nivel más bajo en cuanto a proteínas.

### **2.1.3. Locales**

Fernández (2024), realizó una investigación en Ayacucho con el objetivo de fraccionar y caracterizar electroforéticamente la proteína de reserva, específicamente la globulina 7S, de cuatro cultivares de *Chenopodium quinoa* Willd. (Blanca, Amarilla, Roja y Negra) de los distritos de Acosvinchos, Acocro y Chiara. El trabajo lo realizó en el Laboratorio de Bioquímica de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, con el método de Osborne (1924) para fraccionar las proteínas según su solubilidad. Como resultado, según el análisis de fraccionamiento, las globulinas 7S obtenidas de los cultivares estudiados resultaron: Blanca (18,33 mg%), Amarilla (25,33 mg%), Roja (21,67 mg%) y Negra (14,67 mg%), siendo el cultivar Amarillo la de mayor peso promedio, seguido del cultivar rojo. Estadísticamente según la prueba de Tukey se logró determinar que estos pesos obtenidos no mostraron diferencia significativa entre ellas ( $p > 0,05$ ).

Cuya (2023), en su investigación evaluó la variación proteica de cuatro cultivares de *Chenopodium quinoa* Willd. (Negra Collana, Salcedo INIA, Compuesto Chontaca y Pasankalla) cultivadas en suelos con diferentes niveles de pH (5,7; 6,5; 7,0 y 7,5), estas semillas fueron donadas por el banco de germoplasma de la estación experimental agraria Canaán-INIA Ayacucho y cultivadas en condiciones controladas de vivero. El contenido de proteína se ha determinado utilizando el método micro Kjeldahl. Los resultados mostraron que la mayor concentración de proteínas se ha encontrado en la variedad Pasankalla (pH 7,0) con 13,97 % y en la variedad Compuesto Chontaca (pH 7,0) con 13,87 %. Los valores mínimos se observaron en la variedad Negra Collana (pH 5,7) con 10,37 % y en la variedad Salcedo INIA (pH 5,7) con 11,11 %. A nivel estadístico, no se han encontrado diferencias significativas entre los cultivares Salcedo INIA, Compuesto Chontaca y Pasankalla, pero la variedad Negra Collana mostró un contenido de proteínas significativamente menor a pH 5,7. Como conclusión de este estudio, se afirma que el pH del suelo influye en la cantidad de proteína presente en los granos, especialmente en la variedad Negra Collana, lo que sugiere que un pH adecuado puede mejorar la calidad nutricional de la quinua.

## **2.2. Marco conceptual**

### **Quinoa**

Es un pseudocereal andino que se produce en países como Bolivia, Perú, Ecuador y en el sur de Colombia, cuenta con más de 3000 cultivares, distinguiéndose entre ellas por sus propiedades nutricionales y adaptación a diversas zonas agroecológicas, destacando su perfil nutricional en el cual sobresale su contenido en proteínas, carbohidratos, lípidos y por no poseer gluten (Campos-Rodríguez et al., 2022).

### **Cultivar**

Conjunto de plantas cultivadas de una misma especie que son distinguibles por determinadas características (morfológicas, fisiológicas, bioquímicas u otras) significativas para propósitos agrícolas (Infojardín, 2023).

### **Aminoácidos esenciales**

Son aminoácidos proteicos que el cuerpo humano no puede sintetizar por sí mismo y por tanto deben ser ingeridos a través de la dieta diaria, estos aminoácidos son cruciales para diversas funciones biológicas, incluyendo la síntesis de proteínas, la reparación de tejidos y la producción de enzimas y neurotransmisores. Los aminoácidos esenciales son: fenilalanina, isoleucina, leucina, lisina, treonina, triptófano, valina, arginina, histidina y metionina (García-Allen, 2024).

### **Proteínas de reserva**

Son proteínas que se sintetizan y acumulan en grandes cantidades en las semillas de las plantas. Estas proteínas cumplen una función vital en la nutrición de las plantas en desarrollo, ya que sirven como una fuente principal de aminoácidos y nitrógeno para el crecimiento de la plántula después de la germinación, en muchas especies, estas proteínas se almacenan en estructuras especializadas llamadas cuerpos proteínicos dentro de las células de la semilla, específicamente en el citoplasma (Ventura & León, 2017).

### **Albúminas**

Las albúminas son proteínas que cumplen funciones metabólicas y estructurales, son solubles en agua y en soluciones salinas diluidas, se encuentran tanto en plantas como en animales. Estas proteínas son ricas en aminoácidos esenciales como la lisina, triptófano y metionina (Koehler & Wieser, 2013).

### **Globulinas**

Las globulinas son proteínas de almacenamiento en semillas de cereales y pseudocereales, presentan la característica de ser solubles en soluciones salinas diluidas. Esta proteína es abundante en pseudocereales como la quinua y el amaranto (Janssen et al., 2017).

### **Prolaminas**

Las prolaminas son las principales proteínas de almacenamiento en la mayoría de los cereales, pero de poca presencia en pseudocereales, son solubles en soluciones alcohólicas y se caracterizan por su alto contenido de prolina y glutamina. La ausencia o baja presencia de prolaminas en los pseudocereales como la quinua y el amaranto contribuye a su estatus libre de gluten (Shewry & Halford, 2002).

## **Glutelinas**

Las glutelinas son proteínas de almacenamiento insolubles en soluciones neutras y alcoholes, pero solubles en soluciones ácidas o alcalinas diluidas, están estrechamente relacionadas con las prolaminas. Al igual que las prolaminas, las glutelinas son ricas en prolinas y ácido glutámico, pero su perfil de aminoácidos puede variar dependiendo a la especie (Wieser, 2007).

## **Gluten**

Es una proteína amorfa que se encuentra en la semilla de muchos cereales como el trigo, cebada y centeno, así como en sus híbridos y derivados, esta proteína es la responsable de la elasticidad de la masa de harina y confiere la consistencia y esponjosidad de los panes y masas horneadas (Federación de Asociaciones de Celiacos de España, 2018).

### **2.3. Bases teóricas**

#### **2.3.1. *Chenopodium quinoa* Willd**

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) es un pseudocereal originario de los Andes de Bolivia y Perú, considerado de alto valor nutricional por su contenido de ácidos grasos, minerales y proteínas ricas en aminoácidos esenciales, superiores a otros cereales (Gutiérrez & Mollinedo, 2022), además de sus propiedades nutricionales, destaca su adaptabilidad a diversas condiciones agroecológicas y su diversidad genética que influye en sus características morfológicas, fenológicas y metabólicas, relacionadas con el tipo de estrés biótico o abiótico al que está expuesta la planta (Chito et al., 2017).

Debido a su variada composición, la quinua ha permitido el desarrollo de alimentos funcionales particularmente beneficiosos para combatir la malnutrición proteico-energética, prevalente en países en vías de desarrollo, destacando por su contenido proteico que oscila entre el 13,81 % y 21,9 % según la variedad cultivada, lo que consolida su importancia como fuente sostenible de nutrientes esenciales (Montes-Rojas et al., 2018), este alimento se distingue por ser el único alimento vegetal que provee todos los aminoácidos esenciales en cantidades muy cercanas a los estándares nutricionales establecidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), gracias al elevado contenido de aminoácidos esenciales en su proteína.

Actualmente en el Perú, la quinua se cultiva desde el nivel del mar hasta los 4000 metros sobre el nivel del mar, describiéndose su cultivo y producción en cuatro

zonas agroecológicas distintas: altiplano, valles interandinos, yunga marítima y costa (Pinedo et al., 2020).

### **2.3.2. Descripción taxonómica de la quinua**

La quinua, es un cultivo perteneciente a la familia *Quenopodiaceae*, cuya siembra se concentra principalmente en la zona andina del Perú, esta es una planta anual, ginomonoica y dicotiledónea con porte herbáceo, presenta un tallo principal con ramas laterales que sostienen hojas alternas de diversos colores debido a la presencia de antocianinas y carotenos (Espinoza, 2016). Su sistema radicular es pivotante, con raíces secundarias que pueden penetrar hasta 1,5 metros de profundidad dependiendo de los requerimientos hídricos del suelo; la inflorescencia es una panícula apical de 15 a 100 cm de longitud, con ramas secundarias que portan flores hermafroditas en el extremo distal y flores unisexuales conformando inflorescencias compactas, laxas o mixtas. La semilla se reconoce como un aquenio de morfología variable (lenticular, elipsoidal, cónica o esférica) según sus rasgos genéticos (García-Parra et al., 2020).

### **2.3.3. Taxonomía de la quinua**

La clasificación taxonómica según describe Cronquist es de la siguiente manera:

Reino: Vegetal

División: Mangonoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Caryophyllidae

Orden: Caryophyllales

Familia: Chenopodiaceae

Género: *Chenopodium*

Sección: *Chenopodia*

Subsección: *Cellulata*

Especie: *Chenopodium quinoa* Willdenow.

### **2.3.4. Composición nutricional**

La quinua es reconocida actualmente por su alto contenido y calidad proteica, al poseer un equilibrado espectro de aminoácidos ricos en lisina y metionina. Además, contiene cantidades considerables de fibra, minerales como calcio y hierro y también antioxidantes como polifenoles (Nowak et al., 2016), se considera con escasa presencia de gluten, por lo que es apta para celíacos y alérgicos al trigo, distinguiéndola de otros cereales convencionales y despertando un creciente interés mundial.

### **2.3.5. Proteínas**

El grano de quinua es notable por su alto contenido proteico, que varía entre el 13,8 % y el 16,5 %, con un promedio del 15 %. Las proteínas de almacenamiento predominantes en la quinua son las albúminas (2S) y las globulinas (11S), que representan el 35 % y el 37 % respectivamente, mientras que las prolaminas están presentes en concentraciones más bajas. La globulina 11S, conocida como quenopodina, es una proteína oligomérica con una estructura cuaternaria de 320 kDa. Está compuesta por monómeros o subunidades, que consisten en un polipéptido básico y un ácido, con una masa molecular de 20-25 kDa y 30-40 kDa, respectivamente (Filho et al., 2017).

La quenopodina es rica en varios aminoácidos, pero es relativamente baja en aminoácidos azufrados. La fracción proteica del tipo 2S presenta un grupo heterogéneo de polipéptidos con una masa molecular de 8-9 kDa en condiciones reductoras. Esta fracción es alta en cisteína, arginina e histidina, que son nutricionalmente importantes, especialmente para los niños. Por lo tanto, la fracción 2S parece contribuir al mayor nivel de aminoácidos azufrados de la quinua, mostrando un gran potencial como suplemento dietético (Filho et al., 2017).

La calidad nutricional de la proteína está determinada por la proporción de aminoácidos esenciales, es decir, aquellos que no pueden ser sintetizados por los animales y, por lo tanto, deben ser suministrados en la dieta (Filho et al., 2017).

La quinua proporciona un valor proteico similar a la caseína de la leche, ya que contiene todos los aminoácidos esenciales para la vida humana con valores cercanos a los marcados por la FAO (Filho et al., 2017).

La quinua es rica en aminoácidos azufrados y lisina, y puede considerarse como una proteína de alta calidad, a diferencia del contenido proteico de los cereales, que son especialmente deficientes en lisina (Filho et al., 2017).

El valor nutricional de un alimento está determinado principalmente por su calidad proteica, que depende de la composición de los aminoácidos esenciales, y la utilización biológica de los aminoácidos (biodisponibilidad) también depende de la digestibilidad de la proteína. La digestibilidad proteica o la biodisponibilidad de los aminoácidos en la quinua difieren según la variedad y el tratamiento que reciben los granos, aumentando considerablemente con la cocción. Finalmente, la quinua no solo tiene un alto contenido de proteínas, sino también una adecuada composición de aminoácidos, además de una alta concentración de triptófano,

generalmente el segundo aminoácido limitante en los cereales. Además, presenta una alta tasa de triptófano no proteico, que se absorbe fácilmente y puede contribuir al aumento y disponibilidad de este aminoácido en el cerebro, influyendo así en la síntesis del neurotransmisor serotonina (Filho et al., 2017).

Las proteínas de los cereales se han organizado convencionalmente en cuatro grupos según su solubilidad. Las albúminas son solubles en agua. Las globulinas se disuelven en soluciones salinas diluidas como el cloruro de sodio. Las prolaminas, como las gliadinas presentes en el salvado de trigo, son solubles en alcohol al 70 %. Por último, las glutelinas se disuelven en soluciones ácidas o básicas débiles (Chaquilla-Quilca et al., 2018).

#### **2.3.6. Proteínas de reserva**

Las proteínas de reserva son componentes esenciales de las semillas que se sintetizan y acumulan en grandes cantidades durante su desarrollo y maduración, que luego serán almacenadas en cuerpos proteínicos. Cumplen un papel crucial al ser hidrolizado durante la germinación, proporcionando nitrógeno para el crecimiento inicial de la plántula. Su clasificación tradicional, propuesta por Osborne en 1925, se basa en su extracción y solubilidad, dividiéndolas en cinco grupos principales: Albúminas, Globulinas 7S y 11S, Prolaminas y Glutelinas. Esta clasificación ha sido ampliamente utilizada y sigue siendo relevante en la caracterización de las proteínas de semillas (Espitia et al., 2016).

#### **2.3.7. Albúminas**

La albúmina es la segunda proteína más abundante en la quinua, representa aproximadamente el 35 % de su contenido proteico total y se caracteriza por su rápida solubilidad en agua. Aunque pertenece a las proteínas de almacenamiento en semillas de plantas dicotiledóneas y puede provocar alergias, destaca por su excepcional actividad antifúngica, capaz de aumentar la permeabilidad de las membranas plasmáticas en hongos patógenos. Su relevancia en la nutrición humana ha motivado extensos estudios sobre sus diversos tipos y genes asociados en múltiples plantas comestibles, permitiendo una caracterización detallada que facilita su manejo y mejora (Blasco, 2022).

#### **2.3.8. Globulinas**

Las globulinas constituyen el 37 % de las proteínas totales de la quinua, son el grupo proteico predominante en este pseudocereal. A pesar de ser insolubles en agua, estas proteínas pueden disolverse en soluciones salinas diluidas. Entre ellas, destaca la globulina 11S, también conocida como legumina o "chenopedin"

en inglés, que es uno de los componentes principales en las plantas dicotiledóneas. La legumina se caracteriza por su riqueza en ácidos glutámico y aspártico, arginina, serina, leucina y glicina, aunque presenta una deficiencia relativa en aminoácidos azufrados, lo que influye en su perfil nutricional y funcional dentro de la composición proteica de la quinua.(Blasco, 2022).

### **2.3.9. Prolaminas**

Las prolaminas son proteínas de almacenamiento presentes en la mayoría de los cereales, importantes en la nutrición animal y humana. Se caracterizan por su alto contenido de prolina y glutamina, lo que les confiere solubilidad en compuestos orgánicos. Estructuralmente, presentan un dominio globular  $\alpha$ -hélice con un patrón conservado de cisteínas y puentes disulfuro intramoleculares. Estas proteínas constituyen entre el 70-90 % de las proteínas de almacenamiento en la mayoría de los cereales, junto con las glutelinas en proporciones similares. Sin embargo, existen excepciones notables como la avena, que contiene principalmente globulinas, y el arroz, que tiene un bajo contenido de prolaminas y un alto porcentaje de glutelinas (Hernández-Espinosa et al., 2015).

### **2.3.10. Glutelinas**

Las glutelinas que se encuentran en semillas de trigo se denominan glutelinas, estas conforman un grupo diverso de proteínas. Tienen la distinción de ser solubles en soluciones ácidas o alcalinas. Están compuestas por múltiples cadenas y tienen pesos moleculares variables, que van desde los 10.000 hasta varios millones. Incluyen glutelinas de bajo y alto peso molecular. Su textura es resistente y gomosa, pero tiende a romperse con facilidad. Se cree que las glutelinas aportan a la masa la propiedad de resistencia al estiramiento (Villanueva, 2014).

Las glutelinas tienen la capacidad de unirse entre sí a través de enlaces disulfuro (S-S), formando polímeros que alcanzan pesos moleculares muy elevados, del orden de 100 a 1000 kDa o incluso mayores. Las cadenas de aminoácidos que constituyen estos polímeros se denominan subunidades de glutelina (GS) y se clasifican en dos tipos principales: las subunidades de alto peso molecular (HMW-GS) de 70-90 kDa y las subunidades de bajo peso molecular (LMW-GS) de 40-70 kDa. Las HMW-GS poseen una región central repetitiva que les confiere una estructura en espiral, además de grupos sulfhidrilo (S-H) en ambos extremos, permitiéndoles unirse a otras subunidades para formar largas cadenas lineales, ramificaciones y eventualmente redes. Por otro lado, las LMW-GS, salvo

excepciones, solo tienen grupos SS en un extremo, actuando como terminadoras de cadena y tendiendo a formar clusters o ramificaciones laterales (Calvelo, 2017). Las glutelinas son la fracción proteica más difícil de extraer por su alto peso molecular y por la gran cantidad de puentes disulfuro, para poder extraerlos es necesario utilizar detergentes, álcalis y mercaptoetanol. Las glutelinas son las proteínas principales de la estructura del endospermo, situadas dentro de la matriz proteica y asociadas con las prolaminas (Pajarito, 2005). En cuanto a la cantidad nutricional, las glutelinas son mejores que las prolaminas. El contenido de proteínas en la quinua, alrededor de 15 %, es mayor que el del arroz y el maíz, esta se encuentra constituida principalmente por albúminas y globulinas y el bajo contenido en prolaminas y glutelinas motiva a que se afirme que la quinua no tenga gluten, haciéndola de gran utilidad en la dieta de personas sensibles a las que la presencia de gluten ocasiona afecciones de colon y algunas lesiones intestinales (Pajarito, 2005).

#### **2.3.11. Carbohidratos**

La quinua es un grano rico en almidón, que constituye entre el 52 y 69 % de su composición. También contiene una cantidad considerable de fibra dietética, similar a la de otros cereales, que puede mejorar la digestibilidad y la absorción de otros nutrientes; junto a estas propiedades, también se ha llegado a reportar que la quinua contiene aproximadamente un 3 % de azúcares simples, principalmente D-maltosa, D-galactosa y D-ribosa, además de bajos niveles de fructosa y glucosa (Filho et al., 2017).

El almidón en la quinua se presenta en forma de gránulos de varias formas y tamaños, siendo más pequeños que los de la mayoría de los granos de cereales. Este almidón tiene una masa molar promedio de  $11,3 \times 10^6$  g/mol, es muy ramificado con un grado mínimo de polimerización de 4600 unidades de glucosa, un máximo de 161000 y una media ponderada de 70000 unidades, la longitud de la cadena depende de la fuente botánica, oscilando entre 500 y 6000 unidades de glucosa (Filho et al., 2017).

El contenido de amilosa del almidón de quinua varía entre el 3 % y el 22 %, dependiendo de la variedad. La amilopectina, por otro lado, constituye el 77,5 % del almidón de quinua, esta fracción de amilopectina es alta y comparable a la de algunos cultivares de arroz. Los carbohidratos de quinua pueden considerarse nutracéuticos debido a sus efectos beneficiosos, como la reducción de los niveles de glucosa en sangre y los ácidos grasos libres. Los estudios han demostrado que

la quinua tiene un índice glucémico ligeramente más bajo que las pastas y panes sin gluten de quinua, y también puede reducir los niveles de triglicéridos. Sin embargo, se necesitan más estudios para confirmar estos y otros efectos nutracéuticos de la quinua (Filho et al., 2017).

### **2.3.12. Lípidos**

La quinua es un cultivo oleaginoso alternativo debido a su alta calidad y cantidad de lípidos. Su contenido de grasa varía entre el 2,0 y el 9,5 %, y es rica en ácidos grasos esenciales como el linoleico y el  $\alpha$ -linolénico. Además, contiene antioxidantes como el  $\alpha$ -tocoferol y el  $\gamma$ -tocoferol. El ácido graso saturado principal de la quinua es el ácido palmítico, que representa alrededor del 10 % del total de ácidos grasos. Los ácidos grasos insaturados, que constituyen entre el 87,2 y el 87,8 % del total de ácidos grasos en el aceite de quinua, son el oleico (19,7 a 29,5 %), linoleico (49,0 a 56,4 %) y linolénico (8,7 a 11,7 %). El aceite de quinua contiene 797.2 ppm de  $\gamma$ -tocoferol y 721.4 ppm de  $\alpha$ -tocoferol, esto garantiza una larga vida útil al aceite de quinua debido al potencial antioxidante del  $\gamma$ -tocoferol. Además, el  $\alpha$ -tocoferol actúa como antioxidante natural a nivel de la membrana celular, protegiendo los ácidos grasos contra el daño de los radicales libres (Filho et al., 2017).

### **2.3.13. Vitaminas**

La quinua también es rica en micronutrientes como vitaminas y minerales. Aunque existen pocos estudios sobre el contenido vitamínico en el grano de quinua, varios autores reportaron concentraciones significativas de piridoxina (B6) y ácido fólico, cuyos valores en 100 g de quinua pueden satisfacer las necesidades de niños y adultos, además, la riboflavina presente en la misma cantidad de quinua puede cubrir el 80 % de las necesidades diarias de los niños y el 40 % de los adultos; aunque la niacina presente en la quinua no satisface completamente las necesidades diarias, sigue siendo una fuente importante para la dieta. Comparada con otros cereales como la avena, la cebada, el trigo, el centeno, el arroz y el maíz, la quinua tiene niveles más bajos de tiamina (B1), pero contiene niveles más altos de riboflavina (B2), piridoxina (B6) y ácido fólico. Además, la quinua es una excelente fuente de vitamina E, superior al trigo, como se describe anteriormente. Algunos estudios llegaron a reportar niveles considerables de tiamina, ácido fólico y vitamina C en los granos de quinua, además de que al comparar con otros granos como el arroz, la cebada y el trigo, la quinua contiene más contenido de

riboflavina,  $\alpha$ -tocoferol,  $\beta$ -caroteno y ácido ascórbico también es rica en vitaminas A, B2 y E (Filho et al., 2017).

#### **2.3.14. Minerales**

Los minerales, a diferencia de los carbohidratos, lípidos y proteínas, son inorgánicos y no pueden ser producidos por los seres vivos; son esenciales para el organismo y su deficiencia puede causar desequilibrios en la salud. Los minerales más conocidos incluyen el calcio, fósforo, hierro, potasio, azufre, sodio, magnesio, zinc, cobre, selenio y cromo; estos deben ser obtenidos a través de una dieta equilibrada, prestando atención a las combinaciones de alimentos y técnicas de preparación para mejorar su biodisponibilidad. La quinua es un grano que contiene una alta cantidad de minerales; su contenido de cenizas (3,4 %) es mayor que el del arroz (0,5 %), trigo (1,8 %) y la mayoría de los demás cereales. Contiene cantidades significativas de calcio y hierro, y su contenido de magnesio (0,26 %) es mayor que el del trigo (0,16 %) y el maíz (0,14 %). Los minerales en la quinua están en formas biodisponibles, lo que significa que pueden ser fácilmente absorbidos por el cuerpo; sin embargo, la disponibilidad de estos minerales puede verse afectada por las saponinas y el ácido fítico presentes en las semillas de quinua. A pesar de esto, los estudios han demostrado que la disponibilidad de hierro en las dietas basadas en quinua es al menos tan buena como la del sulfato ferroso (Filho et al., 2017).

#### **2.3.15. Importancia de las fracciones proteicas**

Las fracciones proteicas de la quinua tienen una importancia significativa tanto desde el punto de vista nutricional como funcional. La proteína de la quinua destaca por su perfil de aminoácidos, especialmente por su alto contenido de lisina, metionina y cisteína, lo que la diferencia de otros cereales y la convierte en una fuente completa de proteína vegetal adecuada para poblaciones con requerimientos elevados de aminoácidos esenciales como los vegetarianos y adultos mayores (Zhang et al., 2025).

Desde el punto de vista estructural, las principales fracciones proteicas de la semilla de quinua son las globulinas (principalmente chenopodina, tipo 11S) y las albúminas (tipo 2S), que juntas representan más del 70% del contenido proteico total. Estas fracciones están estabilizadas por puentes de disulfuro, lo que contribuye a su estabilidad y funcionalidad en aplicaciones alimentarias (Dakhili et al., 2019). Además, la baja proporción de prolaminas (0,5–7% del total) hace

que la quinua sea apta para personas con enfermedad celíaca (Dakhili et al., 2019).

Funcionalmente, las fracciones proteicas de la quinua y sus péptidos derivados tras hidrólisis enzimática han demostrado actividades bioactivas relevantes, como propiedades antioxidantes, antidiabéticas antiinflamatorias, inmunomoduladoras, y antihipertensivas, principalmente en estudios *In vitro* y en modelos animales (Capraro et al., 2021; Guo et al., 2023). La fracción de albúminas suele mostrar mayor actividad antioxidante e inmunomoduladora, mientras que las globulinas intactas presentan mayor actividad inhibidora de tripsina (Capraro et al., 2021).

Los péptidos de bajo peso molecular (<3 kDa) obtenidos por hidrólisis enzimática exhiben una potente capacidad antioxidante y de inhibición de la  $\alpha$ -glucosidasa, enzima clave en el metabolismo de los carbohidratos, lo que sugiere aplicaciones potenciales en el desarrollo de alimentos funcionales y suplementos para la prevención de enfermedades metabólicas (Abbasi et al., 2022).

#### **2.3.16. Aporte nutricional de las fracciones proteicas de la quinua**

Las fracciones proteicas de la quinua (*Chenopodium quinoa*) presentan un aporte nutricional destacado por su calidad y composición de aminoácidos esenciales. La proteína de la quinua está compuesta principalmente por globulinas tipo 11S (chenopodina, aproximadamente 37 % del total) y albúminas tipo 2S (alrededor de 35 %), ambas estabilizadas por puentes disulfuro, lo que contribuye a su estabilidad y funcionalidad nutricional (Dakhili et al., 2019). Además, este grano presenta una concentración baja de prolaminas (0,5 – 7%), lo que la hace apta para personas con enfermedad celíaca (Dakhili et al., 2019).

En cuanto al perfil de aminoácidos, la quinua destaca por su elevado contenido de lisina, metionina y cisteína, superando a la mayoría de los cereales convencionales, lo que la convierte en una fuente proteica de alta calidad para dietas vegetarianas (Burrieza et al., 2019). La quinua es especialmente rica en lisina, un aminoácido esencial que suele estar limitado en otros cereales, estudios de proteómica han identificado globulinas con contenido de lisina superior al 7.5 % de la masa proteica, lo que justifica el alto aporte de este aminoácido en la quinua (Burrieza et al., 2019). Además, la fracción albúmina-1 (Albu-1) presenta concentraciones elevadas de lisina (5,4 – 8,6 g/100 g proteína), mientras que la fracción albúmina-2 (Albu-2), asociada a proteínas de almacenamiento, es rica en leucina (7,2 – 8,9 g/100 g proteína) (Thanapornpoonpong et al., 2008).

El perfil de aminoácidos esenciales de la quinua incluye leucina como el más abundante (hasta 1013 mg/100 g en algunos cultivares), seguido de valina, isoleucina, fenilalanina y treonina. La metionina, aunque presente, es el aminoácido esencial menos abundante en la quinua (199 mg/100 g) (Mota et al., 2016). Las fracciones glutelinas muestran un equilibrio adecuado de aminoácidos esenciales, excepto por la relativa baja concentración de metionina (Thanapornpoonpong et al., 2008). La presencia de cisteína y metionina, aunque menor que la de lisina y leucina, es superior a la de la mayoría de los cereales tradicionales (Mota et al., 2016).

La variabilidad genética y las condiciones agronómicas pueden influir en el contenido total de proteína (11,2 – 17,8 %) y en la proporción de aminoácidos, pero en general, la quinua cumple con los requerimientos diarios de aminoácidos esenciales para adultos, aunque puede ser insuficiente para los requerimientos de leucina y lisina en lactantes (Craine et al., 2023).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de ejecución**

El trabajo de investigación fue ejecutado en el laboratorio de Bioquímica de la Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Biológicas, en la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, lugar donde se realizaron las actividades de investigación.

#### **3.2. Ubicación política**

**Región** : Ayacucho

**Provincia** : Huamanga

**Distrito** : Ayacucho

**Lugar** : Laboratorio de bioquímica de la Facultad de Ciencias Biológicas

#### **3.3. Características geográficas y agroecológicas de la zona de estudio**

##### **3.3.1. Acocro**

El distrito de Acocro se encuentra ubicado en la provincia de Huamanga, región Ayacucho, presenta un relieve montañoso e irregular con altitudes que varían entre 2700 y 4300 m.s.n.m., posee diversos pisos ecológicos: valle interandino, zona agrícola intermedia y puna, presenta un clima templado frío de montaña, con una marcada estacionalidad en épocas de lluvia desde diciembre hasta marzo y época seca de mayo a septiembre, presenta suelo de tipo franco-arenoso y pedregoso, son de fertilidad media pero vulnerables a la erosión hídrica; por ello se promueven prácticas de conservación y reforestación (Municipalidad Distrital de Acocro, 2013). La población se dedica principalmente a la agricultura, destacando la producción de papa y quinua, cultivos adaptados a la altura, además de cebada, trigo (Diario El Peruano, 2025). Acocro es considerado uno de los principales productores de quinua de Ayacucho, y cuenta con infraestructura hídrica como 23 qochas que almacenan más de 566000 m<sup>3</sup> de agua para riego, impulsadas por el MIDAGRI y programas como Sierra Azul (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2021). Pese a las limitaciones climáticas

y de acceso a mercados, el distrito posee un alto potencial agroecológico debido a su diversidad altitudinal y a las políticas que fomentan una agricultura sostenible y resiliente.

### **3.3.2. Chiara**

El distrito de Chiara se encuentra ubicado en la provincia de Huamanga, región Ayacucho, presenta un relieve montañoso y accidentado con altitudes que oscilan entre 2 776 y más de 4 300 m.s.n.m., predominan suelos jóvenes de origen coluvio-residual, clasificados taxonómicamente como entisoles y andisoles, caracterizados por su formación en laderas, textura variable y buena capacidad de retención de humedad, típicos de ecosistemas altoandinos (Huaman, 2024). Posee aproximadamente el 46% del territorio apto para cultivos, siendo la quinua uno de los principales productos agrícolas junto con tubérculos y cereales andinos, posee un tipo de clima frío de alta montaña, con temperaturas promedio bajas y precipitaciones concentradas entre noviembre y marzo (Municipalidad distrital de Chiara, 2018). Las actividades económicas locales se complementan con la ganadería de altura y proyectos de conservación de suelos y manejo hídrico impulsados por el INIA y autoridades locales, orientados a reducir la erosión y mejorar la productividad en laderas (Municipalidad distrital de Chiara, 2018). Pese a los retos derivados del relieve y la escasez hídrica estacional, Chiara posee un importante potencial agroecológico para cultivos andinos y prácticas sostenibles de manejo del territorio.

### **3.3.3. Vilcashuamán**

El distrito de Vilcashuamán se encuentra ubicado en la provincia homónima en la región de Ayacucho, se encuentra a unos 3470 m.s.n.m., y forma parte de una geografía andina compleja, con valles interandinos y zonas de puna, lo que genera un relieve accidentado y variados pisos ecológicos (Arnillas, 2022), su economía se basa principalmente en la agricultura familiar de altura donde cultivos como la quinua, papa y maíz adquieren gran importancia, haciendo que algunas instituciones estatales impulsen una cadena productiva con centros de acopio y plantas de procesamiento (Agencia Agraria de Noticias, 2018). La combinación de altitud, relieve montañoso, pisos ecológicos diversos y sistemas agrícolas adaptados al entorno altoandino hacen de Vilcashuamán un caso representativo de la zona sierra del Perú con desafíos (como pendientes, erosión, estacionalidad hídrica) y oportunidades para una agricultura agroecológica de altura (Arnillas, 2022).

### **3.4. Población y muestra**

#### **3.4.1. Población**

La población estuvo conformada por semillas de cuatro accesiones de *Chenopodium quinoa* Willd., provenientes de los distritos de Vilcashuamán, Chiara y Acocro.

#### **3.4.2. Muestra y selección de muestra**

La muestra de estudio estuvo constituida por 1 Kg de semillas de quinua de los cultivares blanco, amarillo, rojo y negro.

#### **3.4.3. Sistema de muestreo**

Por conveniencia

### **3.5. Metodología**

#### **3.5.1. Limpieza de los granos de quinua**

Las semillas de quinua fueron recolectadas en campo y posteriormente sometidas a un proceso de limpieza en el laboratorio con el objetivo de obtener granos de calidad adecuada. Mediante el uso de un tamiz, se eliminaron las partículas pequeñas y el polvo adherido a la superficie. Para garantizar la pureza del grano, estos fueron dejados caer desde una altura aproximada de un metro, lo cual permitió desprender impurezas residuales. Finalizado el procedimiento de limpieza, los granos seleccionados fueron almacenados en recipientes identificados mediante códigos (Fernández, 2024).

En la siguiente fase, se pesó una muestra de 100 gramos, la cual fue deshidratada en una estufa durante 24 horas a una temperatura constante de 40 °C. Una vez obtenidos los granos secos, estos fueron molidos hasta alcanzar una textura homogénea y posteriormente conservados en condiciones controladas hasta su empleo en el análisis correspondiente.

#### **3.5.2. Extracción de lípidos**

Se pesó 1,0 gramo de muestra de quinua molida, el cual fue sometido a un proceso de extracción de lípidos utilizando n-hexano en una proporción de 1:20 (peso/volumen) durante un periodo de 24 horas. Finalizada la extracción, el producto obtenido fue homogenizado en un vórtex durante 20 minutos, aplicando intervalos de agitación cada 5 minutos.

Concluida la homogenización, la muestra fue centrifugada a 17 000 G durante 15 minutos a una temperatura de 4 °C. Posteriormente, se procedió a extraer cuidadosamente el sobrenadante resultante de la centrifugación, el cual fue

transferido a tubos Eppendorf nuevos y conservado a una temperatura de 5 °C hasta su utilización en las etapas analíticas subsiguientes.

### **3.5.3. Extracción de proteínas**

La obtención de las fracciones proteicas (albúminas, globulinas, prolaminas y glutelinas) a partir del aislado proteico de quinua (harina desgrasada) fue realizada mediante el método descrito por Osborne (1924), considerando los reajustes aplicados por el Laboratorio de Bioquímica de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, según lo documentado en el estudio elaborado por (Fernández, 2024). Las fracciones fueron obtenidas de manera secuencial, respetando el orden de solubilidad en disolventes específicos: primero las albúminas, seguidas por las globulinas, prolaminas y finalmente las glutelinas.

### **3.5.4. Obtención de albúminas**

Los tubos deslipidizados obtenidos en el procedimiento previo fueron resuspendidos con 5 mL de una solución de NaCl, ajustada a pH 3. Esta suspensión fue agitada en vórtex durante 30 minutos a temperatura ambiente para favorecer la disolución inicial. Posteriormente, las muestras fueron transferidas a un agitador orbital y sometidas a agitación continua a 130 rpm durante 1 hora a 4 °C, empleando recipientes con hielo para mantener la temperatura constante. Finalizada la homogenización, la suspensión fue centrifugada a 17 000 G durante 30 minutos a 4 °C. Al concluir el proceso, se recuperó cuidadosamente el sobrenadante, correspondiente a la fracción proteica de albúminas (F-Alb), el cual fue almacenado a 4 °C hasta su utilización en etapas posteriores. El precipitado resultante (P-1) fue reservado para la posterior extracción de la segunda fracción proteica correspondiente a las globulinas.

### **3.5.5. Obtención de globulinas 7S y 11S**

#### **Extracción de globulinas 7S**

La fracción de globulinas 7S fue obtenida a partir del precipitado generado en la etapa anterior (P-1). Dicho precipitado fue resuspendido en 5 mL de una solución compuesta por Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, EDTA y NaCl ajustada a pH 7,5. La mezcla fue sometida a agitación en vórtex durante 30 minutos a temperatura ambiente, con el fin de favorecer la solubilización inicial. Posteriormente, las muestras fueron transferidas a un agitador orbital y mantenidas en movimiento constante a 130 rpm durante 1 hora a 4 °C, utilizando recipientes con hielo para asegurar dicha temperatura. Finalizado el proceso de homogenización, la suspensión fue centrifugada a 17 000 G por 30 minutos a 4 °C. Una vez concluida la centrifugación, se recuperó

cuidadosamente el sobrenadante correspondiente a la fracción proteica de globulinas 7S (F-glob7S), el cual fue almacenado a 4 °C hasta su utilización. El precipitado resultante (P-2) fue reservado para la etapa posterior de extracción de globulinas 11S.

#### **Extracción de globulinas 11S**

La fracción de globulinas 11S fue obtenida a partir del precipitado generado en la etapa anterior (P-2). Este precipitado fue resuspendido en 5 mL de una solución compuesta por Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, EDTA y NaCl ajustada a pH 7,5. La suspensión fue sometida a agitación en vórtex durante 30 minutos a temperatura ambiente para favorecer la disolución inicial. Posteriormente, se transfirió a un agitador orbital y se mantuvo en agitación continua a 130 rpm durante 1 hora a 4 °C, utilizando recipientes con hielo para asegurar la temperatura deseada.

Finalizado el proceso de homogenización, la suspensión fue centrifugada a 17 000 rpm durante 30 minutos a 4 °C. Al concluir la centrifugación, se recuperó cuidadosamente el sobrenadante, correspondiente a la fracción de globulinas 11S (F-glob11S), el cual fue almacenado a 4 °C hasta su utilización en etapas posteriores. El precipitado resultante (P-3) fue conservado para su empleo en la extracción de la siguiente fracción proteica, correspondiente a las prolaminas.

#### **3.5.6. Obtención de prolaminas**

La fracción proteica de prolaminas fue obtenida a partir del precipitado conservado en la etapa anterior (P-3). Este material fue resuspendido en 5 mL de una solución de 2-propanol al 70 %, y posteriormente agitado en vórtex durante 30 minutos a temperatura ambiente para facilitar la disolución inicial. Finalizado este proceso, la suspensión fue transferida a un agitador orbital y sometida a agitación continua a 130 rpm durante 1 hora a 4 °C, empleando recipientes con hielo para mantener la temperatura adecuada.

Una vez completada la homogenización, la muestra fue centrifugada a 17 000 G durante 30 minutos a 4 °C. Concluida la centrifugación, se recuperó cuidadosamente el sobrenadante, correspondiente a la fracción de prolaminas (F-prol), la cual fue almacenada a 4 °C hasta su utilización en análisis posteriores. El precipitado resultante (P-4) fue reservado para su aplicación en la extracción de la siguiente fracción proteica, correspondiente a las glutelinas.

### **3.5.7. Obtención de glutelinas**

La fracción proteica de glutelinas fue obtenida a partir del precipitado generado en la etapa anterior (P-4). Este material fue resuspendido en 5 mL de una solución de NaOH al 0,4 % y posteriormente agitado en vórtex durante 30 minutos a temperatura ambiente para favorecer la disolución inicial. Finalizada esta etapa, la suspensión fue transferida a un agitador orbital y sometida a agitación continua a 130 rpm durante 1 hora a 4 °C, utilizando recipientes con hielo para mantener estable la temperatura.

Una vez concluida la homogenización, la muestra fue centrifugada a 17 000 G durante 30 minutos a 4 °C. Finalizada la centrifugación, se recuperó cuidadosamente el sobrenadante, correspondiente a la fracción de glutelinas (F-glut), el cual fue conservado a 4 °C hasta su utilización en etapas analíticas posteriores (Mendoza, 2022).

### **3.5.8. Cuantificación de proteínas**

La cuantificación del aislado proteico de quinua, así como de sus fracciones proteicas, fue realizada mediante el método desarrollado por Bradford y colaboradores, el cual fue patentado en 1976 y posteriormente modificado por Amza et al. en 2015, según lo descrito en el estudio elaborado por Mendoza, (2022).

El procedimiento se basó en la formación de un complejo entre el colorante azul brillante G y las proteínas presentes en la solución. Este complejo indujo un cambio en la longitud de onda de absorción máxima del colorante, desplazándola de 465 nm a 595 nm. La intensidad de absorción a 595 nm fue directamente proporcional a la concentración de proteína presente en la muestra.

Las suspensiones proteicas fueron incubadas durante 30 minutos a 25 °C para permitir el desarrollo completo de la reacción. Posteriormente, se procedió a medir la absorbancia a 595 nm empleando un espectrofotómetro. Para la relación proteína-reactivo (v/v), se utilizó un volumen de 10 µL de muestra proteica y 200 µL de reactivo de Bradford y 790 µL de agua destilada.

La concentración de proteína en cada muestra fue determinada mediante una curva estándar elaborada con albúmina de suero bovino (BSA), utilizando las siguientes concentraciones: 0; 0,002; 0,004; 0,006; 0,008; 0,01 mg/mL.

### **3.6. Tipo y diseño de investigación**

#### **3.6.1. Tipo de investigación**

El enfoque de investigación adoptado en el presente estudio corresponde al tipo de investigación básica, ya que está orientado al análisis de un contexto general y no persigue la solución inmediata de un problema específico. Esta modalidad permite caracterizar diversos modelos de conocimiento, aportando fundamentos teóricos que pueden servir como referencia para futuras investigaciones aplicadas o experimentales (Arias & Covinos, 2021).

#### **3.6.2. Nivel de investigación**

Según Arias & Covinos, (2021), el nivel o alcance de una investigación se relaciona con el grado de profundidad con que se examina un fenómeno u objeto de estudio. En función de esta consideración, el presente trabajo se enmarca en el nivel descriptivo, ya que el propósito fundamental fue identificar y caracterizar las propiedades del fenómeno investigado. Para ello, se recopilaron datos relacionados con la variable de estudio, los cuales pudieron ser medidos y analizados con el fin de describir sus principales atributos.

#### **3.6.3. Diseño de investigación**

Los diseños de investigación constituyen estrategias metodológicas que permiten orientar el desarrollo de un estudio con el fin de dar respuesta al problema.

Hernández-Sampieri & Mendoza (2018), mencionan que estos diseños pueden ser de tipo experimental o no experimental y tomando en cuenta esta cita, el presente trabajo se enmarca en un diseño no experimental de corte transversal, ya que los datos fueron evaluados en su entorno natural sin modificar ninguna de sus condiciones, además que los datos se recolectaron en un único momento, con el propósito de describir las características observadas en el contexto del estudio.

### **3.7. Análisis estadístico**

Los datos obtenidos de las concentraciones de las diferentes fracciones proteicas (albúmina, globulina 7S, globulina 11S, prolaminas y glutelinas) en los cultivares de quinua (blanca, negra, amarilla y roja) y sus procedencias (Acocro, Chiara y Vilcashuamán) fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) con el fin de determinar el efecto de la variedad y la procedencia, así como su posible interacción, sobre el contenido proteico. Posteriormente, cuando se detectaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), se aplicó una prueba post hoc de Tukey para establecer qué medias diferían entre sí.

#### **IV. RESULTADOS**

**Tabla 1.** Concentración de fracciones proteicas en diferentes cultivares de quinua procedentes de la comunidad de Acocro.

Fracción proteica	Muestra	Repeticiones			Promedio	Concentración $\mu\text{g}/\mu\text{L}$	Concentración $\text{mg}/\text{kg}$
		1	2	3			
Albúmina	Quinoa blanca	0,233	0,234	0,228	0,232	0,00829	8,289
	Quinoa negra	0,238	0,24	0,247	0,242	0,00867	8,673
	Quinoa amarilla	0,254	0,28	0,252	0,262	0,00944	9,442
	Quinoa roja	0,237	0,233	0,23	0,233	0,00833	8,327
Globulina 7S	Quinoa blanca	0,231	0,243	0,23	0,235	0,0084	8,404
	Quinoa negra	0,257	0,251	0,25	0,253	0,0091	9,096
	Quinoa amarilla	0,204	0,212	0,211	0,209	0,0074	7,404
	Quinoa roja	0,238	0,226	0,225	0,23	0,00821	8,212
Globulina 11S	Quinoa blanca	0,192	0,186	0,18	0,186	0,00652	6,52
	Quinoa negra	0,108	0,105	0,113	0,109	0,00356	3,559
	Quinoa amarilla	0,167	0,172	0,168	0,169	0,00587	5,866
	Quinoa roja	0,169	0,166	0,17	0,168	0,00583	5,828
Prolaminas	Quinoa blanca	0,059	0,064	0,063	0,062	0,00175	1,751
	Quinoa negra	0,036	0,031	0,038	0,035	0,00071	0,713
	Quinoa amarilla	0,088	0,092	0,083	0,088	0,00275	2,751
	Quinoa roja	0,055	0,057	0,052	0,055	0,00148	1,482
Glutelinas	Quinoa blanca	0,182	0,166	0,175	0,174	0,00606	6,058
	Quinoa negra	0,219	0,217	0,227	0,221	0,00787	7,866
	Quinoa amarilla	0,2	0,201	0,204	0,202	0,00714	7,135
	Quinoa roja	0,26	0,254	0,248	0,254	0,00913	9,135

**Tabla 2.** Concentración de fracciones proteicas en diferentes cultivares de quinua procedentes de la comunidad de Chiara.

Fracción proteica	Muestra	Repeticiones			Promedio	Concentración $\mu\text{g}/\mu\text{L}$	Concentración $\text{mg}/\text{kg}$
		1	2	3			
Albúmina	Quinoa blanca	0,258	0,241	0,245	0,248	0,0089	8,904
	Quinoa negra	0,226	0,219	0,218	0,221	0,00787	7,866
	Quinoa amarilla	0,274	0,279	0,278	0,277	0,01002	10,019
	Quinoa roja	0,255	0,243	0,245	0,248	0,00887	8,866
Globulina 7S	Quinoa blanca	0,214	0,226	0,215	0,218	0,00775	7,75
	Quinoa negra	0,237	0,241	0,236	0,238	0,00852	8,519
	Quinoa amarilla	0,196	0,188	0,194	0,193	0,00679	6,789
	Quinoa roja	0,238	0,249	0,237	0,241	0,00863	8,635
Globulina 11S	Quinoa blanca	0,135	0,127	0,137	0,133	0,00448	4,482
	Quinoa negra	0,205	0,198	0,201	0,201	0,0071	7,097
	Quinoa amarilla	0,128	0,135	0,131	0,131	0,0044	4,405
	Quinoa roja	0,141	0,145	0,155	0,147	0,00502	5,02
Prolaminas	Quinoa blanca	0,025	0,028	0,026	0,026	0,00037	0,367
	Quinoa negra	0,023	0,021	0,024	0,023	0,00025	0,252
	Quinoa amarilla	0,049	0,046	0,046	0,047	0,00117	1,175
	Quinoa roja	0,036	0,035	0,04	0,037	0,00079	0,79
Glutelinas	Quinoa blanca	0,241	0,255	0,248	0,248	0,0089	8,904
	Quinoa negra	0,191	0,203	0,192	0,195	0,00687	6,866
	Quinoa amarilla	0,207	0,217	0,219	0,214	0,0076	7,597
	Quinoa roja	0,196	0,185	0,185	0,189	0,00664	6,635

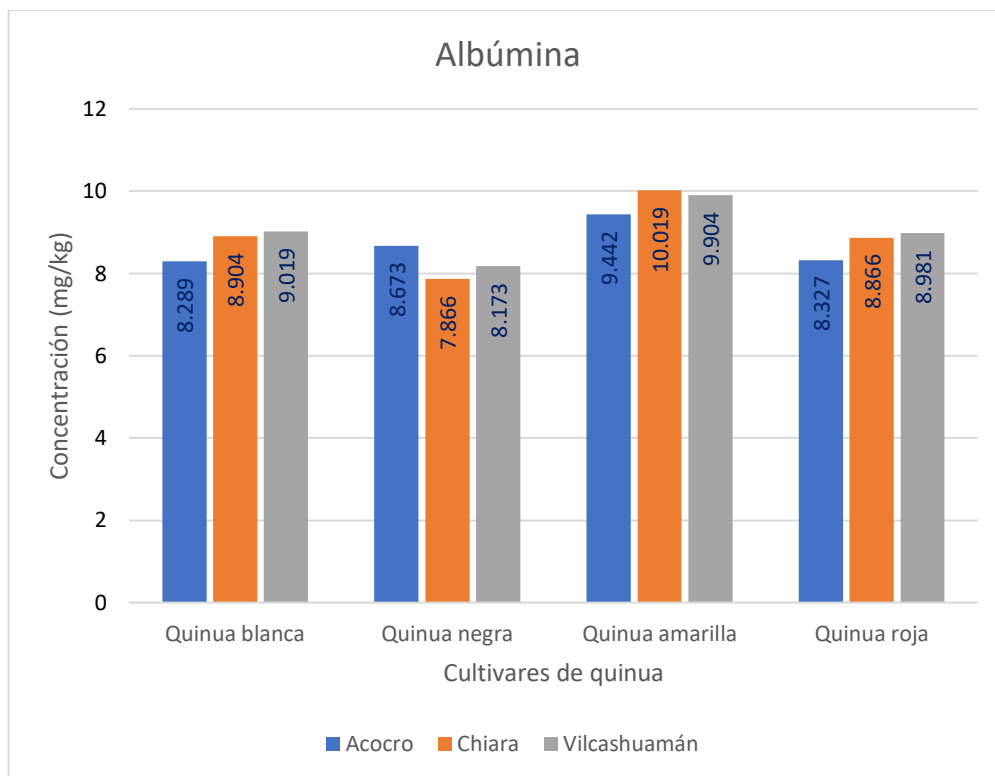
**Tabla 3.** Concentración de fracciones proteicas en diferentes cultivares de quinua procedentes de la comunidad de Vilcashuamán.

Fracción proteica	Muestra	Repeticiones			Promedio	Concentración $\mu\text{g}/\mu\text{L}$	Concentración $\text{mg}/\text{kg}$
		1	2	3			
Albúmina	Quinoa blanca	0,25	0,255	0,247	0,251	0,00902	9,019
	Quinoa negra	0,227	0,228	0,231	0,229	0,00817	8,173
	Quinoa amarilla	0,269	0,273	0,279	0,274	0,0099	9,904
	Quinoa roja	0,247	0,248	0,255	0,25	0,00898	8,981
Globulina 7S	Quinoa blanca	0,229	0,239	0,241	0,236	0,00844	8,443
	Quinoa negra	0,227	0,226	0,232	0,228	0,00813	8,135
	Quinoa amarilla	0,198	0,195	0,202	0,198	0,00698	6,981
	Quinoa roja	0,239	0,24	0,237	0,239	0,00856	8,558
Globulina 11S	Quinoa blanca	0,188	0,183	0,185	0,185	0,00648	6,481
	Quinoa negra	0,233	0,229	0,231	0,231	0,00825	8,25
	Quinoa amarilla	0,167	0,176	0,162	0,168	0,00583	5,828
	Quinoa roja	0,208	0,2	0,205	0,204	0,00721	7,212
Prolaminas	Quinoa blanca	0,047	0,052	0,054	0,051	0,00133	1,328
	Quinoa negra	0,023	0,024	0,028	0,025	0,00033	0,329
	Quinoa amarilla	0,063	0,064	0,068	0,065	0,00187	1,867
	Quinoa roja	0,041	0,043	0,043	0,042	0,00098	0,982
Glutelinas	Quinoa blanca	0,26	0,254	0,248	0,254	0,00913	9,135
	Quinoa negra	0,182	0,166	0,175	0,174	0,00606	6,058
	Quinoa amarilla	0,2	0,201	0,2	0,2	0,00706	7,058
	Quinoa roja	0,219	0,217	0,227	0,221	0,00787	7,866

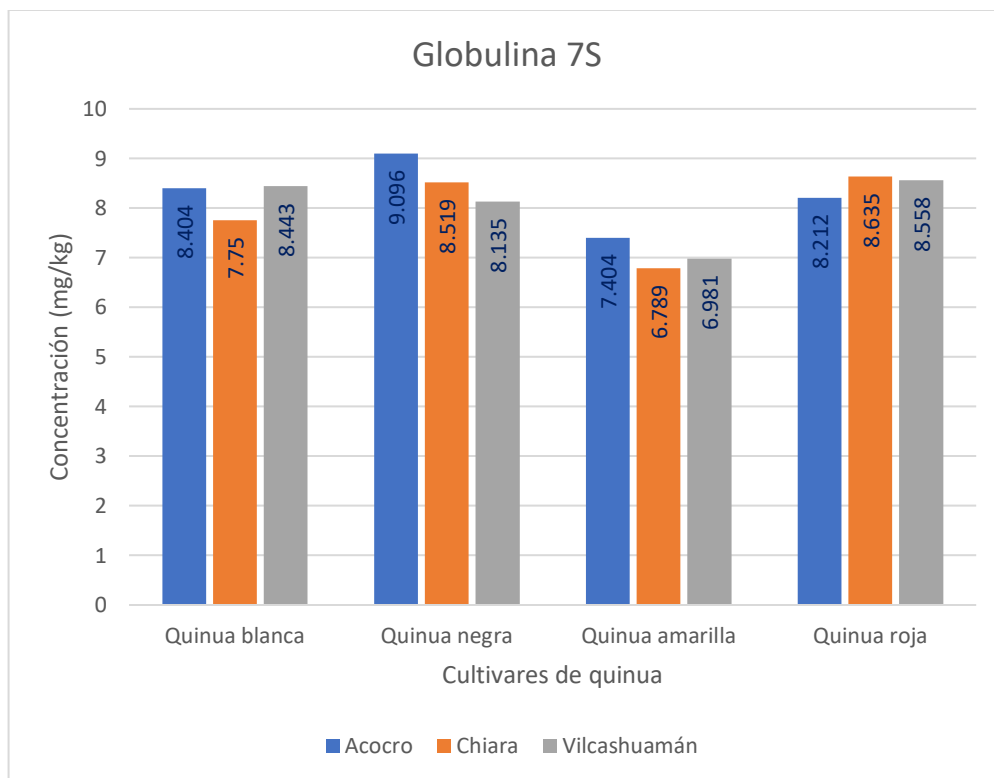
**Tabla 4.** Concentración de fracciones proteicas en semillas de quinua blanca, negra, amarilla y roja provenientes de Acocro, Chiara y Vilcashuamán.

Fracción proteica	Procedencia	Concentración (mg/kg)			
		Quinua blanca	Quinua negra	Quinua amarilla	Quinua roja
Albúmina	Acocro	8,289	8,673	9,442	8,327
	Chiara	8,904	7,866	10,019	8,866
	Vilcashuamán	9,019	8,173	9,904	8,981
Globulina 7S	Acocro	8,404	9,096	7,404	8,212
	Chiara	7,75	8,519	6,789	8,635
	Vilcashuamán	8,443	8,135	6,981	8,558
Globulina 11S	Acocro	6,52	3,559	5,866	5,828
	Chiara	4,482	7,097	4,405	5,02
	Vilcashuamán	6,481	8,25	5,828	7,212
Prolaminas	Acocro	1,751	0,713	2,751	1,482
	Chiara	0,367	0,252	1,175	0,79
	Vilcashuamán	1,328	0,329	1,867	0,982
Glutelinas	Acocro	6,058	7,866	7,135	9,135
	Chiara	8,904	6,866	7,597	6,635
	Vilcashuamán	9,135	6,058	7,058	7,866

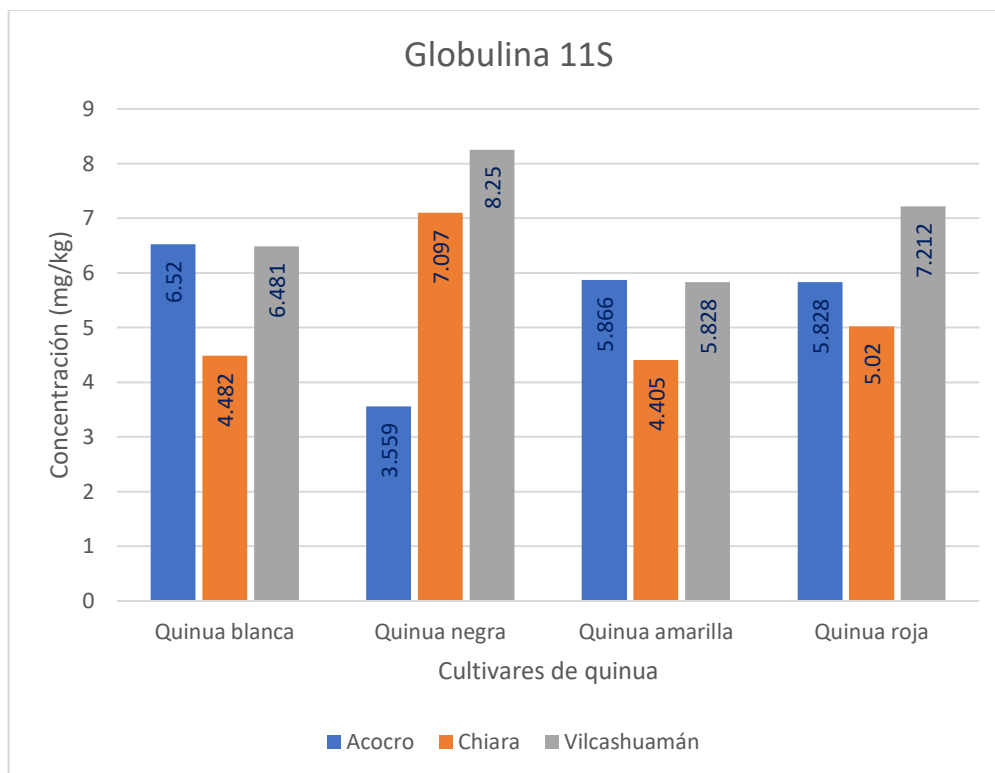
**Figura 1.** Comparación del contenido de albúmina en cultivares de quinua entre las zonas de procedencia.



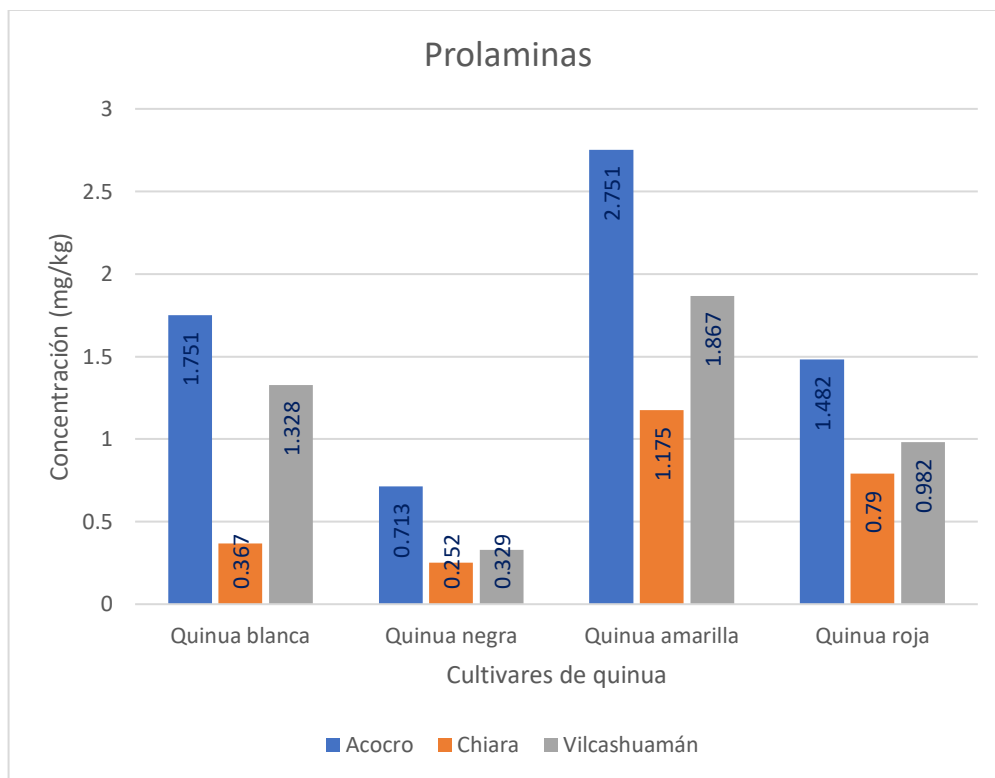
**Figura 2.** Comparación del contenido de globulina 7S en cultivares de quinua entre las zonas de procedencia.



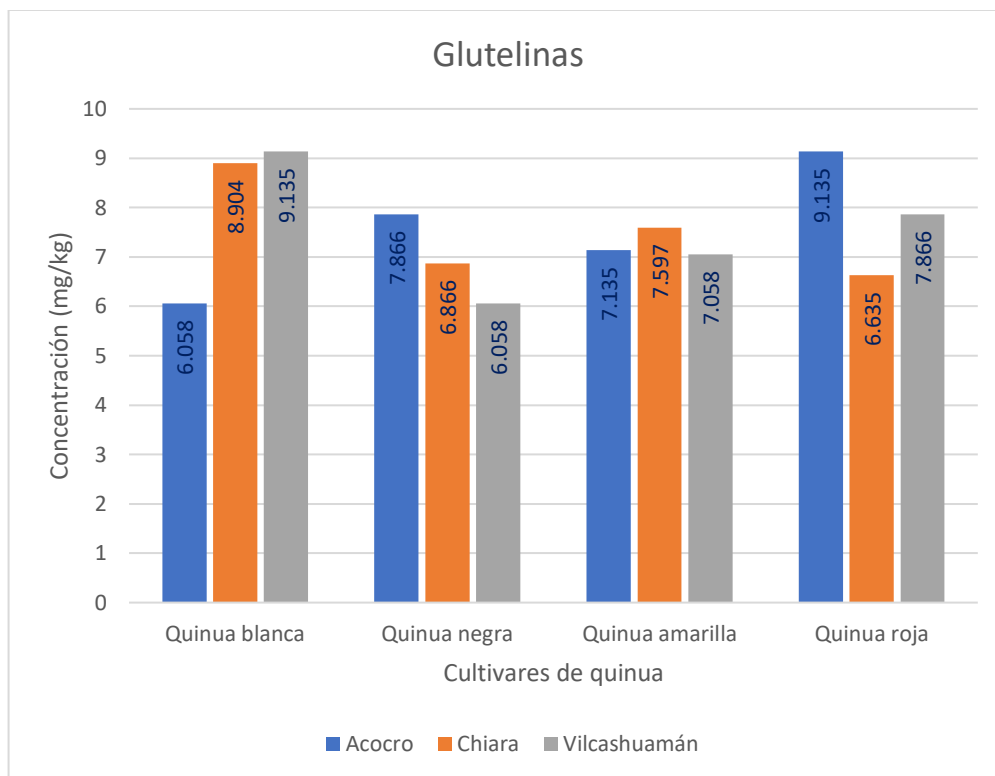
**Figura 3.** Comparación del contenido de globulina 11S en cultivares de quinua entre las zonas de procedencia.



**Figura 4.** Comparación del contenido de prolaminas en cultivares de quinua entre las zonas de procedencia.



**Figura 5.** Comparación del contenido de glutelinas en cultivares de quinua entre las zonas de procedencia.



## V. DISCUSIÓN

En general, los resultados evidencian que las albúminas y globulinas (7S y 11S) constituyen las fracciones proteicas predominantes en las semillas de quinua que fueron analizadas, mientras que las prolaminas representaron la fracción minoritaria tal como se aprecia en las tablas del 1 al 3 y en la comparativa de la Tabla 4, así como en las figuras del 1 al 5, en las cuales se observaron variaciones asociadas tanto al cultivar (blanco, negro, amarillo y rojo) como a la procedencia geográfica (Acocro, Chiara y Vilcashuamán). Estos hallazgos son consistentes con investigaciones previas que señalan una mayor proporción de albúminas y globulinas en comparación con las prolaminas, y confirman que la composición proteica de la quinua está modulada por factores genotípicos y ambientales (Dakhili et al., 2019; Tavano et al., 2022).

Xi et al. (2024), menciona que la composición proteica de la quinua reviste gran importancia nutricional. La reducida proporción de prolaminas, en contraste con la elevada presencia de albúminas y globulinas, se asocia con un perfil de aminoácidos más equilibrado y con una digestibilidad superior respecto a la de otros cereales convencionales como el trigo, el maíz o la cebada en los cuales las prolaminas constituyen la fracción predominante y limitan la disponibilidad de aminoácidos esenciales. Bajo esta premisa y consolidando los resultados que se presentan en esta investigación, se podría mencionar que esta característica le confiere a la quinua un valor agregado como fuente proteica alternativa y en este sentido no solo destaca frente a otros granos por su aporte nutricional, sino que también ofrece ventajas comparativas para el diseño de dietas balanceadas y el desarrollo de productos funcionales.

Los resultados obtenidos confirman que los cultivares de quinua presentan perfiles proteicos diferenciados y que dichas variaciones dependen de la fracción específica evaluada. La consistencia de los patrones observados en los tres sitios de procedencia, particularmente en la variedad amarilla (que mostró de manera

sistemática los niveles más elevados de albúminas), sugiere la existencia de un efecto genético estable. Lo mencionado anteriormente se podría contrastar con el trabajo de Aloisi et al. (2016), en la cual detecta diferencias entre procedencias en las fracciones de globulinas y glutelinas evidenciando una influencia ambiental significativa, lo que pone de manifiesto la interacción genotipo-ambiente en la determinación de la composición proteica.

La quinua amarilla destacó por su mayor concentración de albúminas en las tres procedencias (Tabla 4), alcanzando valores de 9,442 mg/kg en Acocro, 10,019 mg/kg en Chiara y 9,904 mg/kg en Vilcashuamán. Este comportamiento coincide con reportes de Tavano et al. (2022), quienes observaron que ciertos cultivares mantienen un patrón proteico característico independientemente de las condiciones de cultivo, lo que los convierte en candidatos idóneos para programas de mejoramiento nutricional. Por otro lado, la quinua negra mostró particular variabilidad en la fracción globulina 11S: en Acocro registró valores relativamente bajos (3,559 mg/kg), mientras que en Chiara y Vilcashuamán alcanzó cifras notablemente más altas (7,097 y 8,250 mg/kg, respectivamente). Esta diferencia evidencia un fuerte componente ambiental, posiblemente relacionado con la fertilidad del suelo y la disponibilidad de nitrógeno, factores ya reportados como determinantes en la acumulación de proteínas de reserva en quinua (Manzanilla-Valdez et al., 2024).

El bajo contenido de prolaminas en todos los cultivares y procedencias (< 3 mg/kg) es uno de los hallazgos más relevantes, ya que confirma la aptitud de la quinua como alternativa para personas con intolerancia al gluten. De hecho, Abugoch (2009), coincidentemente con el trabajo realizado por Ruales & Nair (1992), resaltaron la proporción reducida de prolaminas en quinua, resaltando una diferencia significativamente en comparación al de los cereales como el trigo, cebada y centeno, en los que estas proteínas son responsables de la toxicidad en individuos celíacos. El presente estudio reafirma este aspecto con datos cuantitativos, demostrando coherencia con la teoría y fortaleciendo la confiabilidad de los resultados.

Otro aspecto para destacar es la versatilidad proteica observada entre sitios de procedencia. En Vilcashuamán, por ejemplo, se registraron las diferencias más marcadas lo que sugiere que las condiciones edafoclimáticas de esta localidad potencian la expresión diferencial de proteínas de almacenamiento. Estudios previos han demostrado que factores como la altitud, la amplitud térmica y el

estrés hídrico pueden modular el perfil proteico de la quinua, alterando tanto la proporción de albúminas como la estabilidad de las globulinas (Aloisi et al., 2016; Chen et al., 2023). Estos hallazgos tienen implicaciones prácticas: la elección del sitio de cultivo y la variedad debe considerarse estratégicamente para maximizar el valor nutricional y funcional de las proteínas de quinua.

En síntesis, los resultados confirman que la quinua presenta una composición proteica distintiva y favorable desde el punto de vista nutricional, con albúminas y globulinas como fracciones dominantes y niveles bajos de prolaminas. Las diferencias entre cultivares y procedencias reflejan tanto la herencia genética como la influencia ambiental, y el análisis estadístico demuestra que estas variaciones son significativas y reproducibles. En conjunto, los hallazgos aportan evidencia sólida que puede orientar tanto a la investigación académica como al desarrollo de políticas y programas de cultivo orientados a fortalecer la seguridad alimentaria y la nutrición humana.

**En la tabla 1**, se muestra la concentración de fracciones proteicas en diferentes cultivares de quinua procedentes de la comunidad de Acocro, en ella se evidencia las diferencias claras en la distribución de fracciones proteicas: las fracciones mayoritarias son albumina, globulina 7S y glutelinas, mientras que las prolaminas se encuentran en menor proporción en todas las muestras. En cuanto a la albúmina, la quinua amarilla presenta el valor más alto (9,442 mg/kg), seguida de la quinua negra (8,673 mg/kg), quinua roja (8,327 mg/kg) y quinua blanca (8,289 mg/kg). En cuanto a la fracción globulina 7S, el cultivar dominante de esta proteína es la quinua negra (9,096 mg/kg), seguida de la quinua blanca (8,404 mg/kg), quinua roja (8,212 mg/kg) y en menor cantidad la quinua amarilla (7,404 mg/kg). La fracción 11S muestra la mayor dispersión entre los cultivares de quinua, teniendo la máxima concentración en la quinua blanca (6,520 mg/kg) y la menor concentración en la quinua negra (3,559 mg/kg), teniendo en el intermedio a la quinua amarilla (5,866 mg/kg) y a la quinua roja (5,828 mg/kg). Las prolaminas constituyen la fracción menos abundante con un pico de concentración en la quinua amarilla (2,751 mg/kg) y el valor más bajo en la quinua negra (0,713 mg/kg). En cuestión de glutelinas, la quinua roja destaca nítidamente con 9,135 mg/kg por encima de la quinua negra (7,866 mg/kg), amarilla (7,135 mg/kg) y blanca (6,058 mg/kg). Sumando fracciones, la carga proteica total es mayor en la quinua roja (32,984 mg/kg), seguida de la quinua amarilla (32,598 mg/kg), quinua blanca (31.022 mg/kg) y quinua negra (29.907 mg/kg).

Tavano et al. (2022), analizaron la composición de las fracciones proteicas de los granos de quinua, centrándose básicamente en sus principales componentes como la albúmina, globulina, prolamina y glutelina, las cuales reportan que se encuentran representadas en 27 %, 41 %, 2 % y 23 % aproximadamente de su contenido proteico respectivamente. Comparando ambos resultados, se puede dar cuenta que las globulinas, albuminas y glutelinas son las fracciones proteicas predominantes en la quinua y prolaminas en proporciones mucho menores y que existe variabilidad cuantitativa entre cultivares, pero la magnitud de abundancia de las fracciones es consistente con lo reportado por este autor.

En resumen, la tabla muestra fracciones proteicas de la quinua proveniente de la zona de Acocro que presentan variaciones significativas según el cultivar. Las albuminas, globulinas 7S y glutelinas son las fracciones predominantes, mientras que las prolaminas se encuentran en menor cantidad, la quinua amarilla destaca en albúmina y prolaminas, la quinua negra destaca en globulina 7S, la quinua blanca en globulina 11S y la quinua roja en glutelinas, reflejando un perfil diferenciado en cada cultivar. Al comparar los promedios de concentración de cada fracción proteica y sumarlos para estimar el aporte total, la quinua roja presenta la mayor concentración acumulada (32,984 mg/kg), ligeramente superior a la quinua amarilla (32,598 mg/kg), mientras que la quinua blanca (31,022 mg/kg) y la quinua negra (29,907 mg/kg) quedan por debajo. Finalmente, si consideramos únicamente la cantidad total como criterio nutricional, la quinua roja es la que presenta mejor valor proteico frente al resto, aunque también la quinua amarilla, por su alta proporción de albúmina, podría considerarse altamente valiosa por la alta digestibilidad de esta fracción proteica.

**En la tabla 2**, se muestra la concentración de diferentes fracciones proteicas (albúmina, globulina 7S, globulina 11S, prolaminas y glutelinas) en cuatro cultivares de quinua procedentes de la comunidad de Chiara, en esta se puede evidenciar que la quinua amarilla presenta la concentración de albumina más alta (10,019 mg/kg), seguida de la quinua blanca y quinua roja (8,904 y 8,866 mg/kg respectivamente), mientras que la quinua negra presenta la más baja concentración de esta fracción proteica (7,866 mg/kg). En glutelinas, la quinua blanca también alcanza una concentración de 8,904 mg/kg, posicionándola por encima de la quinua amarilla (7,597 mg/kg), quinua negra (6,866 mg/kg) y quinua roja (6,635 mg/kg). Las globulinas 7S ocupan un segundo plano respecto a las albuminas y glutelinas, pero con valores relativamente elevados, como se puede

observar, la quinua roja es la que más fracción 7S acumula (8,635 mg/kg) y muy cerca de ella la quinua negra (8,519 mg/kg), quedando atrás la quinua amarilla (6,789 mg/kg) y la quinua blanca (7,750 mg/kg). En cambio, la fracción 11S es marcadamente menor salvo en la quinua negra, que destaca con 7,097 mg/kg, superando con holgura a la quinua roja (5,020 mg/kg), blanca (4,482 mg/kg) y amarilla (4,405 mg/kg); de hecho, la relación 7S/11S es la más baja en la quinua negra y más alta en la quinua blanca y roja, lo que sugiere un mayor peso relativo de 11S en el cultivar negro. Las prolaminas son la proporción minoritaria en todas las muestras, con un orden muy definido: quinua amarilla que es la mayor concentración (1,175 mg/kg), quinua roja intermedia (0,790 mg/kg), quinua blanca y negra las más bajas (0,367 y 0,252 mg/kg respectivamente).

En resumen, de los cuatro cultivares de quinua provenientes de la comunidad de Chiara, se observa en la quinua blanca la predominancia de albúmina y glutelinas (8,904 mg/kg cada una), seguidas por globulina 7S (7,755 mg/kg) y globulinas 11S (4,482 mg/kg), con prolaminas casi residuales (0,367 mg/kg); el cultivar negro destaca por sus globulinas 7S (8,519 mg/kg) y globulinas 11S (7,097 mg/kg), complementadas por albúmina (7,866 mg/kg) y glutelinas (6,866 mg/kg) y el nivel de prolaminas más bajo (0,252 mg/kg); el cultivar amarillo alcanza el máximo de albúmina (10,019 mg/kg) y prolaminas (1,175 mg/kg), con niveles altos de glutelinas (7,597 mg/kg) y globulinas intermedias; finalmente, el cultivar rojo se distingue por su globulina 7S (8,635 mg/kg), seguida de albúmina (8,866 mg/kg), glutelinas (6,635 mg/kg), globulina 11S (5,020 mg/kg) y prolaminas (0,790 mg/kg). Finalmente, considerando el conjunto de fracciones, la quinua amarilla presenta el mejor valor nutricional proteico global, ya que combina la mayor concentración de albumina (proteína de alta digestibilidad y calidad nutricional) junto con niveles destacados en glutelinas y prolaminas, lo que le otorga un perfil proteico más equilibrado y superior frente a los otros cultivares.

**En la tabla 3**, se muestra la concentración de fracciones proteicas en diferentes cultivares de quinua (blanca, negra, amarilla y roja) provenientes de la comunidad de Vilcashuamán. La comparación de las fracciones proteicas entre cultivares de quinua muestra un perfil diferenciado que evidencia la influencia de la genética sobre la distribución del contenido proteico como se puede observar, La quinua amarilla se distingue por presentar el mayor valor en albúmina (9,904 mg/kg), lo que representa un aporte relevante de proteínas solubles, pero al mismo tiempo es la que exhibe la menor cantidad de concentración en globulina 11S (5,828

mg/kg), fracción clave en propiedades de gelificación; además, destaca con el nivel más alto de prolaminas (1,867 mg/kg), a pesar de que estas proteínas tienen baja representatividad global. La quinua negra, por el contrario, concentra la mayor cantidad de globulina 11S (8,250 mg/kg) y mantiene valores equilibrados en albumina (8,173 mg/kg) y globulina 7S (8,135 mg/kg), aunque presenta el mínimo absoluto en prolaminas (0,329 mg/kg) y las glutelinas más bajas (6,058 mg/kg), lo que reduce su total proteico. La quinua blanca resalta por tener las glutelinas más elevadas (9,135 mg/kg), junto con una albumina alta (9,019 mg/kg) y un aporte consistente de globulina 7S (8,443 mg/kg), lo que la posiciona como el cultivar con mayor concentración total (34,406 mg/kg). Finalmente, la quinua roja se caracteriza por la máxima concentración de globulina 7S (8,558 mg/kg) y un perfil bastante balanceado entre las demás fracciones, situándose como la segunda en concentración global (33,599 mg/kg). En términos generales, las fracciones más abundantes fueron albuminas, globulinas y glutelinas, mientras que las prolaminas se mantuvieron en proporciones muy bajas; sin embargo, la variabilidad más marcada se observó en glutelinas (rango de 3,077 mg/kg), lo que sugiere una mayor susceptibilidad de esta fracción a la variación por cultivar. Estos resultados confirman que, aunque los cuatro cultivares comparten un patrón proteico común, cada una muestra un perfil característico que podría influir en sus propiedades funcionales y aplicaciones tecnológicas específicas.

En resumen, de todos los cultivares de quinua en la localidad de Vilcashuamán, la quinua blanca presenta el mayor contenido proteico total (34,406 mg/kg), destacando en glutelinas (9,135 mg/kg) y manteniendo altos valores en albúmina y globulinas 7S, lo que la hace nutricionalmente más completa. La quinua roja ocupa el segundo lugar (33,599 mg/kg) con un perfil balanceado y máximo en globulinas 7S. La quinua amarilla, aunque no lidera en el total, sobresale por su máxima concentración de albúmina (9,904 mg/kg) y prolaminas. Finalmente, la quinua negra, pese a tener la mayor concentración de globulina 11S (8,250 mg/kg), presenta el valor total más bajo (30,945 mg/kg), debido a su baja concentración en prolaminas y glutelinas.

**En la tabla 4**, se muestra la concentración de fracciones proteicas (albúmina, globulina 7S, globulina 11S, prolaminas y glutelinas) en semillas de quinua blanca, negra, amarilla y roja, provenientes de Acocro, Chiara y Vilcashuamán. En general, se puede observar como la fracción más abundante es la albúmina y la globulina 7S, seguidas de las glutelinas, mientras que las prolaminas presentan

valores muy bajos en todos los cultivares. Los datos reflejan que la albúmina presenta las concentraciones más altas y consistentes en todos los cultivares, siendo la quinua amarilla (Chiara, 10,019 mg/kg) la que alcanza el valor más elevado, lo que resalta su importancia nutricional. La globulina 7S también presenta valores relevantes, especialmente en quinua negra de Acocro (9,096 mg/kg), aunque en el cultivar amarillo tiende a disminuir. En cuanto a la globulina 11S, sus valores son más variables, siendo más altos en la quinua negra de Vilcashuamán (8,25 mg/kg). Las prolaminas, conocidas por ser poco digestibles, se mantienen en bajas concentraciones, lo cual es favorable desde el punto de vista nutricional. Finalmente, las glutelinas muestran cierta variabilidad, destacando los valores elevados en quinua blanca y roja de Vilcashuamán (9,135 mg/kg y 9,135 mg/kg respectivamente), lo que sugiere un aporte adicional a la calidad proteica total. Estos resultados confirman que las diferencias en fracciones proteicas no solo dependen del cultivar, sino también de la procedencia, indicando una influencia genética y ambiental.

En resumen, la quinua amarilla de Chiara sobresale sobre los otros cultivares por su mayor contenido de albúmina (10,019 mg/kg) y un perfil balanceado de globulinas y glutelinas, mientras que la quinua de Vilcashuamán destaca por valores altos en globulinas y glutelinas, lo que sugiere un aporte equilibrado y diverso de proteínas. En general, la albúmina y la globulina 7S son las fracciones más representativas en todos los cultivares, lo que refuerza el valor nutricional de la quinua como fuente de proteínas de alta calidad.

**En la figura 1**, podemos confirmar lo observado en la tabla de fracciones proteicas: la quinua amarilla, en particular la procedente de Chiara, presenta el mayor contenido de albúmina, lo que la posiciona como el cultivar con mayor valor nutricional proteico, ya que esta fracción es altamente digestible y de gran importancia biológica. Por otro lado, la quinua negra muestra los niveles más bajos de albúmina, lo que coincide con su menor aporte global de proteínas en comparación con otros cultivares. La quinua blanca y la quinua roja se ubican en un rango intermedio, destacando ligeramente los cultivares de Vilcashuamán por sus concentraciones más elevadas. Estos resultados reflejan tanto la influencia genética del cultivar como de la procedencia geográfica en la composición proteica de la quinua, siendo la amarilla la más sobresaliente en cuanto a calidad nutricional.

**En la figura 2**, se evidencia que la quinua negra, especialmente la procedente de Acocro, presenta la mayor concentración de globulina 7S, este hecho indica que este cultivar podría tener una ventaja funcional ya que esta proteína contribuye a la estabilidad y valor biológico del grano. En contraste, la quinua amarilla muestra los niveles más bajos de globulina 7S, lo que resulta llamativo si se compara con su alta concentración de albúmina observada previamente. Esta particularidad nos lleva a confirmar que cada cultivar se caracteriza por sobresalir en diferentes fracciones proteicas. La quinua blanca y roja se ubican en un rango intermedio y mantienen valores relativamente estables entre procedencias. Estos resultados reflejan que, aunque la quinua amarilla es la más sobresaliente en términos de valor proteico global por su albúmina, la quinua negra adquiere relevancia por su aporte de globulina 7S, lo que evidencia una complementariedad nutricional entre cultivares que puede aprovecharse en la alimentación humana.

**En la figura 3**, se muestra que la quinua negra, en especial la procedente de Vilcashuamán (8,25 mg/kg) y Chiara (7,097 mg/kg), presenta los valores más altos de globulina 11S, lo que coincide con la información de la tabla 4, donde esta cultivar destaca claramente en esta fracción. Por el contrario, la quinua blanca y la quinua amarilla exhiben valores más bajos y relativamente homogéneos entre procedencias, mientras que la quinua roja se ubica en un rango intermedio, sobresaliendo ligeramente la procedencia de Vilcashuamán. Estos resultados evidencian que, aunque la globulina 11S no es la fracción más abundante en la quinua, el cultivar negro aporta un valor diferencial en esta proteína de reserva, complementando su alto contenido de globulina 7S. De este modo, se confirma que la quinua negra concentra las mayores cantidades de globulinas en conjunto, mientras que la amarilla mantiene su liderazgo global en calidad proteica gracias a su alto contenido de albúmina, resaltando así la diversidad proteica entre cultivares de quinua.

**En la figura 4**, se evidencia que las prolaminas se encuentran en bajas concentraciones en todos los cultivares de quinua, lo que coincide con los valores reportados en la tabla 4 de fracciones proteicas. Se observa que la quinua amarilla de Acocro (2,751 mg/kg) presenta el valor más alto, mientras que la quinua negra de Chiara (0,252 mg/kg) registra el más bajo. La quinua blanca y la quinua roja muestran valores intermedios. Dado que las prolaminas son proteínas de baja digestibilidad y menor calidad nutricional en comparación con albúminas y globulinas, sus niveles reducidos en la quinua representan un aspecto favorable,

ya que incrementan el valor nutricional general del grano. En conclusión, aunque la quinua amarilla presenta el mayor contenido de prolaminas, su baja proporción relativa frente a otras fracciones confirma que las prolaminas no son predominantes en la quinua, lo cual es positivo desde el punto de vista nutricional, reforzando la importancia de esta especie como fuente de proteínas de alta calidad.

**En la figura 5**, se muestra que las glutelinas presentan valores variables entre cultivares y procedencias, lo cual coincide con lo reportado en la tabla 4 de fracciones proteicas. La quinua blanca (Vilcashuamán: 9,135 mg/kg) y la quinua roja (Acocro: 9,135 mg/kg) destacan con los valores más altos, mientras que la quinua negra y la quinua amarilla exhiben niveles más moderados (entre 6,058 y 7,597 mg/kg). Estos resultados evidencian que las glutelinas, aunque no son tan predominantes como la albúmina o las globulinas, contribuyen significativamente al valor proteico total de la quinua. Además, las diferencias marcadas entre procedencias sugieren que los factores ambientales influyen en la acumulación de esta fracción proteica. En conclusión, la quinua blanca y la quinua roja son los cultivares que sobresalen en contenido de glutelinas, confirmando que ambas aportan de manera importante a la diversidad proteica del grano, mientras que la quinua amarilla mantiene su ventaja global por el alto contenido de albúmina.

Dakhili et al., (2019), documentaron que la quinua madura está compuesta principalmente por quenopodina (globulina 11S), que representa cerca del 37 % de su proteína total, y por albúmina 2S, que constituye el 35 %, asimismo, presenta un contenido reducido de prolaminas (0,5–7%), lo que la hace apta para personas con enfermedad celíaca. Borda, (2024), cuando realiza la cuantificación de prolaminas en la quinua, determina que el cultivar amarillo procedente de Acocro es la que muestra la mayor concentración de esta fracción proteica (2,609 mg/kg), entre todas las quinuas amarillas provenientes de cada zona de estudio y al cultivar negro procedente de Vilcashuamán (0,059 mg/kg) como el cultivar con menor concentración de prolaminas. Al comparar ambos estudios, se puede observar que la quinua amarilla presenta valores más altos (2,609 mg/kg proveniente de Acocro frente a 2,751 mg/kg proveniente de la misma zona) y la quinua negra los valores más bajos (0,059 mg/kg proveniente de Vilcashuamán frente a 0,252 mg/kg proveniente de Chiara). Ambos resultados, coinciden en que pese a la variabilidad de la concentración en diferentes cultivares estos coinciden en que las concentraciones de prolamina en quinua son bajas y desde el punto de

vista nutricional, este bajo contenido refuerza el valor de la quinua al minimizar proteínas de difícil digestión, destacando la importancia de evaluar no solo la cantidad de proteínas si no también su perfil fraccional. Fernández, (2024), resalta la relevancia de la fracción de globulinas 7S dentro del perfil proteico de la quinua, señalando que la quinua amarilla presenta la mayor concentración promedio (25,33 mg%), seguida de la quinua roja (21,67 mg%), blanca (18,33 mg%) y finalmente la quinua negra (14,67 mg%). Los valores hallados en la presente investigación para la misma fracción proteica se mantienen relativamente similares entre los cuatro cultivares de quinua, sin evidenciar una diferencia tan marcada entre cultivares e incluso con la quinua negra mostrando valores comparables o superiores a la amarilla en ciertas procedencias. Ambos análisis coinciden en que la quinua amarilla y roja tienden a concentrar mayores niveles de globulina 7S en comparación con la quinua blanca y negra. Estas diferencias podrían deberse a variaciones metodológicas, unidades de expresión empleadas o condiciones experimentales, pero en conjunto, ambos análisis resaltan la importancia de las globulinas 7S como una de las fracciones proteicas más representativas de la quinua, siendo necesario estandarizar métodos para una comparación más precisa. (Cuya, 2023), luego de evaluar la variación proteica de cuatro cultivares de quinua cultivadas a diferentes niveles de pH, en ambientes controlados en condiciones de vivero, concluye que este factor tuvo influencia en la probabilidad de obtener el cultivar de quinua con mayor cantidad de proteína, determinando que el pH óptimo para este propósito oscila entre 7,0 a 7,5 según el cultivar. Los resultados obtenidos en este estudio muestran que el contenido proteico total no varía de manera extrema entre cultivares de quinua, pero si existen diferencias puntuales en la distribución de fracciones especialmente en globulinas 11S y prolaminas, lo que aporta heterogeneidad al perfil proteico de la quinua. Esta heterogeneidad relacionada con el pH del suelo condiciona la disponibilidad de nutrientes esenciales y la actividad microbiana y enzimática que sustentan la síntesis proteica en la quinua; valores cercanos a la neutralidad optimizan la asimilación de nitratos y la expresión de genes de almacenamiento, elevando el contenido de proteína, mientras que la acidez limita estos procesos y reduce su acumulación.

## VI. CONCLUSIONES

1. El análisis de cuatro cultivares de quinua (blanco, amarillo, rojo y negro) de distintas zonas de Ayacucho evidenció diferencias significativas en la distribución y concentración de proteínas de reserva, destacando la quinua amarilla y la roja por sus mayores valores nutricionales, lo que confirma la influencia conjunta de la variabilidad genética y ambiental en la calidad proteica del grano.
2. Se identificó que las albúminas, globulinas 7S y glutelinas son las fracciones proteicas predominantes en todos los cultivares, mientras que las prolaminas aparecen en proporción mínima, ratificando que la quinua es un pseudocereal libre de gluten con proteínas de alta digestibilidad y valor nutricional.
3. Se observaron perfiles proteicos diferenciados según el cultivar: la quinua amarilla presentó mayor contenido de albúmina y prolaminas, la roja destacó por su concentración de glutelinas, la negra por su abundancia de globulina 7S y la blanca por su predominio de globulina 11S, otorgando ventajas nutricionales específicas a cada cultivar.
4. La procedencia tuvo un efecto significativo sobre la composición proteica de la quinua, evidenciando la influencia de las condiciones agroecológicas locales. En Acocro, el cultivar rojo destacó por su mayor contenido de proteínas totales; en Chiara, el cultivar amarillo presentó el perfil nutricional más equilibrado; y en Vilcashuamán, el cultivar negro registró la mayor proporción de globulina 11S. Estos resultados confirman que las características edafoclimáticas y altitudinales propias de cada zona contribuyen de manera determinante a la variación en la expresión y distribución de las fracciones proteicas de la quinua.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. En estudios posteriores se podrían aplicar técnicas complementarias de caracterización bioquímica y molecular como electroforesis SDS-PAGE, cromatografía líquida (HPLC), espectrometría de masas (MS), Western blot y proteómica para profundizar en la identificación de proteínas específicas y su relación con el valor nutricional.
2. Se deberían evaluar la influencia de factores agroecológicos (altitud, pH del suelo, disponibilidad de nutrientes y condiciones climáticas) en la composición proteica, con el fin de establecer vínculos directos entre ambiente y calidad nutricional.
3. Para mejorar los resultados, se recomienda establecer ensayos de cultivo controlados en invernaderos, de esta manera poder reducir la variabilidad generada por factores externos, garantizando resultados más consistentes y comparables entre cultivares.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbasi, S., Moslehisad, M., & Salami, M. (2022). Antioxidant and alpha-glucosidase enzyme inhibitory properties of hydrolyzed protein and bioactive peptides of quinoa. *International Journal of Biological Macromolecules*, 213, 602–609. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.05.189>
- Abugoch, L. E. (2009). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): composition, chemistry, nutritional, and functional properties. *Advances in Food and Nutrition Research*, 58, 1–31.
- Agencia Agraria de Noticias. (2018). *Ayacucho: Proyecto Quinoa instala plantas procesadoras en Vilcashuamán y Huamanga*. Agraria.pe. <https://agraria.pe/noticias/ayacucho-proyecto-quinua-instala-plantas-procesadoras-en-vil-16886#:~:text=Ayacucho%3A%20Proyecto%20Quinoa%20instala%20plantas%20procesadoras%20en%20Vilcashuam%C3%A1n%20y%20Huamanga,-Enviar%20Imprimir&text=La%20capacidad%20de%20procesamiento%20de,de%20agosto%20de%20este%20a%C3%B1o>.
- Aloisi, I., Parrotta, L., Ruiz, K. B., Landi, C., Bini, L., Cai, G., Biondi, S., & Del Duca, S. (2016). New Insight into Quinoa Seed Quality under Salinity: Changes in Proteomic and Amino Acid Profiles, Phenolic Content, and Antioxidant Activity of Protein Extracts. *Frontiers in Plant Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00656>
- Arias, J. L., & Covinos, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. Enfoques Consulting EIRL.
- Arnillas, G. (2022). *Identificación de las relaciones de la vivienda de los hogares rurales pobres y sus actividades productivas*. Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social.
- Blanco, T., Alvarado-Ortiz, C., Muñoz, A. M., & Muñoz, C. (2002). Evaluación de la composición nutricional de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) procedente de los departamentos de Junín, Puno, Apurímac, Cusco y Ancash. *Horizonte médico*, 2(1–2).
- Blasco, P. (2022). *Semillas de quinua: aspectos nutricionales y saludables* [Tesina, Universidad Zaragoza]. <https://zaguan.unizar.es/record/117775>
- Borda, M. A. (2024). *Contenido de prolaminas en cuatro accesiones de Chenopodium quinoa Willd "quinua"* [Tesis de título profesional, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/20.500.14612/7407>
- Burrieza, H. P., Rizzo, A. J., Moura Vale, E., Silveira, V., & Maldonado, S. (2019). Shotgun proteomic analysis of quinoa seeds reveals novel lysine-rich seed storage globulins. *Food Chemistry*, 293, 299–306. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.04.098>
- Calvelo, A. (2017). Mecanismos de estructuración de la red de gluten. *Anales de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 59, 43–53.
- Campos-Rodríguez, J., Acosta-Coral, K., & Paucar-Menacho, L. M. (2022). Quinoa (*Chenopodium quinoa*): composición nutricional y componentes bioactivos del grano y la hoja e impacto del tratamiento térmico y de la germinación. *Scientia Agropecuaria*, 13(3), 209–220. <https://doi.org/doi.org/10.17268/sci.agropecu.2022.019>
- Capraro, J., Benedetti, S., Heinzl, G., Scarafoni, A., & Magni, C. (2021). Bioactivities of Pseudocereal Fractionated Seed Proteins and Derived Peptides Relevant for Maintaining Human Well-Being. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(7), 3543. <https://doi.org/10.3390/ijms22073543>

- Chaquilla-Quilca, G., Balandrán-Quintana, R. R., Mendoza-Wilson, A. M., & Mercado-Ruiz, J. N. (2018). Propiedades y posibles aplicaciones de las proteínas de salvado de trigo. *Biología y ciencias agropecuarias*, 12(2).
- Chen, X., Zhang, Y., Cao, B., Wei, X., Shen, Z., & Su, N. (2023). Assessment and comparison of nutritional qualities of thirty quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seed varieties. *Food Chemistry*: X, 19, 100808. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100808>
- Chito, D. M., Ortega, R. A., Ahumada, A. F., & Rosero, B. (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.
- Craine, E. B., Davies, A., Packer, D., Miller, N. D., Schmöckel, S. M., Spalding, E. P., Tester, M., & Murphy, K. M. (2023). A comprehensive characterization of agronomic and end-use quality phenotypes across a quinoa world core collection. *Frontiers in Plant Science*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1101547>
- Cuya, K. M. (2023). *Variación proteica de Chenopodium quinoa Willd. "quinua" cultivadas a diferentes pH en condiciones de vivero* [Tesis de título profesional, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/5346>
- Dakhili, S., Abdolizadeh, L., Hosseini, S. M., Shojaee-Aliabadi, S., & Mirmoghtadaie, L. (2019). Quinoa protein: Composition, structure and functional properties. *Food Chemistry*, 299, 125161. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125161>
- Delgado, A. G., & Pinto, M. M. (2015). *Fraccionamiento, caracterización y cuantificación de proteínas de reserva presentes en semillas de Salvia hispanica L. (chía) en comparación con Linum usitatissimum (linasa) y Chenopodium quinoa (quinua)* [Tesis de título profesional, Universidad Católica de Santa María]. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/3411>
- Diario El Peruano. (2025). *Ayacucho: impulsan desarrollo productivo de quinua y papa con festival agroecológico en Acocro*. <https://www.elperuano.pe/noticia/268053-ayacucho-impulsan-desarrollo-productivo-de-quinua-y-papa-con-festival-agroecologico-en-acocro>
- Espinoza, E. A. (2016). Adaptación del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) al cambio climático en los Andes del Perú. *Rev. del Instituto de Investigación (RIIGEO), FIGMMG-UNMSM*, 19(37), 15–23.
- Espitia, F. J., Negrete, A. G., Ordoñez, L. G., & León, M. F. (2016). Caracterización de las proteínas de reserva de la semilla de parota (*Enterolonium cyclocarpum*). *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de alimentos*, 1(2), 147–152.
- Federación de Asociaciones de Celiacos de España. (2018). *¿Qué es el gluten?* <https://celiacos.org/que-es-el-gluten/>
- Fernández, C. (2024). *Contenido de globulinas de cuatro accesiones de Chenopodium quinoa Willd, Ayacucho 2018* [Tesis de título profesional, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/6497>
- Filho, A. M. M., Pirozi, M. R., Borges, J. T. D. S., Pinheiro, H. M., Chaves, J. B. P., & Coimbra, J. S. D. R. (2017). Quinoa: Nutritional, functional, and antinutritional aspects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(8), 1618–1630. <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.1001811>

- García-Allen, J. (2024, abril 12). *Tabla de aminoácidos: funciones, tipos y características*. Psicología y mente. <https://psicologiaymente.com/neurociencias/tabla-de-aminoacidos>
- García-Parra, M., Zurita-Silva, A., Stechauner-Rohringer, R., Roa-Acosta, D., & Jacobsen, S. E. (2020). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and its relationship with agroclimatic characteristics: A Colombian perspective. *Chilean journal of agricultural research*, 80(2), 290–302. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392020000200290>
- Guo, H., Hao, Y., Yang, X., Ren, G., & Richel, A. (2023). Exploration on bioactive properties of quinoa protein hydrolysate and peptides: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(16), 2896–2909. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1982860>
- Gutiérrez, A. F., & Mollinedo, P. (2022). Estudio genómico de la Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd): Técnicas de secuenciación e identificación genómica. Una revisión. *REVISTA CON-CIENCIA*, 10(1), 67–84.
- Hernández-Espinosa, N., Reyes-Reyes, M., González-Jiménez, Francisco E., Núñez-Bretón, L. C., & Cooper-Bribiesca, B. L. (2015). Importancia de las proteínas de almacenamiento en cereales (prolaminas). *VERTIENTES Revista Especializada en Ciencias de la Salud*, 18(1), 3–7.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Editorial Mc Graw Hill.
- Huaman, J. (2024). *Caracterización morfogénica y clasificación por su capacidad de uso mayor de suelos con pastos. Chiara, Ayacucho. 2019* [Tesis de título profesional, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/6435>
- Infojardín. (2023). *Cultivar-definición*. Infojardín. <https://www.infojardin.com/glosario/cuarentena/cultivar.htm>
- Janssen, F., Pauly, A., Rombouts, I., Jansens, K. J. A., Deleu, L. J., & Delcour, J. A. (2017). Proteins of amaranth (*Amaranthus* spp.), buckwheat (*Fagopyrum* spp.), and quinoa (*Chenopodium* spp.): a food science and technology perspective. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(1), 39–58. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12240>
- Koehler, P., & Wieser, H. (2013). *Chemistry of grains and cereals* (M. Gobbetti & M. Ganzle, Eds.). Springer.
- Kozioł, M. J. (1992). Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 5(1), 35–68. [https://doi.org/10.1016/0889-1575\(92\)90006-6](https://doi.org/10.1016/0889-1575(92)90006-6)
- Manzanilla-Valdez, M. L., Boesch, C., Orfila, C., Montañó, S., & Hernández-Álvarez, A.-J. (2024). Unveiling the nutritional spectrum: A comprehensive analysis of protein quality and antinutritional factors in three varieties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *Food Chemistry: X*, 24, 101814. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101814>
- Mendoza, D. A. (2022). *Caracterización fisicoquímica y estudio de las propiedades estructurales y tecnofuncionales del aislado proteico del subproducto de la extracción de aceite de semillas de calabaza (Cucurbita argyrosperma Huber)* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Querétaro]. <http://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/3502>
- Miguel, J. E. (2011). *Concentración de proteínas de Chenopodium quinoa Willd "quinua" cultivadas en Huamachuco y Chenopodium quinoa Willd var. Real "quinua real" importada de Bolivia* [Tesis de título profesional, Universidad Nacional de Trujillo]. <https://hdl.handle.net/20.500.14414/4521>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2021). *MIDAGRI entrega 23 Qochas para producción de quinua, papa y cebada en Ayacucho*. Unidad Ejecutora

Fondo Sierra Azul.  
<https://doi.org/https://www.gob.pe/institucion/sierraazul/noticias/513138-midagri-entrega-23-qochas-para-produccion-de-quinua-papa-y-cebada-en-ayacucho>

- Montes-Rojas, C., Burbano-Catuche, G. A., Muñoz-Certuche, E. F., & Calderón-Yonda, Y. (2018). Descripción del ciclo fenológico de cuatro ecotipos de (*Chenopodium quinoa* Willd), en Pucará-Cauca. Colombia. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 16(2), 26–37. <https://doi.org/10.18684/bsaa.v16n2.1163>
- Mota, C., Santos, M., Mauro, R., Samman, N., Matos, A. S., Torres, D., & Castanheira, I. (2016). Protein content and amino acids profile of pseudocereals. *Food Chemistry*, 193, 55–61. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.043>
- Mu, H., Xue, S., Sun, Q., Shi, J., Zhang, D., Wang, D., & Wei, J. (2023). Research Progress of Quinoa Seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.): Nutritional Components, Technological Treatment, and Application. *Foods*, 12(10), 2087. <https://doi.org/10.3390/foods12102087>
- Municipalidad Distrital de Acocro. (2013). *Plan de Desarrollo Concertado Actualizado del Distrito de Acocro del 2013 al 2024*. Corporación B&O S.A.C.
- Municipalidad distrital de Chiara. (2018). *Plan de desarrollo local concertado del distrito de Chiara 2018 - 2021*. Municipalidad distrital de Chiara.
- Nowak, V., Du, J., & Charrondièrre, U. R. (2016). Assessment of the nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Chemistry*, 193, 47–54. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.111>
- Pajarito, J. L. (2005). *Obtención y caracterización de la harina integral de quinua orgánica* [Tesis de título profesional, Universidad de Chile]. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/105459>
- Pinedo, R. E., Gómez, L. R., & Julca, A. M. (2020). Sostenibilidad ambiental de la producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en los valles interandinos del Perú. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 21(3).
- Ruales, J., & Nair, B. M. (1992). Nutritional quality of the protein in quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) seeds. *Plant Foods for Human Nutrition*, 42(1), 1–11. <https://doi.org/10.1007/BF02196067>
- Shewry, P. R., & Halford, N. G. (2002). Cereal seed storage proteins: structures, properties and role in grain utilization. *Journal of Experimental Botany*, 53(370), 947–958. <https://doi.org/10.1093/jexbot/53.370.947>
- Tavano, O. L., Amistá, M. J. de M., Del Ciello, G., Rodrigues, M. C. M., Bono Nishida, A. M., Valadares, L. A., Siqueira, B. M., Gomes, R. A. da S., Parolini, M. T., & Silva Junior, S. I. da. (2022). Isolation and evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) protein fractions. A nutritional and bio-functional approach to the globulin fraction. *Current Research in Food Science*, 5, 1028–1037. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.06.006>
- Thanapornpoonpong, S., Vearasilp, S., Pawelzik, E., & Gorinstein, S. (2008). Influence of Various Nitrogen Applications on Protein and Amino Acid Profiles of Amaranth and Quinoa. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(23), 11464–11470. <https://doi.org/10.1021/jf802673x>
- Van de Vondel, J., Lambrecht, M. A., & Delcour, J. A. (2020). Osborne extractability and chromatographic separation of protein from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) wholemeal. *LWT*, 126, 109321. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109321>
- Ventura, G., & León, M. F. (2017). Obtención de digeridos trópicos a partir de albúminas y globulinas 7S de la semilla de chicayota (*cucurbita argyrosperma* subsp. sorobia). *Jóvenes en la ciencia*, 3(2), 655–659.

- Villanueva, R. (2014). El gluten del trigo y su rol en la industria de la panificación. *Ingeniería Industrial*, 1(32), 231–246.
- Wieser, H. (2007). Chemistry of gluten proteins. *Food Microbiology*, 24(2), 115–119. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2006.07.004>
- Xi, X., Fan, G., Xue, H., Peng, S., Huang, W., & Zhan, J. (2024). Harnessing the Potential of Quinoa: Nutritional Profiling, Bioactive Components, and Implications for Health Promotion. *Antioxidants*, 13(7), 829. <https://doi.org/10.3390/antiox13070829>
- Zhang, Y., Zhang, W., Zhao, Y., Li, Y., Zhang, Z., Yang, H., & Deng, J. (2025). Structural–Functional Characterization and Bioactive Potential of Alternative Grain Proteins: An In-Depth Comparison of Quinoa and Oat Proteins Isolates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 73(33), 20842–20859. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5c05855>

## **IX. ANEXOS**

**Anexo 1.** Constancia de validación taxonómica y certificación de identidad botánica de *Chenopodium quinoa* Willd.

## **C O N S T A N C I A**

### **LA BIÓLOGA LAURA AUCASIME MEDINA ESPECIALISTA EN TAXONOMÍA Y SISTEMÁTICA DE PLANTAS DEJA CONSTANCIA:**


Que, el Bach. en Ciencias Biológicas Sr Edison, QUISPE CARRERA, ha solicitado la identificación de una muestra vegetal para trabajo de tesis.

Dicha muestra ha sido estudiada y determinada según el Sistema de Clasificación de Cronquist. A. 1988. siendo su taxonomía la siguiente:

DIVISIÓN	:	MAGNOLIOPHYTA
CLASE	:	MAGNOLIOPSIDA
SUB CLASE	:	CARYOPHYLLIDAE
ORDEN	:	CARYOPHYLLALES
FAMILIA	:	CHENOPODIACEAE
GENERO	:	Chenopodium
ESPECIE	:	<b><i>Chenopodium quinoa</i> Willd.</b>
N.V.	:	"quinua"
VARIEDADES	:	Blanca, Rojo, Amarillo y Negro

Se expide la certificación correspondiente a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Ayacucho, 10 de enero del 2025

  
LAURA AUCASIME MEDINA  
BIÓLOGA  
Reg. C.B.P. N° 583 C.R. - XIII

**Anexo 2.** Recolección de *Chenopodium quinoa* en el distrito de Acocro.



**Fotografía N°1.** Productor de quinua donando una parte de su producción agrícola para el desarrollo del trabajo de investigación.



**Fotografía N°2.** Acopio de quinua recién cosechada en campo para proceso de secado y posterior almacenamiento, uso o comercialización.

**Anexo 3. Recolección de *Chenopodium quinoa* en el distrito de Chiara.**



**Fotografía N°3.** Campo agrícola con sembríos de quinua.



**Fotografía N°4.** Productora del distrito de Chiara donando una parte de su producción agrícola para el desarrollo del trabajo de investigación.



**Fotografía N°5.** Frontis de la municipalidad de Chiara.

**Anexo 4.** Recolección de *Chenopodium quinoa* en el distrito de Vilcashuamán.



**Fotografía N°6.** Productora del distrito de Vilcashuamán donando quinua negra para el desarrollo del trabajo de investigación.

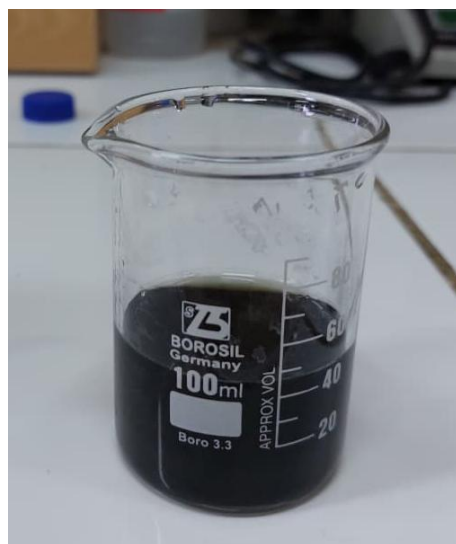


**Fotografía N°7.** Cultivo de quinua blanca en el distrito de Vilcashuamán.

## Anexo 5. Preparación de reactivo Bradford.



**Fotografía N°8.** Filtración de reactivo Bradford en frasco oscuro para evitar la exposición de luz.



**Fotografía N°9.** Reactivo Bradford preparado con etanol 95%, ácido fosfórico, agua destilada y reactivo Bradford concentrado.

**Anexo 6.** Preparación de BSA para realizar curva de calibración.



**Fotografía N°10 y 11.** Proceso de pesaje de reactivo BSA en balanza digital.



**Fotografía N°12.** Preparación de BSA con agua destilada y almacenado en frasco oscuro.

**Anexo 7. Procesamiento de muestras.**



**Fotografía N°13.** Molienda de quinua libre de impurezas.



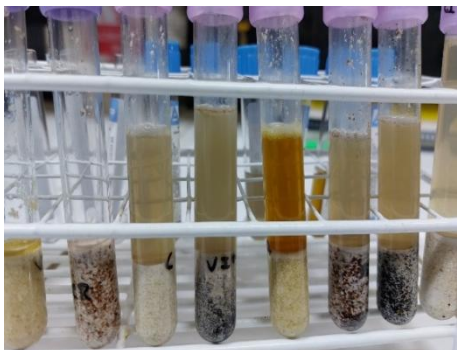
**Fotografía N°14.** Pesaje de quinua molida para la parte experimental.



**Fotografía N°15.** Harina de quinua con reactivo para la extracción de proteínas.



**Fotografía N°16.** Agitación de las muestras junto a bloques de hielo para mantenerlas bajo refrigeración.



**Fotografía N°17.** Muestras de quinua con reactivo después de centrifugar.



**Fotografía N°18.** Trasvase del sobrenadante (fracción proteica) y almacenamiento de este.

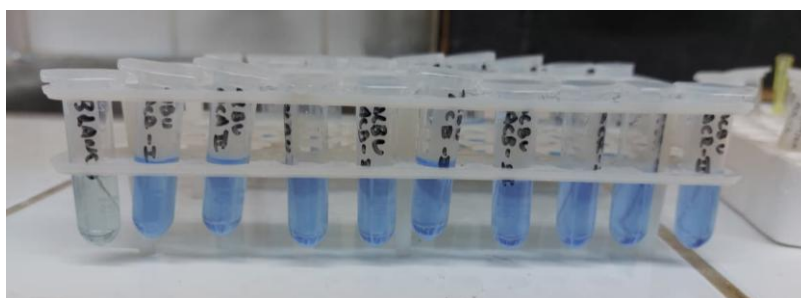
## Anexo 8. Proceso de cuantificación



**Fotografía N°19.** Preparación de la muestra con el reactivo Bradford.



**Fotografía N°20.** Uso del equipo de espectrofotometría.



**Fotografía N°21.** Muestras y blanco de prueba luego de 30 minutos de incubación en ambiente oscuro.



**Fotografía N°22.** Disposición de las muestras de trabajo en el equipo espectrofotómetro para su lectura.



**Fotografía N°23.** Lectura de las muestras en espectrofotómetro a 595 nm.

**Anexo 9.** Preparación de soluciones para la fragmentación de proteínas.

**A. Preparación de reactivo para extracción de albúmina**

Componente	Cantidad
NaCl	10 g
pH	3
Enrasar a 100 mL con agua desionizada	

**B. Preparación de reactivo para extracción de globulinas 7S**

Componente	Cantidad
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	0,142 g
EDTA	0,036 g
NaCl	0,568 g
pH	7,5
Enrasar a 100 mL con agua desionizada	

**C. Preparación de reactivo para extracción de globulinas 11S**

Componente	Cantidad
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	0,142 g
EDTA	0,036 g
NaCl	4,670 g
pH	7,5
Enrasar a 100 mL con agua desionizada	

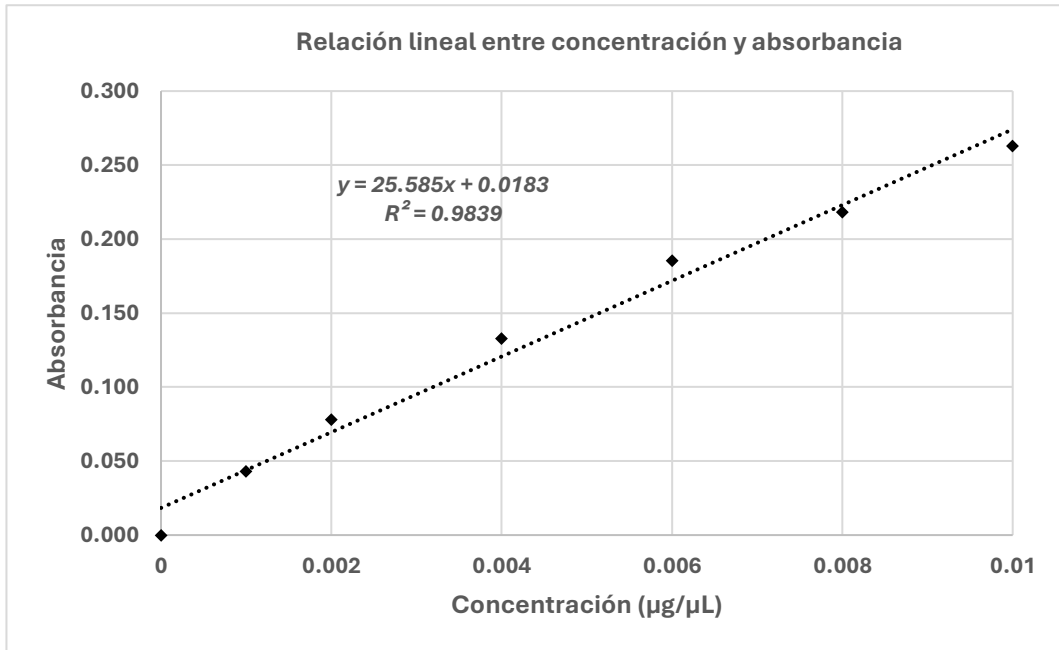
**D. Preparación de reactivo para extracción de prolaminas**

Componente	Cantidad
2-propanol	35 mL
Enrasar a 50 mL con agua desionizada	

**E. Preparación de reactivo para extracción de glutelinas**

Componente	Cantidad
NaOH	0,40 g
Enrasar a 100 mL con agua desionizada	

**Anexo 10.** Curva de calibración



**Anexo 11.** Análisis de varianza de dos factores con interacción respecto al contenido de albúmina.

**Información del factor**

Factor	Niveles	Valores
Procedencia	3	Chiara; Acocro; Vilcashuamán
Cultivar	4	Amarillo; Blanco; Negro; Rojo

**Análisis de varianza**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Procedencia	2	0,722	0,361	5,622	0,010
Cultivar	3	11,943	3,981	62,397	< 0,001
Procedencia x cultivar	6	2,564	0,427	6,699	< 0,001
Error	24	1,531	0,064		
Total	35	16,76			

*Nota.* El cultivar y la procedencia influyen de manera significativa en la concentración de albúmina, debido a que el valor de  $p < 0.05$  esto demuestra que hay una relación entre la procedencia y el cultivar que influyen en la concentración de albúmina.

**Anexo 12.** Comparación múltiple de Tukey del contenido de albúmina en función a la procedencia.

<b>Procedencia</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación.</b>
Vilcashuamán	12	9,0855	a
Chiara	12	8,9942	ab
Acocro	12	8,7499	b

*Nota.* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Según la prueba de Tukey, se observa diferencia significativa en el contenido de albúmina entre las procedencias evaluadas. Vilcashuamán presentó el valor promedio más alto, estadísticamente superior a Acocro. Chiara mostró un valor intermedio, sin diferenciarse significativamente de las otras dos procedencias.

**Anexo 13.** Comparación múltiple de Tukey del contenido de albúmina en función al cultivar.

<b>Cultivar</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación.</b>
Amarillo	9	9,8726	a
Rojo	9	8,8087	b
Blanco	9	8,8000	b
Negro	9	8.2917	c

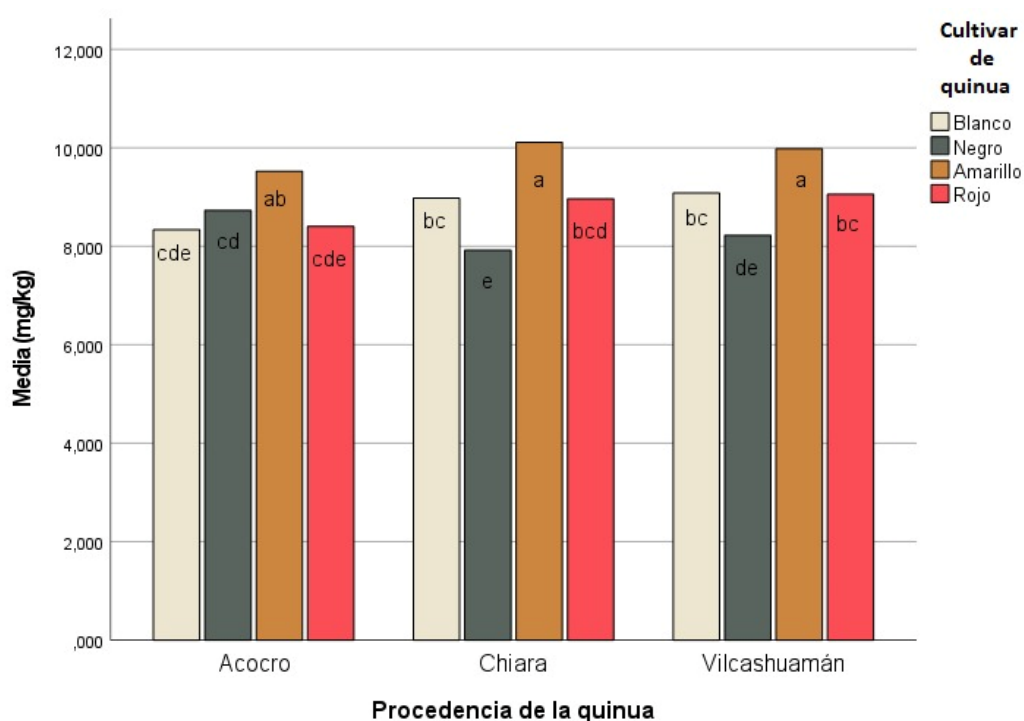
*Nota.* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

La prueba de Tukey muestra diferencias altamente significativas entre los cultivares de quinua. El cultivar amarillo presentó el mayor contenido de albúmina, estadísticamente diferente de los cultivares blanco, rojo y negro. Los cultivares blanco y rojo no difirieron entre sí.

**Anexo 14.** Comparación múltiple de Tukey del contenido de albúmina con respecto a la interacción entre el cultivar y la procedencia.

Cultivar - Procedencia	N	Media	Agrupación.
Chiara - Amarillo	3	10,1113	a
Vilcashuamán - Amarillo	3	9,9813	a
Acocro - Amarillo	3	9,5250	ab
Vilcashuamán – Blanco	3	9,0823	bc
Vilcashuamán - Rojo	3	9,0563	bc
Chiara – Blanco	3	8,9780	bc
Chiara - Rojo	3	8,9650	bcd
Acocro – Negro	3	8,7303	c
Acocro – Rojo	3	8,4046	cde
Acocro – Blanco	3	8,3397	cde
Vilcashuamán – Negro	3	8,2220	de
Chiara - Negro	3	7,9223	e

**Nota.** Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes



Contenido de albúmina según la interacción de la procedencia y el cultivar de quinua.

Las barras muestran las medias de la fracción albúmina para cada combinación de procedencia y cultivar. Se observa una clara interacción entre ambos factores, evidenciada por diferencias significativas según la prueba de Tukey.

**Anexo 15.** Análisis de varianza de dos factores con interacción respecto al contenido de globulinas 7S.

**Información del factor**

Factor	Niveles	Valores
Procedencia	3	Chiara; Acocro; Vilcashuamán
Cultivar	4	Amarillo; Blanco; Negro; Rojo

**Análisis de Varianza**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Procedencia	2	0,764	0,382	9,351	< 0,001
Cultivar	3	13,658	4,553	111,390	< 0,001
Procedencia x cultivar	6	2,496	0,416	10,179	< 0,001
Error	24	0,981	0,041		
Total	35	17,899			

**Nota.** El cultivar y la procedencia influyen de manera significativa en la concentración de globulinas 7S, debido a que el valor de  $p < 0.05$  esto demuestra que hay una relación entre la procedencia y el cultivar que influyen en la concentración de globulinas 7S.

**Anexo 16.** Comparación múltiple de Tukey del contenido de globulinas 7S en función a la procedencia.

<b>Procedencia</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación.</b>
Acocro	12	8,3329	a
Vilcashuamán	12	8,0919	ab
Chiara	12	7,9844	b

*Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes*

Según la prueba de Tukey, las procedencias Chiara y Vilcashuamán se ubicaron en el mismo subconjunto homogéneo, indicando que no presentan diferencias significativas en el contenido de globulina 7S. En cambio, la procedencia Acocro formó un subconjunto distinto, con valores significativamente mayores respecto a Chiara.

**Anexo 17.** Comparación múltiple de Tukey del contenido de globulinas 7S en función al cultivar.

<b>Cultivar</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación.</b>
Negro	9	8,6522	a
Rojo	9	8,5306	ab
Blanco	9	8,2654	b
Amarillo	9	7,0974	c

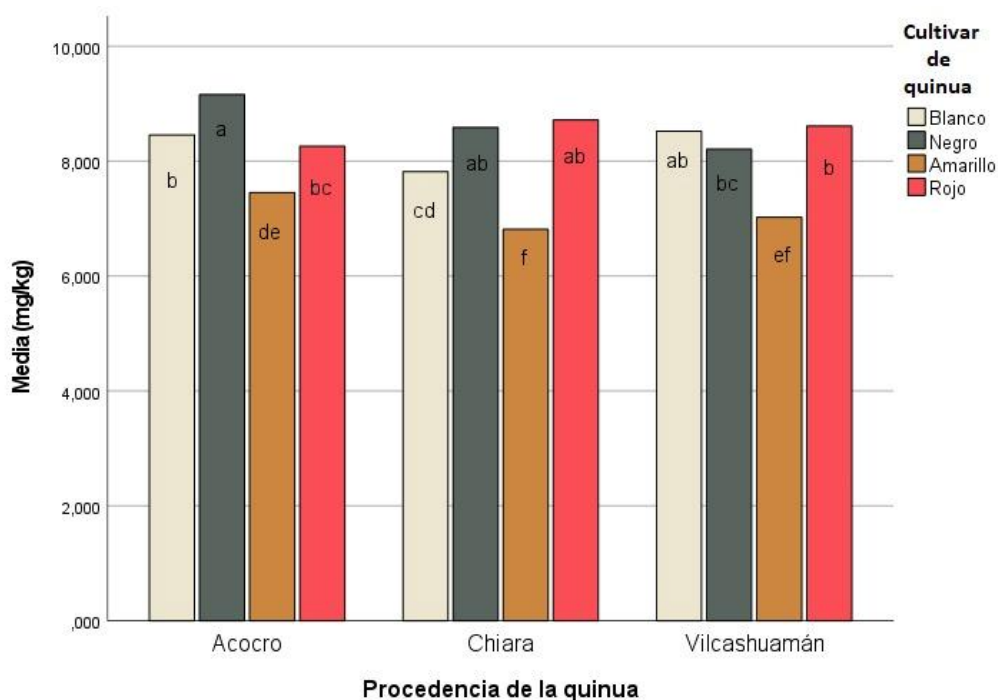
*Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes*

La prueba de Tukey muestra diferencias altamente significativas entre las cultivares de quinua. El cultivar negro presentó el mayor contenido de globulinas 7S, estadísticamente diferente de los cultivares amarillo, rojo y blanco.

**Anexo 18.** Comparación múltiple de Tukey del contenido de globulinas 7S con respecto a la interacción entre el cultivar y la procedencia.

Cultivar - Procedencia	N	Media	Agrupación.
Acocro - Negro	3	9.1603	a
Chiara - Rojo	3	8.7173	ab
Vilcashuamán - Blanco	3	8.6130	ab
Chiara – Negro	3	8.5870	ab
Vilcashuamán - Rojo	3	8.5217	b
Acocro – Blanco	3	8.4563	b
Acocro - Rojo	3	8.2613	bc
Vilcashuamán - Negro	3	8.2093	bc
Chiara – Blanco	3	7.8183	cd
Acocro – Amarillo	3	7.4537	de
Vilcashuamán – Amarillo	3	7.0237	ef
Chiara - Amarillo	3	6.8150	f

*Nota.* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes



Contenido de globulinas 7S según la interacción de la procedencia y el cultivar de quinua. Las barras muestran las medias de la fracción globulinas 7S para cada combinación de procedencia y cultivar. Se observa una clara interacción entre ambos factores, evidenciada por diferencias significativas según la prueba de Tukey.

**Anexo 19.** Análisis de varianza de dos factores con interacción respecto al contenido de globulinas 11S.

**Información del factor**

Factor	Niveles	Valores
Procedencia	3	Chiara; Acocro; Vilcashuamán
Cultivar	4	Amarillo; Blanco; Negro; Rojo

**Análisis de Varianza**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Procedencia	2	21,434	10,717	343,581	< 0,001
Cultivar	3	4,254	1,418	45,460	< 0,001
Procedencia x cultivar	6	36,324	6,054	194,084	< 0,001
Error	24	0,749	0,031		
Total	35	62,761			

**Nota.** El cultivar y la procedencia influyen de manera significativa en la concentración de globulinas 11S, debido a que el valor de  $p < 0.05$  esto demuestra que hay una relación entre la procedencia y el cultivar que influyen en la concentración de globulinas 11S.

**Anexo 20.** Comparación múltiple de Tukey del contenido de globulinas 11S en función a la procedencia.

<b>Procedencia</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación.</b>
Vilcashuamán	12	6.9944	a
Acocro	12	5.4602	b
Chiara	12	5.2713	b

**Nota:** Las medias que no comparten una letra *son* significativamente diferentes

Según la prueba de Tukey, Vilcashuamán presentó la mayor concentración de globulinas 11S difiriendo significativamente de Acocro y Chiara, que no difirieron entre sí.

**Anexo 21.** Comparación múltiple de Tukey del contenido de globulinas 11S en función al cultivar.

<b>Cultivar</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación.</b>
Negro	9	6.3331	a
Rojo	9	6.0552	ab
Blanco	9	5.8554	b
Amarillo	9	5.3908	c

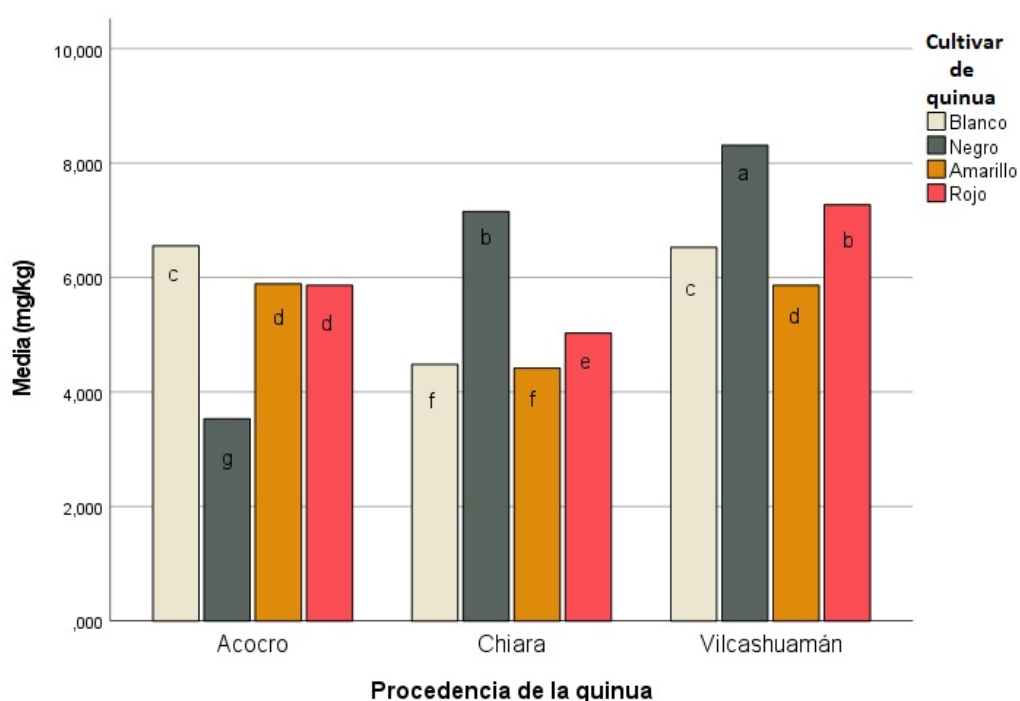
*Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes*

La prueba de Tukey muestra diferencias altamente significativas entre los cultivares de quinua. El cultivar negro presentó el mayor contenido de globulinas 11S, estadísticamente diferente de los cultivares amarillo, rojo y blanco el cual registró el valor más bajo.

**Anexo 22.** Comparación múltiple de Tukey del contenido de globulinas 11S con respecto a la interacción entre el cultivar y la procedencia.

Cultivar - Procedencia	N	Media	Agrupación.
Vilcashuamán - Negro	3	8.3133	a
Vilcashuamán - Rojo	3	7.2713	b
Chiara - Negro	3	7.1540	b
Acocro – Blanco	3	6.5547	c
Vilcashuamán - Blanco	3	6.5287	c
Acocro – Amarillo	3	5.8900	d
Vilcashuamán - Amarillo	3	5.8643	d
Acocro – Rojo	3	5.8640	d
Chiara – Rojo	3	5.0303	e
Chiara – Blanco	3	4.4830	f
Chiara – Amarillo	3	4.4180	f
Acocro - Negro	3	3.5320	g

*Nota.* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes



Contenido de globulinas 11S según la interacción de la procedencia y el cultivar de quinua. Las barras muestran las medias de la fracción globulinas 11S para cada combinación de procedencia y cultivar. Se observa una clara interacción entre ambos factores, evidenciada por diferencias significativas según la prueba de Tukey.

**Anexo 23.** Análisis de varianza de dos factores con interacción respecto al contenido de prolaminas.

**Información del factor**

Factor	Niveles	Valores
Procedencia	3	Chiara; Acocro; Vilcashuamán
Cultivar	4	Amarillo; Blanco; Negro; Rojo

**Análisis de Varianza**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Procedencia	2	6,481	3,241	284,022	< 0,001
Cultivar	3	10,509	3,503	307,020	< 0,001
Procedencia x cultivar	6	1,527	0,255	22,309	< 0,001
Error	24	0,274	0,011		
Total	35	18,791			

**Nota.** El cultivar y la procedencia influyen de manera significativa en la concentración de prolaminas, debido a que el valor de  $p < 0.05$  esto demuestra que hay una relación entre la procedencia y el cultivar que influyen en la concentración de prolaminas.

**Anexo 24.** Comparación múltiple de Tukey del contenido de prolaminas en función a la procedencia.

<b>Procedencia</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación.</b>
Acocro	12	1.6233	a
Vilcashuamán	12	1.0761	b
Chiara	12	0.5845	c

*Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes*

Según la prueba de Tukey, Acocro presentó la mayor concentración de prolaminas, seguido de Vilcashuamán mientras Chiara presento menor contenido.

**Anexo 25.** Comparación múltiple de Tukey del contenido de prolaminas en función al cultivar.

<b>Cultivar</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación.</b>
Amarillo	9	1.8862	a
Blanco	9	1.1000	b
Rojo	9	1.0304	b
Negro	9	0.3619	c

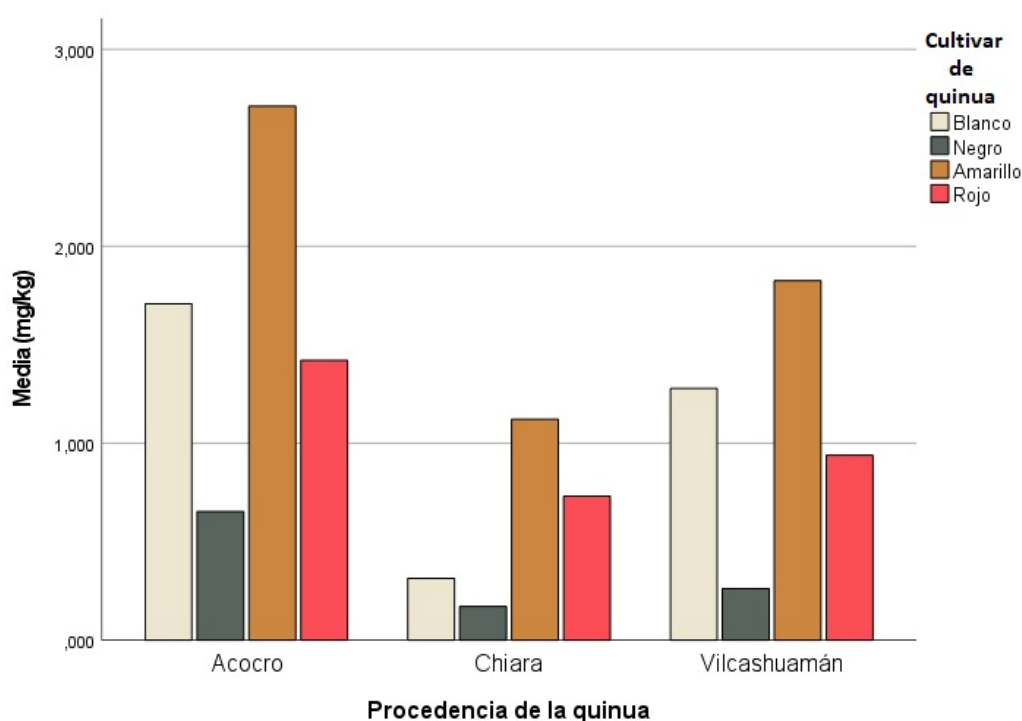
*Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes*

La prueba de Tukey muestra diferencias altamente significativas entre los cultivares de quinua. El cultivar amarillo presentó el mayor contenido de prolaminas, estadísticamente diferente de los cultivares blanco, rojo y negro el cual registró el valor más bajo.

**Anexo 26.** Comparación múltiple de Tukey del contenido de prolaminas con respecto a la interacción entre el cultivar y la procedencia.

Cultivar - Procedencia	N	Media	Agrupación.
Acocro – Amarillo	3	2.7113	a
Vilcashuamán - Amarillo	3	1.8253	b
Acocro – Blanco	3	1.7080	b
Acocro - Rojo	3	1.4213	c
Vilcashuamán - Blanco	3	1.2780	d
Chiara - Amarillo	3	1.1200	d
Vilcashuamán - Rojo	3	0.9390	e
Chiara – Rojo	3	0.7310	f
Acocro – Negro	3	0.6527	f
Chiara - Blanco	3	0.3140	g
Vilcashuamán - Negro	3	0.2620	g
Chiara - Negro	3	0.1710	g

**Nota.** Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes



Contenido de prolaminas según la interacción de la procedencia y el cultivar de quinua. Las barras muestran las medias de la fracción prolaminas para cada combinación de procedencia y cultivar. Se observa una clara interacción entre ambos factores, evidenciada por diferencias significativas según la prueba de Tukey.

**Anexo 27.** Análisis de varianza de dos factores con interacción respecto al contenido de glutelinas.

**Información del factor**

Factor	Niveles	Valores
Procedencia	3	Chiara; Acocro; Vilcashuamán
Cultivar	4	Amarillo; Blanco; Negro; Rojo

**Análisis de Varianza**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Procedencia	2	0,013	0,007	0,119	0,888
Cultivar	3	7,383	2,461	44,314	< 0,001
Procedencia x cultivar	6	33,358	5,560	100,117	< 0,001
Error	24	1,333	0,056		
Total	35	42,087			

**Nota.** El análisis de varianza mostro que el cultivar de quinua ejerce un efecto altamente significativo sobre el contenido de la fracción glutelina, mientras que la procedencia no presenta un efecto estadísticamente significativo. Asimismo, se detectó una interacción significativa entre procedencia y cultivar.

**Anexo 28.** Comparación múltiple de Tukey del contenido de glutelinas en función al cultivar.

<b>Cultivar</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación.</b>
Blanco	9	8.0963	a
Rojo	9	7.9312	a
Amarillo	9	7.3146	b
Negro	9	6.9801	c

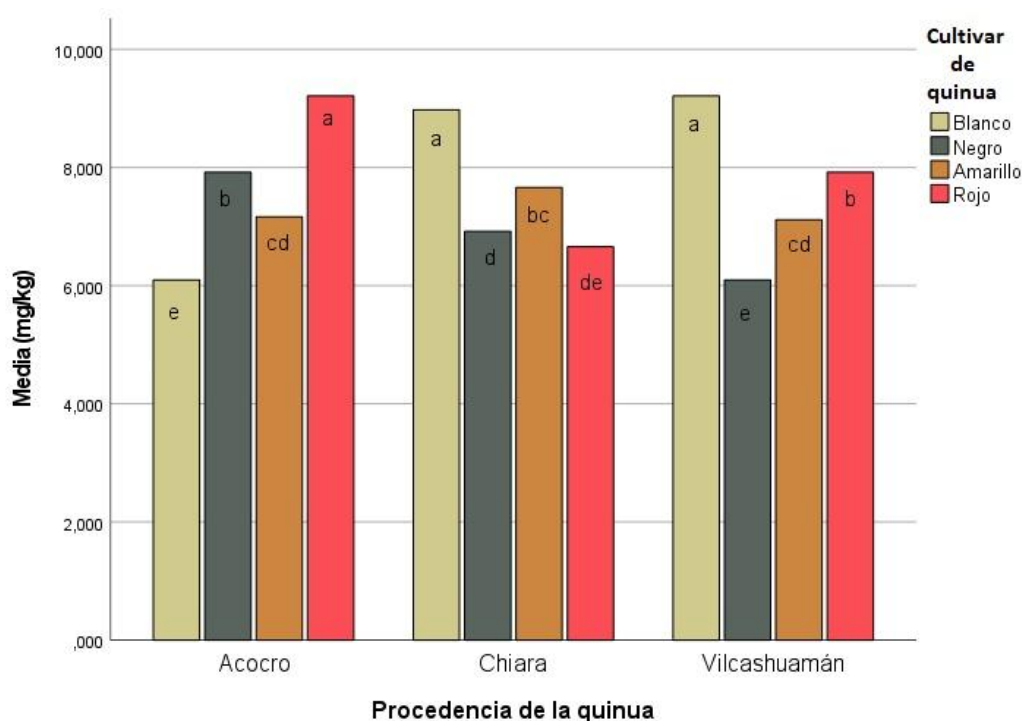
*Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes*

La prueba de Tukey para la variable fracción glutelina reveló diferencias significativas entre los cultivares de quinua ( $p < 0.05$ ). El cultivar Blanco presentó el valor promedio más alto de glutelina, seguida por Roja, amarillo y Negro.

**Anexo 29.** Comparación múltiple de Tukey del contenido de glutelinas con respecto a la interacción entre el cultivar y la procedencia.

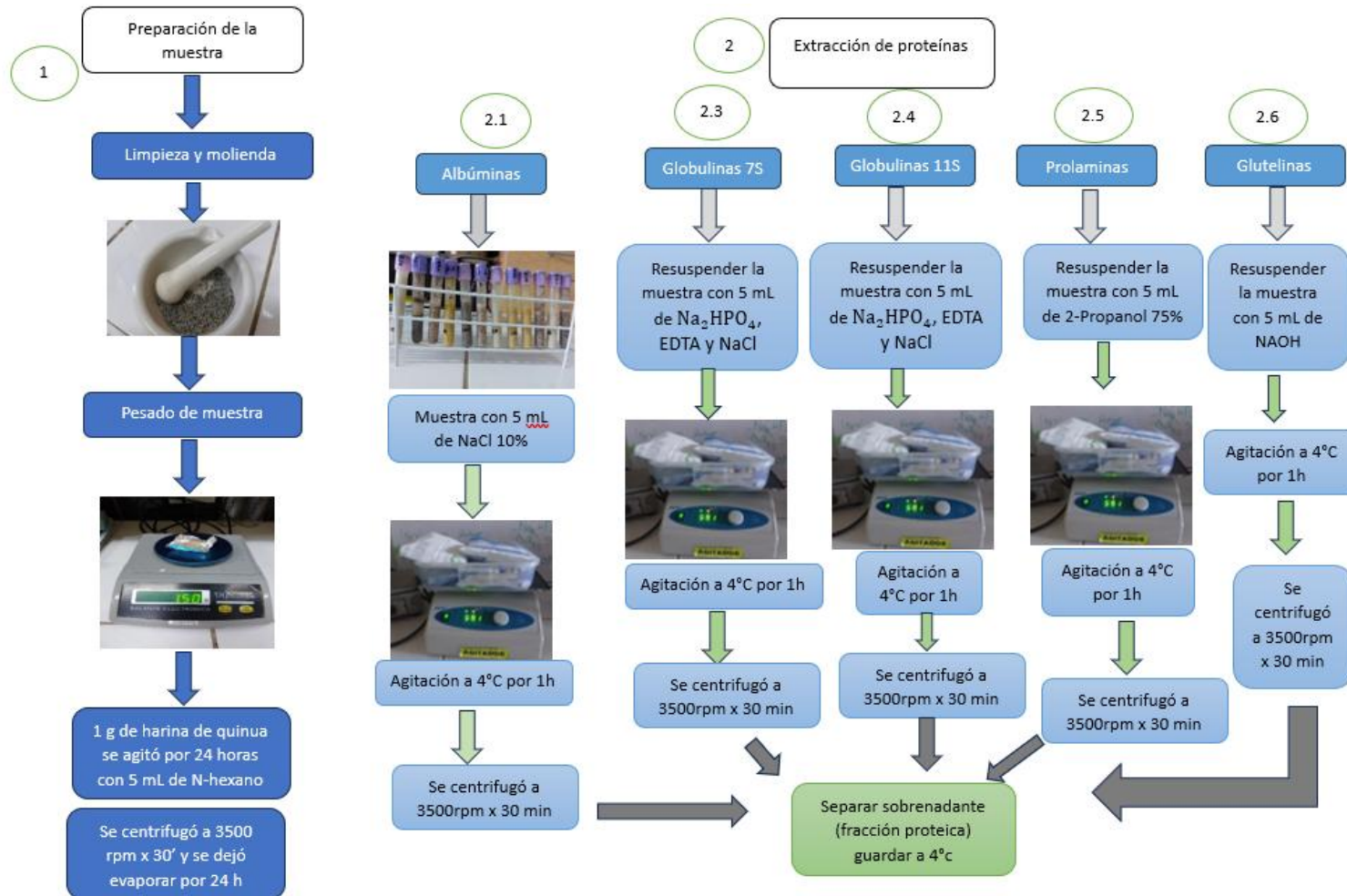
Cultivar - Procedencia	N	Media	Agrupación.
Vilcashuamán - Blanco	3	9.2123	a
Acocro – Rojo	3	9.2123	a
Chiara – Blanco	3	8.9780	ab
Vilcashuamán - Rojo	3	7.9223	b
Acocro – Negro	3	7.9223	b
Chiara – Amarillo	3	7.6617	bc
Acocro - amarillo	3	7.1670	cd
Vilcashuamán - Amarillo	3	7.1150	cd
Chiara - Negro	3	6.9193	d
Chiara – Rojo	3	6.6590	de
Acocro - Blanco	3	6.0987	e
Vilcashuamán – Negro	3	6.0987	e

*Nota.* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes



Contenido de glutelinas según la interacción de la procedencia y el cultivar de quinua. Las barras muestran las medias de la fracción glutelinas para cada combinación de procedencia y el cultivar. Se observa una clara interacción entre ambos factores, evidenciada por diferencias significativas según la prueba de Tukey.

### Anexo 30. Flujoograma de trabajo



**Anexo 31. Matriz de consistencia**

<b>Contenido de proteínas de reserva en cuatro cultivares de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd, Ayacucho-2024</b>					
<b>Problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Marco teórico</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables e indicadores</b>	<b>Metodología</b>
¿Existirá diferencia significativa en cuanto al contenido de proteínas de reserva entre los cuatro cultivares de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd?	<p><b>Objetivo general</b>                      Evaluar el contenido de proteínas de reserva en cuatro cultivares de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd (blanco, amarillo, rojo y negro), Ayacucho 2024.</p> <p><b>Objetivos específicos</b>                      1. Determinar el contenido de albúminas, globulinas 7S y 11S, prolaminas y glutelinas en semillas de quinua blanca, amarilla, roja y negra de los distritos de Acocro, Chiara y Vilcashuamán.                      2. Comparar el contenido de albúminas, globulinas 7S y 11S, prolaminas y glutelinas en semillas quinua blanca, amarilla, roja y negra dentro de cada zona de estudio.                      3. Comparar el contenido de albúminas, globulinas 7S y 11S, prolaminas y glutelinas en semillas quinua blanca, amarilla, roja y negra entre cada zona de estudio.</p>	<p><b>Antecedentes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Internacionales</li> <li>• Nacionales</li> <li>• locales</li> </ul> <p><b>Marco conceptual</b></p> <p><b>Bases teóricas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Chenopodium quinoa</i> Willd</li> <li>• Descripción taxonómica de la quinua</li> <li>• Composición nutricional</li> <li>• Proteínas</li> <li>• Proteínas de reserva</li> <li>• Albuminas</li> <li>• Globulinas</li> <li>• Prolaminas</li> <li>• Glutelinas</li> <li>• Carbohidratos</li> <li>• Lípidos</li> <li>• Vitaminas</li> <li>• Minerales</li> </ul>	Existe una diferencia significativa en el contenido de proteínas de reserva entre los cuatro cultivares de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.	<p><b>Variable 1</b>                      Cultivares de quinua</p> <p><b>Indicadores</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blanca</li> <li>• Amarilla</li> <li>• Roja</li> <li>• Negra</li> </ul> <p><b>Variable 2</b>                      Cuantificación de proteínas de reserva en quinua</p> <p><b>Indicadores</b>                      Concentración de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Albuminas</li> <li>• Globulinas</li> <li>• Prolaminas</li> <li>• Glutelinas</li> </ul>	<p><b>Población</b>                      Semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. de la región Ayacucho</p> <p><b>Muestra</b>                      1 kg de semillas de cuatro cultivares de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd, provenientes de Vilcashuamán, Acocro y Chiara</p> <p><b>Tipo y diseño de investigación</b>                      Básica descriptiva de diseño no experimental.</p> <p><b>Metodología</b>                      Observación                      Cuantificación</p> <p><b>Instrumentos</b>                      Equipos (centrifuga refrigerada, etc.)                      Reactivos.</p> <p><b>Análisis estadístico</b>                      Diseño factorial 4x3 con 3 repeticiones, ANOVA y prueba de Tukey</p>



### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Bach. Edison QUISPE CARRERA

#### RESOLUCIÓN DECANAL N° 456-2025-UNSCH-FCB-D

En la ciudad de Ayacucho, siendo las tres de la tarde del día miércoles diez de diciembre del año dos mil veinticinco; se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, participando como presidente el Dr. Saturnino Martín Tenorio Bautista, Mg. Roxana Karen Carhuaz Condori (miembro- jurado), la Dra. Roberta Brita Anaya González (miembro-asesor), actuando como secretaria docente encargada la Mg. Ana María Cancho Cuba con Memorando N° 297-2025-UNSCH-FCB; para presenciar la sustentación de tesis titulada: Contenido de proteínas de reserva en cuatro cultivares de *Chenopodium quinoa* Willd, Ayacucho-2024, presentado por el **Bach. Edison QUISPE CARRERA**; el presidente luego de verificar la documentación presentada, indicó al secretario docente dar lectura a la documentación generada que refrenda el presente acto académico, luego de ello dispuso el inicio del acto de sustentación, indicando al sustentante que dispone de cuarenta y cinco minutos para exponer su trabajo de investigación tal como establece en el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Culminada la exposición, el presidente invitó a cada uno de los Miembros del Jurado a participar con sus observaciones, sugerencias y preguntas al sustentante. Culminada esta etapa, el presidente invitó al sustentante y al público asistente a abandonar momentáneamente el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga para que los miembros del jurado evaluador puedan realizar las deliberaciones y calificaciones correspondientes; cuyos resultados son los que se consignan a continuación:

Miembros del Jurado Evaluador	Exposición	Respuesta/preguntas	Promedio
Mg. Roxana Karen Carhuaz Condori	17	17	17
Dra. Roberta Brita Anaya González	17	18	18

#### PROMEDIO

**18**

El sustentante alcanzó el promedio de 18 aprobatorio. Acto seguido, el presidente autorizó el ingreso del sustentante y el público al Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga dando a conocer los resultados e indicando que de este modo se da por finalizado el presente acto académico, siendo las cuatro y cincuentaicinco de la tarde del día 10 de diciembre del 2025; firmando al pie del presente en señal de conformidad.

Dr. Saturnino Martín Tenorio Bautista  
Presidente

Mg. Roxana Karen Carhuaz Condori  
Miembro - Jurado

Dra. Roberta Brita Anaya González  
Miembro-Asesora

Mg. Ana María Cancho Cuba  
Secretaría Docente (e)



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

DECANATURA - ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

N° 072-2025-FCB-D

Yo, FIDEL RODOLFO MUJICA LENGUA, Director de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; autoridad encargada de verificar la tesis titulada: **Contenido de proteínas de reserva en cuatro cultivares de *Chenopodium quinoa* Willd, Ayacucho-2024**, por EDISON QUISPE CARRERA; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 12%, grado de coincidencia, menor a lo que determina la ausencia de plagio definido por el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU.

En consecuencia, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Se acompaña el INFORME FINAL DE TURNITIN correspondiente.

Ayacucho, 24 de diciembre del 2025.

  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
Escuela Profesional de Biología  
Dr. Fidel R. Mujica Lengua  
DIRECTOR

# Contenido de proteínas de reserva en cuatro cultivares de *Chenopodium quinoa* Willd, Ayacucho-2024

*por* EDISON QUISPE CARRERA

---

**Fecha de entrega:** 23-dic-2025 11:14a. m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2850907009

**Nombre del archivo:** 1D-\_QUISPE\_CARRERA-\_Edison-\_pregrado-\_2025\_TURNITIN.pdf (596.52K)

**Total de palabras:** 14120

**Total de caracteres:** 75320

# Contenido de proteínas de reserva en cuatro cultivares de Chenopodium quinoa Willd, Ayacucho-2024

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>12%</b>	<b>11%</b>	<b>1%</b>	<b>6%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.unsch.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>2</b>	<b>es.scribd.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorioinstitucional.uson.mx</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>zagan.unizar.es</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>Submitted to Consorcio CIXUG</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>Submitted to Universidad Politécnica de Madrid</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>Submitted to Universidad Internacional Isabel I de Castilla</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>10</b>	<b>repositorio.unajma.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

11	<a href="http://vdocuments.site">vdocuments.site</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="http://repositorio.lamolina.edu.pe">repositorio.lamolina.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
14	<a href="http://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Universidad Nacional Agraria La Molina Trabajo del estudiante	<1 %
16	<a href="http://es.wikipedia.org">es.wikipedia.org</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="http://mentesanaliticas.com">mentesanaliticas.com</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://pesquisa.bvsalud.org">pesquisa.bvsalud.org</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="http://repositorio.uide.edu.ec">repositorio.uide.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
20	<a href="http://repositorio.umsa.bo">repositorio.umsa.bo</a> Fuente de Internet	<1 %
21	<a href="http://webs.ucm.es">webs.ucm.es</a> Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 30 words

Excluir bibliografía

Activo