

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y  
COMERCIALIZACIÓN AGROPECUARIA**



**TESIS DE GRADO**

**“EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y EL VALOR  
NUTRICIONAL DEL GRANO EN CINCO VARIETADES DE QUINUA  
(*Chenopodium quinoa* Willd.) EN LA ESTACION EXPERIMENTAL DE  
CHOQUENAIRA”**

**ABIGAIL ALBA MENDOZA CONDORI**

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2019**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y**  
**COMERCIALIZACIÓN AGROPECUARIA**

**“EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y EL VALOR  
NUTRICIONAL DEL GRANO EN CINCO VARIEDADES DE QUINUA  
(*Chenopodium quinoa* Willd.) EN LA ESTACION EXPERIMENTAL DE  
CHOQUENAIRA”**

*Tesis de Grado Presentada como requisito Parcial  
para optar el título de Ingeniero en  
Producción y Comercialización Agropecuaria*

**ABIGAIL ALBA MENDOZA CONDORI**

**Tutor:**

*Ph. D. Félix Mamani Reynoso* .....

**Tribunal examinador:**

*M.Sc. Gloria Cristal Taboada Belmonte* .....

*M.Sc. Brigido Moises Quiroga Sossa* .....

*Ing. Paola Ximena Alave Valenzuela* .....

**APROBADA**

**Presidente Tribunal Examinador:** .....

**LA PAZ - BOLIVIA**

**2019**

## **DEDICATORIA:**

*El presente trabajo está dedicado con mucho cariño primeramente a Dios, a mis padres Felix Mendoza Yujra (+) y Beatriz Condori Calle Vda. de Mendoza, por todo su amor y apoyo incondicional, impulsándome a seguir adelante, para cumplir todas mis metas propuestas. A mis queridos hermanos Ariel, Israel, Yemima por su inmenso cariño, aliento emocional y la picardía de mi hermanita menor Damaris.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por la fortaleza necesaria para culminar con éxito esta meta propuesta.

A mis padres Félix Mendoza Yujra (+) y Beatriz Condori Calle Vda. de Mendoza por su inmenso amor, comprensión y paciencia; por depositar su confianza en mí, durante todos los años de estudio en la Universidad.

De todo corazón a mi tutor, Ph.D. Félix Mamani Reynoso, asesor y orientador, durante la ejecución del trabajo de investigación, por su apoyo incondicional para la realización de este trabajo.

A la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, a los catedráticos por los conocimientos impartidos, que en su labor de enseñanza nos guían y orientan en diferentes etapas del aprendizaje para nuestra formación profesional.

A la Estación Experimental Choquenaira, dependiente de la Facultad Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, por permitirme realizar el trabajo de campo de la tesis en el marco Programa Granos Andinos (PROGRAMO).

Agradezco a la Ing. Paola Alave, M.Sc. Cristal Taboada Belmonte, M.Sc. Moises Quiroga Sossa, miembros del tribunal revisor, por su valioso aporte, observaciones y sugerencias para la presente investigación.

Al Ing. Raul Ochoa Torrez, por su cooperación, y sobre todo su amistad.

A mis queridos amigos (as): Jacqueline Chambi, Marlene Quispe, Silvia Calle, Yhenny Huayta, German Condori, Norma Cruz, Adela Copa, Jonathan Hinojosa, Lizeth Condori, y a todos los que aportaron con su granito de arena.

## CONTENIDO DE LA INVESTIGACIÓN

	Pág.
ÍNDICE GENERAL.....	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	vi
RESUMÉN.....	vii

## INDICE GENERAL

1. INTRODUCCION .....	1
2. OBJETIVOS .....	2
2.1. Objetivo General .....	2
2.2. Objetivos Específico .....	2
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1 Origen de la Quinoa .....	3
3.2. Cultivo de quinua .....	4
3.3 Distribución Geográfica de la Quinoa .....	4
3.4. Clasificación Taxonómica de la Quinoa .....	4
3.6. Adaptabilidad de la quinua.....	7
3.7. Importancia del Cultivo .....	7
3.8. Importancia en la Alimentación .....	8
3.9. Variedades.....	8
3.9.1. Precocidad de la quinua .....	10
3.9.2. Descripción de las quinuas precoces y tardías.....	10
3.10. Cosecha y post cosecha .....	11
3.10.1. Cosecha .....	11
3.10.2. Post cosecha .....	11
3.11. Características físicas de la quinua.....	13
3.12. Características del grano de quinua .....	13
3.12.1. Tamaño del grano.....	15
3.12.2. Calidad del grano.....	15

3.12.3. Calidad comercial del grano .....	15
3.12.4. Peso hectolítrico .....	16
3.13. Rendimiento y componentes del rendimiento .....	17
3.13.1. Rendimiento .....	17
3.13.2. Componentes del rendimiento .....	17
3.13.3. Índice de Panoja .....	18
3.13.4. Peso de 1000 granos.....	18
3.13.5. Producción mundial de quinua .....	19
3.13.5.1. Producción en Bolivia.....	19
3.14.6. Evaluación .....	21
3.14.6.1. Evaluación preliminar.....	22
3.15. Valor Nutritivo .....	22
3.15.1. Proteína.....	24
3.15.1.1. Contenido de proteína.....	24
3.15.2. Minerales.....	25
3.15.2.1. Hierro.....	25
3.15.2.2. Cinc.....	25
3.15.2.3. Magnesio.....	26
3.15.4. Importancia en la alimentación .....	26
4. LOCALIZACIÓN.....	27
4.1. Localización Geográfica.....	27
4.2.1. Topografía.....	29
4.2.2. Clima.....	29
4.2.3. Fisiografía.....	30
4.2.4. Vegetación.....	30
4.2.5. Recursos hídricos.....	30
4.2.6. Suelo.....	31
5. MATERIALES Y METODOS .....	32

5.1. Materiales .....	32
5.1.1. Material de estudio .....	32
5.1.2. Material de campo.....	33
5.1.3. Material de escritorio.....	33
5.1.4. Materiales de Laboratorio.....	33
5.2. Métodos .....	34
5.2.1. Evaluaciones del cultivo.....	34
5.2.2. Muestras de material vegetal.....	34
5.2.3. Análisis estadístico.....	34
5.2.4. Modelo lineal aditivo .....	34
5.3. Variables medidos .....	34
5.3.1. Altura de planta (cm).....	35
5.3.2. Diámetro de panoja (cm).....	35
5.3.3. Longitud de panoja (cm).....	35
5.3.4. Índice de Panoja (%) .....	35
5.3.5. Rendimiento de grano (kg/ha).....	35
5.3.6. Diámetro de grano (mm).....	36
5.3.7. Espesor de grano (mm).....	36
5.3.8. Peso de 1000 granos (g).....	36
5.3.9. Composición química del análisis del valor nutricional.....	36
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
6.1. Altura de planta (cm) .....	37
6.1.1. Análisis de varianza para altura de planta.....	37
6.1.2. Comparación de promedio y prueba de Duncan en altura de planta .....	39
6.2. Diámetro de panoja .....	39
6.2.1. Análisis de varianza para diámetro de panoja.....	39
6.2.2. Comparación de promedio y prueba de Duncan en diámetro de panoja	

.....	40
6.3. Longitud de panoja (cm).....	41
6.3.1. Análisis de varianza para longitud de panoja.....	41
6.3.2. Comparación de promedios y prueba de Duncan en longitud de panoja.....	42
6.4. Índice de Panoja.....	43
6.4.1. Análisis de varianza para índice de panoja.....	43
6.4.2. Comparación de promedio y prueba de Duncan en índice de panoja .	44
6.5. Peso hectolítrico .....	45
6.5.1. Análisis de varianza para peso hectolitrico.....	45
6.5.2. Comparación de promedio y prueba de Duncan en peso hectolitrico .	46
6.6. Diámetro de grano .....	47
6.6.1. Análisis de varianza para diametro de grano.....	47
6.6.2. Comparación de promedio y prueba de Duncan en diámetro de grano	48
6.7. Espesor del grano .....	49
6.7.1. Análisis de varianza para peso hectolitrico.....	49
6.7.2. Comparación de promedio y prueba de Duncan en peso hectolitrico..	50
6.8. Peso de 1000 granos .....	53
6.8.1. Análisis de varianza para peso de 1000 granos.....	51
6.8.2. Comparación de promedio y prueba de Duncan en peso hectolitrico..	52
6.9. Rendimiento de grano .....	53
6.9.1. Análisis de varianza para peso de 1000 granos.....	53
6.9.2. Comparación de promedio y prueba de Duncan en peso hectolitrico...	53
6.10. Analisis proximal .....	53
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	58
7.1. Conclusiones.....	60
7.2. Recomendaciones .....	59



## INDICE DE FIGURAS

	<b>Pag.</b>
<b>Figura 1.</b> Estructura automatica del grano de quinua .....	15
<b>Figura 2.</b> Localizacion geografica del experimento .....	30
<b>Figura 3.</b> Comparacion de altura de planta (cm) de cinco variedades de quinua..	42
<b>Figura 4.</b> Comparacion de diametro de panoja (mm) de cinco variedades de quinua .....	44
<b>Figura 5.</b> Comparacion de longitud de panoja (cm) de cinco variedades de quinua .....	46
<b>Figura 6.</b> Comparacion de indice de panoja (%)de cinco variedades de quinua...	48
<b>Figura 7.</b> Comparacion de peso hectolitrico (kg/hl) de cinco variedades de quinua .....	50
<b>Figura 8.</b> Comparacion de diametro de grano (mm) de cinco variedades de quinua .....	52
<b>Figura 9.</b> Comparacion de peso de 1000 granos (g) de cinco variedades de quinua .....	56
<b>Figura 10.</b> Comparacion de rendimiento de grano (g/pta)por planta de cinco variedades.....	58

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Determinación de la clase de los granos de quinua en función a su diámetro promedio .....	16
<b>Cuadro 2.</b> Contenido nutricional de la quinua y en alimentos seleccionados contenidos en 100 g.....	23
<b>Cuadro 3.</b> Comparacion nutricional de la quinua con otros cereales .....	23
<b>Cuadro 4.</b> Composicion nutritiva del grano de quinua.....	23
<b>Cuadro 5.</b> Composicion nutritiva del grano de quinua.....	24
<b>Cuadro 6.</b> Análisis de varianza para altura de planta de cinco variedades.....	40
<b>Cuadro 7.</b> Análisis de varianza para diámetro de panoja de cinco variedades.....	39
<b>Cuadro 8.</b> Análisis de varianza para longitud de panoja de cinco variedades.....	45
<b>Cuadro 9.</b> Análisis de varianza para índice de panoja en cinco variedades.....	47
<b>Cuadro 10.</b> Análisis de varianza para peso hectolitrico de cinco variedades.....	45
<b>Cuadro 11.</b> Análisis de varianza para diámetro de grano de cinco variedades .....	51
<b>Cuadro 12.</b> Análisis de varianza para espesor de grano de cinco variedades .....	49
<b>Cuadro 13.</b> Comparacion del espesor de grano en cinco variedades .....	49
<b>Cuadro 14.</b> Análisis de varianza para peso de 1000 granos de cinco variedades.	55
<b>Cuadro 15.</b> Análisis de varianza para rendimiento de grano por planta de cinco Variedades.....	57
<b>Cuadro 16.</b> Analisis de laboratorio de los valores nutricionales en cinco variedades de quinua.....	59
<b>Cuadro 16.</b> Análisis de valores nutricionales.....	59

## RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en predios de la Estación Experimental de Choquenaira, Municipio de Viacha, Universidad Mayor de San Andrés geográficamente ubicado en los paralelos 16°42'5" de latitud Sur y 68°15'15" de longitud Oeste y una altitud de 3870 m.s.n.m.

Se evaluaron cinco variedades en la cosecha y post cosecha bajo el modelo estadístico del diseño completo al azar.(DCA). Las variables agronómicas estudiadas fueron: altura de planta, diámetro de panoja, longitud de panoja, índice de panoja, rendimiento de grano, peso hectolitrico, evaluación de las características físicas del grano diámetro de grano espesor del grano, peso de 1000 granos y el análisis de valor nutritivo.

Los resultados para las variables agronómicas muestran diferencias significativas en altura de planta sobresaliendo la variedad Surumi con una altura de 120,04 cm, en diámetro de panoja la variedad Kurmi con 7,50 cm, en longitud de panoja la variedad Kurmi con 31,43 cm, en índice de cosecha la variedad Huganda con 66,0 %; para peso hectolitrito en el grano muestra un dato superior la variedad Inacamaya con un 7,0 kg/hl y en rendimiento la variedad Inacamaya con un 2629,2 kg/ha.

Las características del grano nos muestran diferencias significativas en Diámetro de grano sobresaliendo la variedad Surumi con un 2,42 mm, en el espesor del grano no hay diferencias significativas ya que en promedios todas las variedades formaron similar espesor de grano.

La quinua es una especie importante en la alimentación por su valor nutritivo en proteínas y minerales, en la investigación que se realizó se obtuvo los resultados en proteína (12,71%), seguidamente de minerales como el Hierro (6,29 mg/100g), Zinc (4,95 mg/100g), Magnesio (221,86mg/100g).

## 1. INTRODUCCION

La Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un grano andino que sirve de alimento desde épocas prehispánicas debido a su elevado valor nutritivo en cuanto a proteínas, Vitaminas y minerales (PROINPA, 2003). Actualmente es uno de los principales cultivos que generan ingresos económicos a familias de agricultores en el Altiplano Boliviano, llegando a superar precios por tonelada de hasta cinco veces más que la soya en mercados de Europa y Estados Unidos, sobre todo si su producción fue orgánica

Tiene importancia, la semilla producida en su categoría certificada frente y artesanal tiene una mejor en cuanto su precio cada vez más elevado; actualmente, el mercado no diferencia variedades por su calidad intrínseca. Sino diferencia en base a dos criterios como el tamaño y color.

Es un cultivo milenario de la zona alto Andino, su rusticidad como cultivo hace que sea tolerante a factores adversos donde la precipitación es irregular, los suelos son baja fertilidad y heladas frecuentes la mayor parte del año.

En Bolivia así como el mercado internacional, el cultivo de quinua ha tomado bastante importancia debido a su alto valor nutritivo para la alimentación de los seres humanos, las mayores superficies cultivadas de quinua comprenden los departamentos de La Paz, Oruro y Potosí.

La calidad de grano por las bondades que tiene es necesario promoverla y potencializarla dentro la economía familiar en sectores donde los factores climáticos (helada y granizo) son adversos. Debiendo recalcar que la producción de quinua es considerada la más importante en la dieta alimentaria, en comparación a otros cultivos.

El presente trabajo de investigación tiene como propósito evaluar las características físicas, del grano y evaluación preliminarmente de cinco variedades de quinua con el fin de evaluar el rendimiento para una comparación de las mejores variedades que sirvan

de base para futuros trabajos de investigación que vayan en beneficio de los productores.

Tiene como propósito comparar el valor nutritivo de proteína y minerales, esencialmente (hierro, zinc, magnesio) en granos de quinua en cinco variedades

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo General**

Evaluar las características físicas del grano y el valor nutricional en cinco variedades de quinua (*Chenopodium quinoa willd.*) en la Estación Experimental de Choquenaira.

### **2.2. Objetivos Específico**

- ✓ Evaluar las características físicas del grano de cinco variedades de quinua.
- ✓ Analizar el rendimiento de cinco variedades de quinua.
- ✓ Comparar el valor nutritivo de Fe, Zn, Mg y proteína de cinco variedades de quinua.

### 3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Origen de la Quinoa

El cultivo de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) se remonta a épocas prehispánicas 500 años a.C., donde las culturas existentes cultivaban la quinoa en las laderas de las serranías aledañas a los salares de Uyuni y Coipasa. Fue el principal alimento de culturas bolivianas y actualmente es el alimento de mucho valor para el mundo entero, por su valioso aporte en proteínas, vitaminas, minerales y el balance existente entre estos (PROINPA, 2003).

La zona andina comprende uno de los ocho mayores centros de domesticación de plantas cultivadas del mundo, dando origen a uno de los sistemas agrícolas más sostenibles y con una mayor diversidad genética del mundo. La quinoa fue cultivada y utilizada por las civilizaciones prehispánicas y reemplazada por los cereales a la llegada de los españoles, a pesar de constituir un alimento básico de la población (Mujica *et al.* 2004).

La quinoa es un grano nativo de los Andes, por ende las condiciones agrícolas y del cultivo son las óptimas en las regiones del altiplano y los valles altos de país. Es un cultivo con altos rendimientos en lugares áridos y semiáridos. Los precios pagados en mercados europeos y estadounidenses por tonelada métrica de quinoa orgánica son elevados, hasta cinco veces más que el precio internacional de la soya (Infoagro. 2002).

Este grano es el único alimento vegetal que provee aminoácidos esenciales para la vida del ser humano y en valores cercanos a los establecidos por la FAO, lo cual hace que la proteína de la quinoa sea de excelente calidad, sus características nutritivas hacen que se equipare a la leche. Aunque el ser humano no puede sobrevivir con un solo alimento, afirma que si tuviera que depender de un solo alimento para sobrevivir, la mejor opción sería sin lugar a dudas la quinoa (Infoagro, 2002).

### **3.2. Cultivo de quinua**

La quinua es una planta anual que puede medir de 1m a 3,5 m de altura, según ecotipos, razas y el medio ecológico donde se cultiven, en la ramificación se puede encontrar plantas con un solo tallo principal y otras con ramas laterales muy cortas. (La FAO, 1990).

La quinua es un cultivo milenario de mayor importancia de las zonas altas de Bolivia. La quinua produce granos con alto contenido proteico y aminoácidos esenciales. Por otro lado su rusticidad como cultivo hace que sea altamente tolerante a factores adversos y agroecológicamente adaptado en las zonas altas y áridas de los Andes (Bonifacio, 2012).

### **3.3 Distribución Geográfica de la Quinua**

Geográficamente la quinua se distribuye en los países de Perú, Bolivia, Colombia, Ecuador, Chile y Argentina en la cual se han encontrado una gran diferenciación entre ecotipos tanto en el altiplano y en los valles, también se encontró quinua en Concepción, Chile a 37 °S, al nivel del mar donde puede ser considerada como un grupo espacial adaptado a fotoperiodos más largos (Tapia et al. 1979).

En el caso particular de Bolivia, al estudiar la variabilidad genética de la colección de germoplasma de quinua, ha determinado seis subcentros de diversidad, cuatro de ellos ubicados en el altiplano de La Paz, Oruro y Potosí que albergan la mayor diversidad genética y dos en los valles interandinos de Cochabamba, Chuquisaca y Potosí (Rojas 2003).

### **3.4. Clasificación Taxonómica de la Quinua**

La FAO (2001), Realiza la clasificación taxonómica de la quinua de la siguiente manera:

- Reino: Vegetal
- División: Fanerogamas
- Clase: Dicotiledoneas
- Sub Clase: Angiospermas
- Orden: Centrospermales
- Familia: Chenopodiaceas
- Género: Chenopodium
- Especie: Chenopodium quinoa Willdenow

### 3.5. MORFOLÓGIA DE LA QUINUA

La quinua es una planta herbácea, debido a su alto contenido de almidón, Botánicamente no pertenece a los cereales como el trigo, maíz, arroz. La quinua, es un grano de color blanco, rojo o negro con un alto contenido de proteína (FAO, 2001).

El estudio de la morfología de la quinua tiene especial importancia para la identificación de las razas dentro de la especie *chenopodium quinoa* Willd y las variedades dentro de las primeras. Igualmente tiene importancia para el productor, el comprador y el industrial en la identificación de las diferentes variedades en el mercado a partir del grano (Tapia, 1979).

La raíz es pivotante y vigorosa, su profundidad guarda estrecha relación con la altura de la planta. A partir del cuello, empieza a ramificarse en raíces secundarias, terciarias, etc. De las cuales salen las raicillas que también se ramifican en varias partes (Tapia, 1979).

El tallo es cilíndrico a la altura del cuello de la planta, el color del tallo puede ser verde, con axilas coloreadas, con rayas coloreadas o purpuras y de color rojo en toda su extensión dependiendo de la variedad (Espindola, 1981 citado por Quino, 2000).



Tiene un hábito de crecimiento que puede ser sencillo y ramificado. Algunas plantas de hábito sencillo, cuando disponen de suficiente espacio para desarrollarse, tienden a ramificarse desde el suelo. En las siembras comerciales a chorro continuo, las plantas tienden a mostrar un tallo único por quedar suficientemente tupidas (Tapia, 1979).

Las hojas son simples, alternas y poseen peciolo largo y acanalado, la forma de la hoja varia, en la parte inferior son grandes, romboidales, y triangulares y en la superior pequeñas y lanceoladas, están cubiertas por cristales de oxalato de calcio, de colores rojo , púrpura o cristalino, tanto en el haz como en el envés, presentando bordes dentados, aserrados o lisos, la coloración de la hoja es muy variable del verde al rojo con diferentes tonalidades presenta nervaduras muy pronunciadas y fácilmente visibles (FAO,2001).

El color de la planta joven esta dado solamente por la hoja; el de la planta adulta, por las hojas, el tallo y la panoja .Los colores básicos son rojo, púrpura y verde (Tapia, 1979).

La panoja puede ser laxa o compacta. Es laxa cuando la panoja es grande y ancha y de poco rendimiento; es compacta cuando la panoja es pequeña y apretada de granos .La panoja puede ser glumerolada o Amarantiforme, es glomerulada cuando los glomérulos que forman la panoja son más o menos redondeados; es Amarantiforme cuando los glomérulos son muy alargados en forma de un dedo (Espindola, 1981 citado por Quino, 2000).

El fruto es un aquenio cubierto por el perigonio, del que se desprende con facilidad al frotarlo cuando está seco. El color del fruto está dado por el perigonio y se asocia directamente con el de la planta. En el estado maduro el perigonio tiene forma estrella (Gandarillas ,1982 citado por Morales ,2000).

La semilla está envuelta por un episperma compuesta por cuatro capas: una primera capa externa que determina el color de la semilla y que contiene la saponina, una

segunda capa que difiere de la primera y se observa cuando la primera capa es traslúcida, una tercera capa que es una membrana delgada, opaca, de color amarillo y la cuarta capa es traslúcida, formada por una sola hilera de células (Tapia, 1990).

### **3.6. Adaptabilidad de la quinua**

Esta especie es extraordinariamente resistente a condiciones ambientales adversas. La planta se adapta bien a suelos pobres en nutrientes y a condiciones climáticas desfavorables. Además, posee mecanismos de escape y tolerancia a heladas, sequías y suelos salinos, es resistente a la sequía pudiendo desarrollarse en zonas cuyo rango de precipitaciones anuales se encuentre entre los 200-400 mm. (Muñoz *et al.*, 2002).

La variabilidad genética de la quinua permite adaptarse a diversos ambientes ecológicos valles interandinos, Altiplano, Yungas, salares, nivel del mar, donde se presenta diferentes condiciones de humedad relativa, el cual evidencia su potencial de cultivo en otros lugares del mundo, así como su adaptación al cambio climático. (FAO, 2013).

### **3.7. Importancia del Cultivo**

(Espindola, 1986, Jacobsen y Mújica, 1999) Los grandes conglomerados humanos asentados a lo largo de la Cordillera de los Andes valoran su importancia del cultivo de quinua por tres razones:

- a)** Rusticidad del cultivo el cual es posible cultivarla en terrenos no aptos para otros cultivos, además que no requiere de sofisticada tecnología para siembra, cuidados culturales y cosecha.
- b)** Tiene la capacidad de resistir y tolerar las condiciones climáticas como ser las sequías, heladas, suelos salinos, radiaciones solares intensas, temperaturas altas y bajas.
- c)** El alto valor nutritivo dado su alto contenido de proteínas de origen vegetal y carbohidratos, lo hace un alimento valioso para el ser humano.

Los granos andinos como la quinua *Chenopodium quinoa* Willd., la cañahua *Chenopodium pallidicaule* Aellen, y el amaranto o kiwicha *Amaranthus caudatus* L. se destacan por sus características intrínsecas, entre ellas tenemos:

- ✓ **Variabilidad genética:** Precocidad, color, tamaño de planta, tamaño de grano, hábito de crecimiento, resistencia a factores adversos y rendimientos.
- ✓ **Adaptabilidad a condiciones adversas de la región andina:** Altiplano, salares, valles, nivel del mar; donde se constituyen en cultivos estratégicos como fuente de productos alimenticios.
- ✓ **Calidad nutritiva:** Representada básicamente por la presencia de aminoácidos esenciales tanto por calidad como por cantidad.
- ✓ **Usos diversificados en la preparación de alimentos:** Tradicionales y nuevos, en la preparación de recetas para uso en la medicina tradicional, usos en las festividades y rituales, usos agroindustriales (Gandarillas, 2001).

### 3.8. Importancia en la Alimentación

La importancia de la quinua radica en la seguridad alimentaria que ofrece su producción, satisfaciendo las necesidades alimentarias básicas del poblador de esta región, además de constituirse en un producto que genera ingresos económicos por la venta de sus excedentes. La quinua antiguamente fue uno de los alimentos consumidos casi diariamente por los pobladores andinos en diferentes formas como ser pito, kispina, peske, phisara, sopas y otros pero actualmente ya no se consume (Saravia y Aroni, 2001).

### 3.9. Variedades

Los objetivos del mejoramiento están orientados a la obtención de variedades mejoradas de un mayor rendimiento, una mejor calidad comercial del producto, resistencia a factores adversos de tipo biótico y abiótico. La precocidad, en las zonas del altiplano se prefiere variedades precoces y para los valles húmedos variedades de

ciclo largo o tardíos. La precocidad es un carácter que habilita a la variedad a escapar del efecto adverso de heladas y sequías, por eso, en el altiplano se da énfasis a la precocidad porque permite asegurar una cosecha, aunque los rendimientos en variedades precoces no son altos (Mujica et al., 2004).

Actualmente existe gran cantidad de variedades y cultivares utilizados comercialmente en la producción de quinua (Mujica *et al.*, 2004). Entre estas se tiene principalmente de Perú, Bolivia, Ecuador, Argentina, Colombia, etc. En Bolivia se tiene entre otros a: Sajama, Sayaña, Chucapaca, Camiri, Huaranga, Ratuqui, Samaranti, Robura, Real, Toledo, Pandela, Utusaya, Mañiqueña, Señora, Achachino, Limeña, etc.(Infoagro, 2002).

El Altiplano boliviano clasifica a la quinua de acuerdo a los diferentes aspectos como ser precoz, semiprecoz y tardío, tiene resistencia a heladas, resistencia a sequías, contenido de saponina (dulce, semidulce, amarga), resumiendo su diversidad en cinco categorías básicas como ser:

- a)** Quinua de valles (2000 y 3000 m.s.n.m.) son tardías y de porte alto.
- b)** Quinua de Altiplano (alrededor del lago Titicaca) soportan heladas y relativa escasez de lluvias.
- c)** Quinua de terrenos salinos (llanuras del Altiplano de Bolivia), soportan suelos salinos.
- d)** Quinua del nivel del mar (encontrada en el sur de Chile), son plantas pequeñas, sin ramas y con granos amargos.
- e)** Quinuas sub-tropicales (valles interandinos de Bolivia) presentan granos pequeños blancos o amarillos (Infoagro, 2002).

Bolivia posee el banco de germoplasma de quinua más grande del mundo, destacó el estatal Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), conserva 3.800 accesiones de tipos diferentes de este grano, el cual le sirve para investigaciones destinadas a mejorar genéticamente este grano.

Entre sus accesiones se encuentran granos silvestres, parientes silvestres, cultivadas y una serie de ecotipos. Éstas 3.800 accesiones de tipo de quinua pone a Bolivia como el líder mundial en lo que es germoplasma de quinua (INIAF, 2015).

### **3.9.1. Precocidad de la quinua**

Se refiere a la precocidad al tiempo transcurrido en días, desde la siembra hasta la madurez fisiológica de la planta, en este transcurso de tiempo ocurren los cambios morfológicos pasando de estado vegetativo al reproductivo. La evaluación de materiales genéticos avanzados de quinua para las condiciones adversas del Altiplano Central y Norte (Patacamaya, Belén y Condoriri), establecidos en dos épocas de siembra, constató la existencia de materiales precoces de 124 a 131 días, semiprecoces de 132 a 143 días y las tardías que estarían comprendida entre los 144 y 152 días, deduciéndose que la precocidad es un carácter favorable para las condiciones adversas (Espindola y Bonifacio 1996).

### **3.9.2. Descripción de las quinuas precoces y tardías**

Las variedades precoces nos presentan una opción para el altiplano, por lo que evaluaron 16 líneas, reportando que en condiciones para la localidad de Patacamaya, las líneas más precoces alcanzaron la madurez fisiológica a los 125 días para dos líneas, en cambio para la localidad de Viacha se mostraron como las más precoces alcanzando la madurez fisiológica a los 131 días para cinco líneas. La variación se debe al efecto del medio ambiente. Llegaron a recomendar la evaluación del material genético precoz con el mayor detalle, para determinar el potencial productivo de las líneas (Claure y Bonifacio, 1996).

### **3.10. Cosecha y post cosecha**

#### **3.10.1. Cosecha**

La quinua se cosecha cuando las plantas llegan a su madurez fisiológica según el grado de precocidad en el cual su ciclo generalmente varía de 5 a 8 meses, esta que se distingue por el cambio del color verde a un color amarillo y el grano ofrece resistencia al ser presionado con las uñas (Tapia, 2000).

En esta fase el grano presenta 12% de humedad y la planta con 18%, cuando no se realiza una oportuna cosecha existe alta probabilidad de pérdidas por el desgrane causadas: por el viento, rozamiento entre panojas, en el corte y emparve (Quiroga *et al.*, 2014).

Cuando las plantas están secas y los granos están duros, es decir después de 7 a 9 meses se realiza el corte o siega, de preferencia en horas de la mañana, para evitar caída de granos, posteriormente el emparvado para terminar de secar los granos y por último la trilla en lonas o carpas limpias y luego se procede a golpear para separar los granos de la panoja (Camacho, 2009).

La selección fenotípica no es más que la recolección de plantas de quinua con características sobresalientes como ser tipo de inflorescencia, tamaño y color de granos, que se diferencia de las demás plantas de la misma parcela, trilla en forma separada (Aroni *et al.* 2009).

#### **3.10.2. Post cosecha**

Las plantas cosechadas se emparvan con el objetivo de secar las panojas, existen métodos de emparve como ser: en pequeños montículos en las parcelas en forma lineal con panojas dispuestas a un solo lado o en forma circular, en el Altiplano sur se practica emparvado en arcos en forma de "X" teniendo una mayor aireación, protegiéndolo de

las lluvias retrasadas empleando polietileno para cubrirlos evitando germinación en los granos y putrefacción de la panoja el cual afecta la calidad de grano como semilla (Quiroga *et al.*, 2014).

El venteado y limpieza se realiza con preferencia en horas de la tarde, aprovechado el viento, usando recipientes y lonas limpias. Para el secado se tiende lonas secas y limpias para secar totalmente los granos por 3 a 4 días y el almacenamiento en envases nuevos de polietileno, conservar en lugares apropiados (Camacho, 2009).

La trilla se lo realiza para separar los granos de la panoja en la cual la humedad de grano no debe sobrepasar al 15%, para la trilla tradicional se utiliza un palo para golpear las panojas de esta manera se desprende el grano, aún se practica en producción de quinuas de laderas, la trilla con tractor sobre carpas, se realiza colocando las plantas en dos hileras con las panojas hacia el centro, cuya distancia se adecua al ancho de la trocha del tractor o vehículo, por su parte PROINPA promociona la trilladora tubular, con un rendimiento de 95 kg/ha, obteniendo grano casi limpio evitando el tamizado posterior (Quiroga *et al.*, 2014).

La mayor pérdida de grano se produce en la trilla mecánica con un valor de 1,85%, mientras que en la trilla tradicional se registra una pérdida de 0,71%. Asimismo se observo que, para evitar pérdidas, la quinua debe estar con un porcentaje de humedad del 12% con la velocidad de rotación de un cilindro trillador regulado; caso contrario se obtiene grano con muchas impurezas y se elimina grano juntamente con la broza y el jipi cernido y venteado (Marconi, 2007).

El cernido y venteado es realizado para separar el grano de la broza y el “jipi” que incluye restos de la planta y el perigonio del grano, de una forma tradicional se utiliza zarandas con orificios de 3,5 a 4 mm, el viento puede favorecer esta labor, o ser perjudicial según su intensidad, tradicionalmente se utiliza recipientes dejando caer en chorros dependiendo la dirección del viento, por otra parte la venteadora mecánica accionada anualmente, reduce la dependencia del viento con un rendimiento de 6 qq/ha (Quiroga *et al.*, 2014).

La semilla producida en las diferentes partes de la panoja varía de tamaño, por lo que la semilla obtenida en una misma planta no es uniforme, por esta razón es necesario realizar la selección empleando tamices apropiados para obtener granos grandes con un diámetro igual o mayor a 2,4 mm es indispensable para mejorar la emergencia de las plántulas y la uniformidad de madurez fisiológica en el momento de la cosecha (Aroni et al., 2009).

La diferencia de tamaño en la semilla, trae como consecuencia una germinación desigual, heterogénea en el crecimiento y desarrollo de la planta, como es la floración, madurez fisiológica y cosecha, siendo más notorio en el momento de la cosecha al no existir una maduración uniforme, razón para que los agricultores arranquen la quinua durante la cosecha (PROINPA, 2005).

### **3.11. Características físicas de la quinua**

Las propiedades físicas pueden ser aprovechadas como una guía en el diseño de equipos y métodos para operaciones en la producción de semillas como siembra, cosecha, procesamiento y control. También pueden ser usadas para clasificar forma, tamaño, densidad, etc. (Harmond, 1965)

### **3.12. Características del grano de quinua**

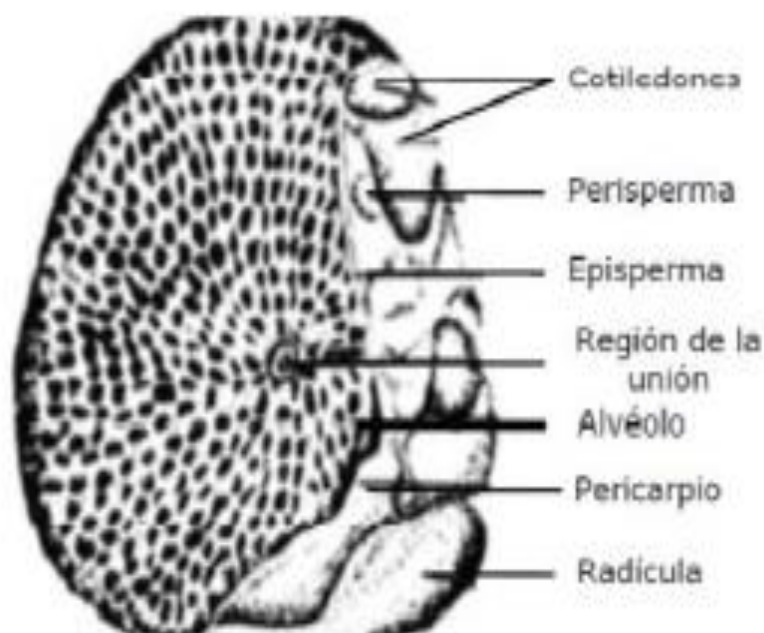
La quinua presenta muchas ventajas a comparación de otros granos, ya que tiene proteínas y aminoácidos esenciales, en el arroz por ejemplo la pérdida de proteínas es mayor perdiendo 17% de proteínas de alta calidad, la quinua al ser beneficiada donde pierde la capa seminal externa compuesta por saponinas, fibra, flavonoides y pobre en cuanto a proteínas, el grano de quinua gana un 6% en proteínas, debido a que en otros granos como el arroz la proteína se encuentra en el exterior del grano (Martínez, 2014).

El contenido de proteína, no depende de la presencia de saponina, por lo cual la posibilidad de obtener un grano de alta proteína es muy similar en quinuas dulces y amargas, entre genotipos ya disponibles (Álvarez, 2011).



En la categoría extra grande se encuentra la 'Quinoa Real', en la cual la característica principal es el tamaño grande de sus granos siendo muy apreciada por el mercado internacional. La Quinoa Real es un producto originario de Bolivia, cuya calidad se debe exclusivamente al medio geográfico en el cual se produce, incluyendo varios factores como naturales y humanos del Altiplano Sur (Rojas y Pinto 2013).

La semilla es el fruto maduro sin el perigonio, (el episperma, se encuentra bajo el pericarpio, cubre al embrión, formado por dos cotiledones y la radícula envuelve al perisperma en forma de anillo. El perisperma, de color blanco, presenta la sustancia de reserva constituido por granos de almidón, el embrión constituye la mayor proporción de la semilla 25%, mientras que en los cereales corresponde solo el 1%; de allí el alto valor nutritivo de la quinoa (Gandarillas, 1982).



**Figura 1** Estructura automática del grano de quinoa (Gandarillas, 1982).

El grano de quinoa tiene casi todos los minerales a nivel superior que los otros cereales, lo más destacable es su alto contenido de hierro con excelente disponibilidad biológica para el ser humano, dos veces más alto que el trigo, tres veces más alto que el arroz y llega casi al nivel de fréjol.(Gonzales y Moya.2004)

### **3.12.1. Tamaño del grano**

Destacan que el tamaño de grano de la quinua o granulometría puede ser determinado mediante filtros, haciendo pasar por mallas de distintos diámetros de entramado a modo de coladores, tamices que separan el grano. Sin embargo, para la medición más exacta se utiliza un granulómetro láser, cuyo rayo difracta las partículas para poder determinar su tamaño (Bonifacio *et al.* 2006).

Los granos medianos de quinua son comprados por algunos intermediarios que acopian el producto para luego venderlo a las agroindustrias que tienen alta demanda del producto 600 toneladas/año quienes transforman en hojuelas, harinas y grano perlado (Aliaga, 2007), por otra parte señalan que el grano de variedades mejoradas y seleccionadas es aceptado en el mercado por ser de tamaño igual o mayor a la quinua real además de tener ventajas frente a otras variedades que son susceptibles al mildiu o que tienen grano pequeño (Bonifacio *et al.* 2013).

### **3.12.2. Calidad del grano**

El tamaño y peso final del grano está determinado por la duración del periodo de llenado, la potencialidad genética de cada variedad y las condiciones ambientales que influyen en la uniformización de los granos. En este sentido plantea la clasificación de la semilla de acuerdo al tamaño como el proceso mediante el cual se consigue cierta uniformidad por las características externas (Rodríguez, 2005).

### **3.12.3. Calidad comercial del grano**

El rango de variación de diámetro del grano en el germoplasma de quinua varía desde 1.03 mm a 2.66 mm, disponiéndose de la variabilidad que podría ser muy bien explotada a través del mejoramiento genético. Las quinuas con granos pequeños proceden principalmente del Altiplano Norte, y también por la mayoría de las accesiones que proceden de los valles interandinos y de nivel de mar, mientras que por

el contrario las accesiones de grano grande tienen como centro de origen a las áreas del intersalar de Uyuni y Coipasa que corresponde al Altiplano Sur de Bolivia (Rojas, 2003).

**Cuadro 1.** Determinación de la clase de los granos de quinua en función a su diámetro promedio

<b>CLASE</b>	<b>TAMAÑO</b>	<b>DIAMETRO(mm)</b>
Especial	Extra grande	Mayores a 2.20
Primera	Grandes	Entre 1.75 a 2.20
Segunda	Medianos	Entre 1.35 a 1.75
Tercera	Pequeños	Menores a 1.35

**FUENTE:** (IBNORCA, 2002).

#### **3.12.4. Peso hectolítrico**

Es el peso de un determinado volumen de semilla el cual se refiere al peso de un hectolitro (100 litros); es una característica que refleja el grado de desarrollo de una semilla; sirve para evaluar la calidad de la semilla y para realizar cálculos de silos y depósitos en general. El peso hectolítrico está influenciado por el tamaño, forma, densidad y el contenido de humedad en cuanto menor es la semilla, mayor será su peso volumétrico. Un lote formado de semillas maduras y bien seleccionadas presenta un peso volumétrico mayor que otro lote con presencia de semillas inmaduras, mal formadas y vacías (Peske, 2004).

(Reynaga et al. 2011) señalan que el peso hectolítrico de los granos de quinua se ve afectado por los siguientes parámetros:

- El Contenido de humedad, hace que los granos se hinchen reduciendo de esta forma la cantidad de granos que puedan entrar dentro de un cilindro ensayo, cuanta más humedad tenga el grano, más bajo será el peso hectolítrico (el agua posee una gravedad específica más baja que la del grano).
- Forma del grano: cuanto más espacio existan entre granos, menor será el peso

hectolítrico.

- Porcentaje de impurezas, muchas impurezas pequeñas livianas disminuyen el peso hectolítrico, dado que estas impiden que los granos sean agrupados en forma compacta.

### **3.13. Rendimiento y componentes del rendimiento**

#### **3.13.1. Rendimiento**

En Bolivia el rendimiento de quinua en la campaña agrícola 2011- 2012 asciende a 595 Kg/ha. En cambio en el departamento de La Paz tiene un volumen de producción de 568 Kg/ha (Vásquez y Gallardo, 2012). El rendimiento promedio de quinua en las zonas que pertenecen las asociaciones varían de 690 a 920 Kg/ha, de las variedades de quinua Real, Sajama, Pasankalla y Chucapaca (Chipana *et al.*, 2013).

El rendimiento se considera desde dos puntos de vista, el biológico que se refiere a la materia seca total producida por la planta y el agronómico que tiene relación con el producto útil que puede ser fresco o seco (Vásquez 1992 y Torres 1989).

El rendimiento de cultivos es producto de la consecuencia de procesos fisiológicos, por lo que se consideran varios los genes que gobiernan dichos procesos y por lo tanto la capacidad de producción de la planta como los genes individuales que afectan a los procesos complejos de rendimiento, no pueden identificarse aisladamente. El rendimiento de un cultivo de grano queda definitivamente establecido y puede ser medido, recién al finalizar el ciclo del cultivo (Apaza, 2000).

#### **3.13.2. Componentes del rendimiento**

El rendimiento es un parámetro determinado por un gran número de caracteres y que en la actualidad se define como el conjunto de estructuras constitutivas de la planta que determinan de forma directa el rendimiento final de un cultivo. Los dos componentes principales del rendimiento son el número de granos por unidad de superficie y el peso

promedio unitario de los granos, el rendimiento de un cultivo puede entonces explicarse como el producto de ambos (Cárcova et al. 2004).

Se define "componentes del rendimiento de un cultivo" a las entidades orgánicas cuantitativas es decir incluyendo descriptores de la población de plantas ya que el rendimiento se refiere a la producción por unidad de superficie, medidas en el momento de la cosecha, y que multiplicadas entre ellas, permiten calcular directamente el valor del rendimiento. En base a este principio general, el rendimiento de un cultivo se puede descomponer de varias maneras, como por ejemplo: Cualquier elemento de la parte derecha de estas relaciones se considera como componente del rendimiento. Caracteres como altura de planta, área foliar, precocidad, diámetro de tallo, se consideran como factores que pueden influir en el rendimiento (Alcón, 2005).

### **3.13.3. Índice de Panoja**

El Índice de panoja (IP) es la razón entre el peso seco, correspondiente a la producción de grano, y el peso total de la parte aérea de la planta (grano más hojas y tallos) al momento de la cosecha (Apaza, 2005).

El índice de panoja (IP) se define como la proporción del peso seco total, varia con el genotipo, el ambiente y la interacción genotipo por ambiente, pero estas variaciones son de menor magnitud, que las experimentadas por la partición de biomasa (Alcón, 2005).

### **3.13.4. Peso de 1000 granos**

Es una característica utilizada para informar el tamaño y el peso de la semilla conociendo el peso de 1000 semillas, y por consiguiente, el número de semillas por kilogramo, facilita determinar el peso de semillas a ser utilizado por área para la siembra (IBTA, 1996).

El grano de cereales está caracterizado por el tamaño y uniformidad; encontrándose para el caso de la quinua la correlación entre el tamaño y el peso de semilla y cuya determinación en 1000 unidades del grano registra una variación entre 2.5 a 4.3 gramos, a diferencia del número de granos, el componente peso de los granos se define en una parte acotada del ciclo (Whali, 1990).

### **3.13.5. Producción mundial de quinua**

Bolivia es el mayor productor de quinua con un 46% de la producción mundial, seguida por Perú con un 42%, Estados Unidos con 6,3% y en cuarto lugar está Canadá con un 3%, se afirma que los dos países donde se produce más quinua en el mundo son Bolivia y Perú. Entre ambos producen el 88% de la producción mundial (IBCE, 2015).

El rendimiento promedio en Perú es de 70 qq/ha, en Bolivia se registró 16,5 qq/ha, ANAPQUI señala que la producción en Bolivia es artesanal, los costos de producción están por encima en comparación con Perú debido al uso de la tecnología, sin embargo, Bolivia tiene la ventaja natural de tener una colección propia de quinua real, producido en el espacio geográfico del intersalar de Coipasa y Uyuni, siendo el primer productor mundial debido a su porcentaje de producción, aunque los rendimientos descendieron a menos de 466 kg/ha.(IBCE, 2015).

#### **3.13.5.1. Producción en Bolivia**

Una mayor producción de quinua proviene de Salinas y otras poblaciones de Oruro, con el 62%, que es destinada para fines comerciales y representa un 85% de los ingresos de los pobladores. (CEPROBOL, 2007).

En 2012 los países líderes a nivel mundial en la exportación de quinua fueron Bolivia y Perú, seguido por Estados Unidos con menor participación, Bolivia concentro el 60% del mercado tanto en volumen como en valor y Perú con más del 20% (Lezcano, 2013).

En cuanto a expansión la superficie cultivada de quinua casi se ha triplicado en el periodo 2006 - 2013, aumentando de 46316 a 131192 ha, proyectándose para el 2014 llegue a 169094 ha (LA RAZÓN, 2014).

De acuerdo a las principales instituciones del país, las diferencias en la superficie cultivada como en los rendimientos y los volúmenes de producción, han ido ascendiendo paulatinamente. Según la Asociación Nacional de Productores de Quinua (ANAPQUI) en el año 2001 se incrementó la superficie cultivable a 45,000 hectáreas, este incremento se debe a la importancia y al consumo del grano de quinua por la población local, al ser considerado como un alimento altamente nutritivo, así también por las exportaciones que se realizan a Europa, Estados Unidos y otros países (Ferrufino, 2003).

#### **3.13.5.2 Zonas de Producción en Bolivia.**

Existen dos zonas de producción del cultivo de la quinua: el altiplano y los valles. El altiplano ha sido dividido en tres zonas ecológicas que son el Altiplano Norte, Central y Sur (Aroni, 1999 y Gandarillas, 2001).

El Altiplano Norte comprende la zona de influencia del lago Titicaca y abarca las provincias Camacho, Los Andes, Omasuyos e Ingavi del departamento de La Paz. En esta zona las unidades productivas son pequeñas y diversificadas con otros cultivos, donde la producción se destina al autoconsumo y al mercado local (Infoquinua, 2008).

El Altiplano Central comprende las provincias Pacajes, Aroma y Villarroel del departamento de La Paz y las provincias Cercado, T. Barrón, Avaroa, Poopó, Carangas, San Pedro de Totora y Pagador del departamento de Oruro. En estas zonas la producción se destina al autoconsumo, mercado local y en menor escala a la exportación. Siendo las provincias Aroma y Gualberto Villarroel, las principales zonas de producción. (Infoquinua, 2008).

El Altiplano Sur comprende las provincias de Ladislao Cabrera y Abaroa, en el departamento de Oruro y las provincias de Quijarro, Daniel Campos, Linares, Nor Lipez y Enrique Valdivieso del departamento de Potosí. Por otro lado se destaca a la región de Salinas de Garci Mendoza, provincia Ladislao Cabrera (Oruro) y en la región de Llica, provincia Daniel Campos (Potosí), como las principales áreas de cultivo de quinua (Infoquinua, 2008).

La zona de los valles comprende los valles Cochabamba, Potosí, Sucre y Tarija. Esta zona tiene poca importancia en la producción de quinua. La quinua Real es producido en los departamentos de Oruro y Potosí, al contorno de los Salares de Uyuni y Coypaza. Y la quinua dulce, en la zona Norte de La Paz, cabeceras de valles de los otros departamentos de Bolivia (Zamudio, 2006).

#### **3.14.6. Evaluación**

Se considera que la evaluación es una actividad complementaria que consiste en describir los atributos cualitativos y cuantitativos de las variedades o accesiones de una misma especie para poder diferenciarlas y determinar su utilidad, estructura, viabilidad genética, relaciones entre ellas y localizar genes que estimulen su uso en la producción o en el mejoramiento de cultivos. La evaluación consiste en describir las características agronómicas de las accesiones o variedades, generalmente cuantitativas, con el fin de identificar materiales adaptables y con genes útiles para la producción de alimentos y el mejoramiento de cultivos (Jaramillo y Baena, 2000).

Es una actividad complementaria a la caracterización y también se realiza sobre una población representativa de la especie mediante descriptores. A diferencia de la caracterización, donde las plantas se siembran una sola vez, para evaluar es necesario sembrar el germoplasma simultáneamente en diferentes ambientes y durante varios años.



### **3.14.6.1. Evaluación preliminar**

La evaluación preliminar, se basa en la evaluación de caracteres tanto fenológicos (germinación, floración, maduración), potencial de rendimiento y la reacción a la presencia de plagas y enfermedades (Querol, 1988).

La evaluación preliminar consiste en registrar un número limitado de características, consideradas importantes por aquellas que van a utilizar en el germoplasma. La evaluación preliminar con fines de mejoramiento estará bajo la responsabilidad del programa de los bancos de germoplasma (Lescano, 1994).

### **3.15. Valor Nutritivo**

El valor nutritivo principal de la quinua está en el alto contenido de proteína que alcanza al 14% la cual se caracteriza por estar formada por aminoácidos esenciales para la alimentación humana. La quinua supera en cinco de los diez aminoácidos contenidos en cuatro de los cereales (trigo, cebada, avena, maíz) más importantes (Gandarillas, 1979).

Desde el punto de vista nutricional y alimentario, la quinua es la fuente natural de proteína vegetal económica y de alto valor nutritivo por la combinación de una mayor proporción de aminoácidos esenciales. El gran tamaño del embrión permite almacenar mayor proteína (Valdivia et al 1997).

La quinua es el alimento de origen vegetal que provee todos los aminoácidos esenciales de valores cercanos a los establecidos por la FAO, lo que confiere la denominación de producto con alto valor biológico (Mújica *et al.*, 2001).

Esta especie constituye uno de los principales componentes de la dieta alimentaria de los pobladores de los Andes, en la cual no tiene colesterol, no forma grasas en el organismo por lo cual no engorda y es de fácil digestión. Desde el punto vista nutricional, es la fuente natural de proteína vegetal económica, de alto valor nutritivo por

la combinación de aminoácidos esenciales, tanto en grano y en harina el cual alcanza 350 Cal/100g, que lo caracteriza como un alimento apropiado para zonas y épocas frías (Apaza, 2005).

La quinua se caracteriza por un alto valor nutritivo debido a su composición, cantidad y calidad de proteína, está compuesto de carbohidratos, vitaminas y minerales (calcio, fósforo, hierro y vitamina C entre otros (Rivera, 2006).

**Cuadro 2. Contenido nutricional de la quinua y en alimentos seleccionados contenido en 100 g**

Valor	Quinua	Trigo	Maiz	Arroz
<b>Proteínas(%)</b>	13.81	11.50	9.20	7.40
<b>Minerales</b> Magnésio(Mg)	204.20	14.70	12.00	15.70
Hierro(Fe)	10.90	3.30	-	2.60
Zinc(Zn)	7.47	4.10	2.50	-

FUENTE: Koziol (1992)

**Cuadro 3 Comparacion nutricional de la quinua con otros cereales**

Valor	Quinua	Trigo	Maíz
<b>Proteínas (%)</b>	16.50	14.30	10.20
<b>Magnésio(Mg)</b>	249.60	169.40	137.10
<b>Hierro(Fe)</b>	13.20	3.80	2.10
<b>Zinc(Zn)</b>	4.40	4.70	2.90

FUENTE:SAITE S.R.L.(2006)

**Cuadro 4.Composición nutritiva del grano de quinua**

Valor	Quinua	Trigo	Maiz	Arroz
<b>Proteínas(%)</b>	13.81	11.50	9.20	7.40
<b>Minerales</b> Magnésio(Mg)	204.20	14.70	12.00	15.70
Hierro(Fe)	10.90	3.30	-	2.60
Zinc(Zn)	7.47	4.10	2.50	-

FUENTE:INLASA (2010)

## Cuadro 5. Composición nutritiva del grano de quinua

Valor Energético	Quinua	
Proteína (%)	12.71	
Minerales(mg/100g)	Magnesio (Mg)	6.29
	Hierro (Fe)	4.95
	Zinc (Zn)	221.86

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del laboratorio SELADIS, 2018

La quinua posee superiores cualidades en cuanto a fibra, hierro y zinc sobre los productos de origen animal, la fibra soluble reduce el colesterol, disminuyendo el riesgo de cáncer y mejorando la asimilación de vitaminas y minerales, el hierro previene la anemia y el zinc mejora el sistema inmunológico (Tapia, 2003).

### 3.15.1. Proteína

Las proteínas son biomoléculas formadas por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, son cadenas de aminoácidos que se pliegan adquiriendo una estructura tridimensional que les permite llevar a cabo miles de funciones. Las proteínas desempeñan un papel fundamental en los seres vivos y son las biomoléculas más versátiles y más diversas (Guillen, 2009).

#### 3.15.1.1. Contenido de proteína %

Este grano contiene proteínas de alto valor nutritivo, que pueden reemplazar a las proteínas de la carne. La quinua es importante no solo por su valor nutritivo, sino porque es un cultivo rústico, que se adapta y tiene buenos rendimientos por encima de los 1000 kg/ha en condiciones muy adversas, por ejemplo cerca del Salar de Uyuni, en áreas desérticas con menos de 150 mm de precipitación al año, salitrosas y por encima de los 3800 msnm, donde existen frecuentes heladas (PROINPA, 2002).

La mayor importancia de la quinua radica en el contenido de aminoácidos que conforman su proteína (lisina y metionina). Los valores nutricionales en 100 gramos de granos de quinua, fluctúan en: humedad 10.2% a 12%, proteínas 12.5% a 14%, grasas

5.1% a 6.4%, cenizas 3.3% a 3.4%, carbohidratos 59.7% a 67.6% y fibra 3.1% a 4.1% (León, 2003).

El grano de quinua contiene de 14 a 20 % de proteínas, grasa 5.7 a 11.3% y fibra 2.7 a 4.2%. Las proteínas en la quinua presentan una proporción de aminoácidos más balanceada que en otros cereales, especialmente en lisina, histidina y metionina, lo que le proporciona una alta calidad biológica (Apaza, 2005).

### **3.15.2. Minerales**

Los minerales son elementos inorgánicos esenciales para el organismo como componentes estructurales y reguladores de los procesos corporales. deben formar parte de la alimentación diaria.(Carbajal, 2017)

#### **3.15.2.1. Hierro (Fe)**

El hierro es un mineral necesario para el crecimiento y el desarrollo del cuerpo. Es el oligoelemento más abundante del organismo, es un componente de la hemoglobina responsable del transporte del oxígeno de los pulmones a las distintas partes del cuerpo. El hierro también es esencial en la elaboración de hormonas y los tejidos conectivos.

Se trata de un mineral que no suele faltar en la dieta al estar en varios alimentos muy comunes, pero su ausencia puede ser peligrosa para la salud y causar anemia (Carbajal, 2017).

#### **3.15.2.2. Cinc (Zn)**

El cinc es un mineral extraordinariamente versátil que forma parte de más 100 enzimas, relacionadas con el crecimiento, la actividad de la vitamina A o la síntesis de enzimas pancreáticos. Virtualmente, todas las células contienen cinc, pero las mayores concentraciones están en el hueso, en la glándula prostática y en los ojos., se encuentra en el tejido muscular, ya que éste representa una parte muy importante de la masa celular (Carbajal, 2017).

Es fundamental para el crecimiento y desarrollo. Es esencial para mantener el sentido del gusto y, por tanto, el apetito, para facilitar la cicatrización de las heridas y para el normal desarrollo del feto, entre otras importantes funciones (Carbajal, 2017).

Se encuentra presente en gran número de alimentos, fundamentalmente asociado con proteínas, siendo las carnes rojas, los pescados, la leche y las leguminosas, buenas fuentes de este elemento (Carbajal, 2017).

### **3.15.2.3. Magnesio (Mg)**

El magnesio es un nutriente que el cuerpo necesita para mantenerse sano. El magnesio es importante para muchos procesos que realiza el cuerpo. Por ejemplo, regula la función de los músculos y el sistema nervioso, los niveles de azúcar en la sangre, y la presión sanguínea (Carbajal, 2017).

El magnesio se encuentra naturalmente presente en muchos alimentos. Por ejemplo: legumbres, nueces, semillas, cereales integrales y hortalizas de hojas verdes (Carbajal, 2017).

Al igual que las vitaminas, algunos minerales son indispensables para un buen funcionamiento del organismo humano y su carencia puede provocar serios problemas de salud. Algunos de los principales minerales que los integran son: calcio, magnesio, sodio, potasio, hierro, cobre, manganeso, cobalto cinc y molibdeno (Yúfera, 1998).

### **3.15.4. Importancia en la alimentación**

La importancia de la quinua radica en la seguridad alimentaria, satisfaciendo las necesidades alimentarias del poblador de la región en la cual es uno de los alimentos consumidos en forma de pito, kispña, peske, etc. (Savia y Aroni 2001).

## 4. LOCALIZACIÓN

### 4.1. Localización Geográfica

El presente estudio se realizó en los predios de la Estación Experimental de Choquenaira, dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), geográficamente está ubicado en el Altiplano Central, Provincia Ingavi del departamento de La Paz, al Sur de la población de Viacha. Aproximadamente a 32 km al Sur - Oeste de la ciudad de La Paz y a 7 km de la población de Viacha, entre los paralelos 16°42'5" de latitud Sur y 68°15'15" de longitud Oeste y una altitud de 3870 m.s.n.m. La temperatura mínima promedio anual es de - 3,4 °C y la máxima promedio anual es de 15,6 °C, la humedad relativa media anual en la zona es de 37,8 %. Las precipitaciones pluviales son estacionales e irregulares en intensidad y periodicidad, en los últimos años las precipitaciones pluviales se concentran en los meses de diciembre a marzo, alcanzando el 72 % de toda la precipitación.



Ubicación geográfica de la provincia Ingavi



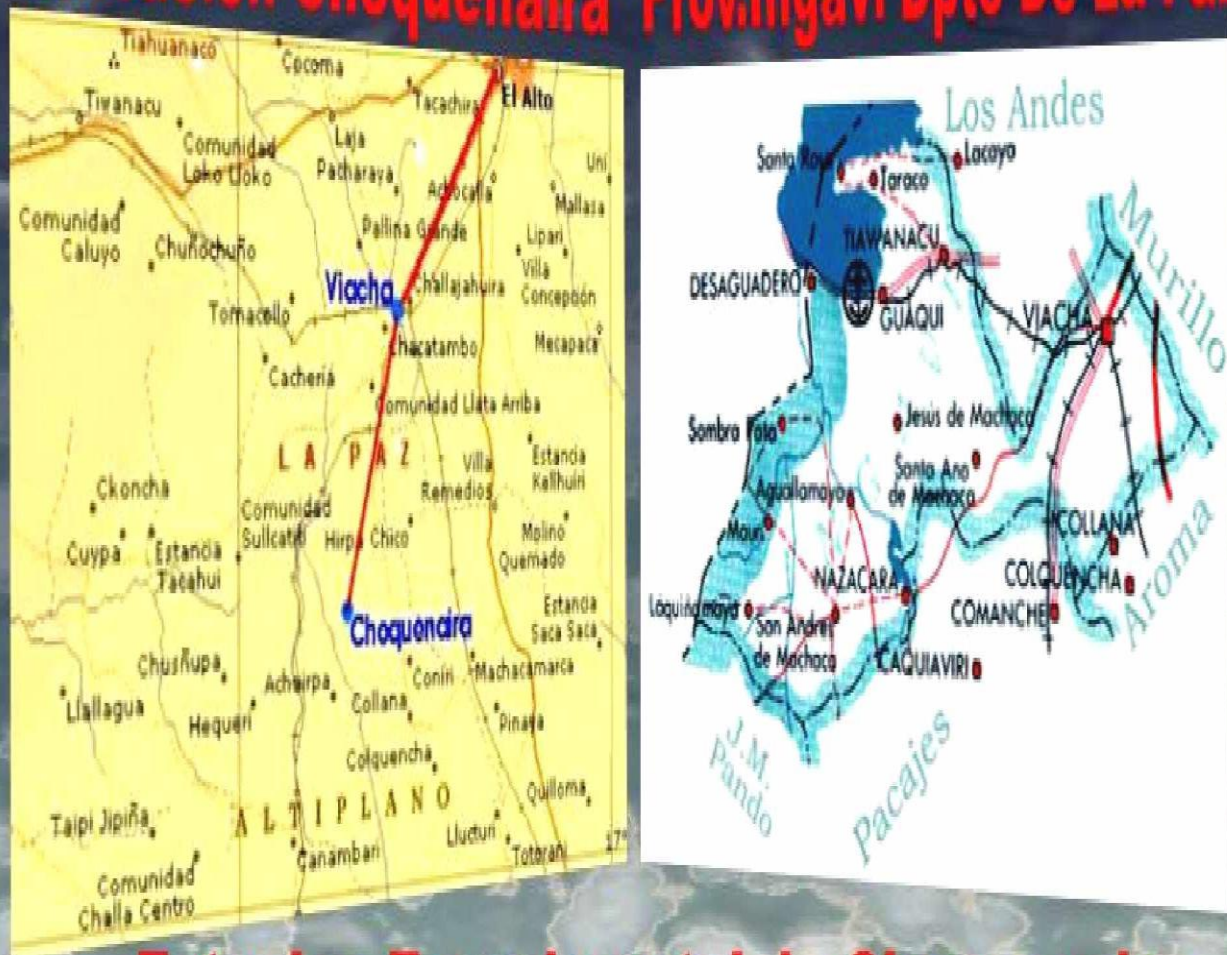
Municipio de Viacha localización de EECH



Área donde se realizó el trabajo de estudio



# Ubicación Choquenaira Prov.Ingavi Dpto De La Paz



## Estacion Experimental de Choquenaira



Figura 2. Localización geográfica del experimento

## **4.2. Características de la zona de estudio**

La localidad de Viacha se encuentra situada en una zona intertropical Sur a 16°30' de latitud. Su clima está fuertemente influenciado por la altura del orden de los 4000 m, factor por el que baja considerablemente las temperaturas. Esta zona climática está enmarcada por la alternancia de una estación seca en invierno y una estación húmeda de cuatro meses en verano.

### **4.2.1. Topografía**

Fisiográficamente, el lugar de estudio corresponde al paisaje planicie. El estudio se llevo a cabo en la cual se puede decir que el lugar de estudio fue plano con una pendiente de 1% de micro relieve liso, ondulación muy ligera, con un drenaje externo moderado y con drenaje interno moderadamente lento; la posición topográfica en la que se encuentran estos suelos, tienen una erosión hídrica ligera y una erosión eólica muy suave (Calisaya, 1994).

La textura del suelo es arcillo-limoso y franco arcillo-limoso, de estructura bloque sub-angular, moderadamente fuerte, de consistencia adherida en mojado, friable en húmedo y ligeramente duro en seco; por su parte el subsuelo presenta consistencia ligeramente adherente en mojado presentando un color pardo a pardo rojizo (Quispe, 1999).

### **4.2.2. Clima**

Clasifica a la zona como clima templado frío. Respecto a los principales indicadores climáticos, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) indica que la zona presenta una precipitación anual de 619 mm, el 80% de la precipitación se concentra entre los meses de noviembre a marzo, la humedad relativa anual es del 57%, una temperatura media anual de 7.1°C y una máxima promedio de 16°C y una mínima promedio de 3°C a 4°C (Holdridge, 1982)



El presente quinquenio alcanzó un promedio de 485 mm, la presencia de heladas en la región es muy frecuente y poca precipitación, originan épocas de sequías prolongadas teniendo como consecuencias una sola producción al año.

#### **4.2.3. Fisiografía**

Los aspectos fisiográficos de la región, están dada aproximadamente en un 21 % por serranías y 79 % de planicies que constituye la cuenca lechera y forrajera, que son aptos para la producción de cultivos agrícolas y crianza de animales mayores y menores; la vegetación corresponde a bosque húmedo montano sub tropical, donde la vegetación primaria dominante de las plantas; las especies más representativas que componen la comunidad son de tipo herbáceo anuales y plurianuales otros de tipo arbustivo.

#### **4.2.4. Vegetación**

El agro-sistema local está compuesto por especies nativas adaptadas a esta región y especies cultivables severamente condicionadas por el régimen hidrológico y la presencia de heladas.

Así mismo existen especies cultivadas como: cebada (*Hordeumvulgare*), papa (*Solanumtuberosum*), haba (*Vicia faba*), avena (*Avena sativa*), trigo (*triticumaestivum*), quinua (*Chenopodiumquinoa*), forrajes y entre especies silvestres esta la gama de especies nativas, está mayormente compuesta por especies, bajo una comunidad de pastizales nativos u otras formaciones arbustivas y arbóreas muy escasas.

#### **4.2.5. Recursos hídricos**

La fuente de agua en la Estación Experimental Choquenaira, es de origen subterráneo y manantiales. En la región misma la napa freática se encuentra por debajo de 40 a 50 cm del nivel del suelo en lugares bajos y este se reduce en épocas de estiaje

permitiendo el afloramiento de sales hacia la superficie, el cual es un factor negativo para la región.

#### **4.2.6. Suelo**

Los suelos de la estación presentan características físico-químicas moderadas a bajas. La fertilidad natural, con bajos contenidos de fósforo (P); altos a muy bajos en potasio (K); el calcio (Ca) en alta proporción en la parte superficial y muy altos en el subyacente, el magnesio (Mg) es bajo en el suelo y subsuelo, la materia orgánica presenta niveles bajos a muy bajos. Considerados aptos para todo tipo de cultivo (Callizaya, 1994)

## 5. MATERIALES Y METODOS

### 5.1. Materiales

#### 5.1.1. Material de estudio

En el presente trabajo de investigación se utilizó cinco variedades de quinua mejoradas provenientes del Banco de Germoplasma de Granos Andinos de la Estación Experimental de Choquenaira Facultad Agronomía UMSA recolectadas de las diferentes comunidades del altiplano de La Paz.

El material vegetal utilizado fue constituido por semillas de cinco variedades de quinua procedentes de los departamentos de La Paz y Oruro.

Inacamaya  
Amarantiforme  
Huganda  
Surumi  
Kurmi

**Surumi:** variedad mejorada, obtenida de la cruce Samaranti x Chiara, liberada en el año 1997. Planta de color púrpura suave a la floración y rosado suave a la madurez, altura de 90 a 130 cm (planta grande); de panoja glomerulada; tamaño de grano seco: mediano (2 mm de diámetro), color de grano beneficiado: blanco con el embrión color crema y libre de saponina (dulce); ciclo productivo de 175 días (semitardío). Rendimiento en cultivo extensivo de 1100 kg/ha cuando esta genéticamente pura, caracterizada por su rápida germinación (PROINPA, 2002). Al respecto IBTA/DNS (1996), mencionan que la variedad es tolerante a heladas y medianamente resistente al mildiu.

**Huganda:** Variedad mejorada, de 100 cm de altura (mediano), con un ciclo vegetativo de 160 días (semi tardío); de panoja glomerulada, de grano grande (>2.5 mm), dulce,

color blanco (después del beneficiado), y con un rendimiento aproximado de 1118 kg/ha (Ramírez, 1995 y Mamani, 2004).

**Kurmi:** Variedad mejorada, obtenida de la cruce de L-57(86) x Amarilla de Marangani de Perú, liberada en el año 2005. Variedad de ciclo tardío (155-165 días), de 100 a 140 cm de altura, planta de color púrpura hasta la floración y amarillo opaco a la madurez, de panoja color púrpura hasta la floración y rosado suave a la madurez de grano grande, color blanco, dulce (saponina ausente); con un rendimiento experimental de 1450 a 1850 kg/ha y comercial de 1200 a 1550 kg/ha. Tolerante a las heladas (-3°C), tolerante al granizo y con alta resistencia al mildiu, creada especialmente para condiciones del altiplano Norte y Central según Bonifacio y Vargas (2005).

#### **5.1.2. Material de Campo**

- Cuaderno de registro
- Cámara fotográfico
- Calculadora
- Flexo
- Calibrador mecánico
- Una Regla de 30 cm

#### **5.1.3. Materiales de escritorio**

- Equipo de computación
- Hojas de cálculo Excel
- Bolígrafos
- Cuaderno de campo
- Hojas de papel bon

#### **5.1.4. Materiales de Laboratorio**

- Balanza analítica
- Vernier (digital)
- Cámara fotográfica

## **5.2. Métodos**

### **5.2.1. Evaluaciones del cultivo**

Se evaluaron las características físicas de 12 plantas de cada variedad de quinua que han sido motivo de estudio.

### **5.2.2. Muestras de Material Vegetal**

Se realizó el muestreo del grano de quinua, las muestras extraídas se colocaron en sobre manila con la identificación respectiva y se envió al laboratorio SELADIS.

### **5.2.3. Análisis estadístico**

Para el análisis de datos del experimento fueron aplicados bajo el modelo estadístico del diseño completamente al azar (DCA).

### **5.2.4. Modelo lineal aditivo**

Los datos obtenidos por cada variable serán analizados a través del análisis de Varianza y descriptiva.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$ : Una observación cualquiera de la variable de respuesta

$\mu$ : Media poblacional

$\tau_i$ : Efecto fijo de la i-esima variedad

$\varepsilon_{ij}$ : Error experimental

## **5.3. Variables medidos**

Para el presente trabajo se identificaron las siguientes variables de respuesta.

### 5.3.1. Altura de Planta (cm)

La altura de planta fue medida utilizando flexómetro, tomando en cuenta la parte inferior desde el suelo hasta la parte superior del tallo principal. Para las evaluaciones fueron marbeteadas (identificadas) 12 plantas en cada unidad experimental por variedad.

### 5.3.2. Diámetro de Panoja (cm)

El tamaño de panoja ha sido medido utilizando vernier digital en la parte medial de la panoja de la quinua. Estas mediciones fueron realizadas durante la fase fenológica de madurez en las variedades de la quinua.

### 5.3.3. Longitud de panoja (cm)

Este dato se tomó de la medición del diámetro de panoja, el cual se realizó desde la base hasta el ápice de la panoja principal, con la ayuda del vernier digital (cm).

### 5.3.4. Índice de Panoja (%)

La proporción del peso y panoja se adopta en conocer la productividad del cultivo, como el índice de panoja (IP) expresada en porcentaje (%). Los cálculos mediante la relación del peso de grano limpio respecto al peso total de la panoja y el producto se ha multiplicado por cien.

$$IP = \frac{\text{Peso de grano limpio (g)}}{\text{Peso de panoja seca área total (g)}} * 100$$

Donde: **IP** = Índice de Panoja (%)

### 5.3.5. Rendimiento de Grano (g/pta)

Para esta variable se muestrearon (12 plantas) de cada variedad para luego realizar el pesaje del grano limpio respecto a la planta cosechada para fines de los cálculos de

rendimiento de grano de cada variedad expresado en gramos por planta (g/pta), para luego determinar los cálculos (kg/ha).

### **5.3.6. Diametro de grano (mm)**

Los granos de quinua fueron medidos utilizando el calibrador digital de precisión para conocer el diametro de grano. Para cada variedad de quinua se repitieron 20 tomas con la finalidad los cálculos estadísticos.

### **5.3.7. Espesor de grano (mm)**

El espesor de grano se realizó utilizando granos de quinua, las medidas se registraron con un calibrador mecánico y se procedió a medir en la parte central los granos de quinua.

### **5.3.8. Peso de 1000 granos**

Se procedió al conteo de 1000 granos de cada variedad de quinua, seguidamente al pesado en una balanza electrónica digital de precisión y los datos se registraron en miligramos (mg).

### **5.3.9. Composición química del análisis del valor nutricional**

Análisis del valor nutricional: Se llevo las muestras de grano de quinua, en 200g para el análisis del valor nutricional en el laboratorio SELADIS para realizar el análisis de :

- Proteína (%)
- Fe (mg/100g)
- Mg (mg/100g)
- Zn (mg/100g)

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables registradas como resultado de la investigación fueron analizadas estadísticamente de acuerdo al modelo estadístico propuesto.

### 6.1. Altura de planta (cm)

#### 6.1.1. Análisis de varianza para altura de la planta

Los resultados del análisis de varianza para la altura de planta, las variedades de quinua (Cuadro 6) indican que existen diferencias significativas entre variedades a un nivel del 5% probabilidad estadístico de la prueba de Rango múltiple de DUNCAN.

**Cuadro 6. Análisis de varianza para altura de planta de cinco variedades**

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>p-valor</b>
<b>VARIEDAD</b>	9175,54	4	2293,89	11,7	0,0001
<b>Error</b>	10781,89	55	196,03		
<b>Total</b>	19957,43	59			
	13,12				

NOTA: **FV** =Fuente de variación      **SC**=Suma de cuadrados      **gl**=grados libertad  
**CM**=Cuadrado medio      **Fc**=Fcalculado      **p-valor**=probabilidad estadístico

#### 6.1.2. Comparación de promedio de altura de planta en las variedades de quinua

La altura de planta de quinua presenta diferencias significativas en las cinco variedades estudiadas, como muestra la Prueba de rango múltiple de Duncan realizada a nivel de 5 % de significancia, mostrando tres grupos diferentes como respuesta de las cinco variedades. Donde la altura de planta estadísticamente superior, correspondió la variedad Surumi logrando una altura de 120,04 cm, en comparación con las demás variedades, en cambio la variedad que registró una menor altura fue la variedad Amarantiforme con un promedio de 83,73 cm, las demás variedades registraron alturas en un rango de 114,19 a 107,54 cm. Estas variaciones probablemente estén



condicionadas por los factores genéticos propios de cada variedad que reaccionan con el medio ambiente.

Los trabajos de Mamani (2009) reporta alturas de la planta de quinua en la variedad Huganda alcanzando 62.50 cm; mientras que en las variedades Jiwaki tiene un promedio de 61.8 cm; las menores altura de la planta de la quinua se registraron en las variedades Toledo y Belén 2000, con un promedio de 60.28cm; y 52.68 cm. Estos resultados fueron debido a que el terreno fue abonado con el estiércol de bovino y ovino en la gestión 2006/2007, lo cual contenía materia orgánica mostrando una inferioridad al trabajo que se realizó actualmente.

En la literatura revisada las variedades precoces y semiprecoces presentan alturas de planta entre 80,0 a 95,0 cm. El primer grupo identificado en el presente estudio con un promedio de 114,9 cm, se encuentra próximo a los rangos reportados en una proporción de 20 % según Vargas, (2007)

Gandarillas y Bonifacio (1991) la altura de planta de quinua es un carácter muy variable donde es posible encontrar variedades altas y de porte bajo según las características propias de las variedades y el lugar donde se desarrolla, variando entre 70,00 a 140,00cm.

Contrariamente, los trabajos de Chungara (2000) reporta alturas inferiores como se menciona a continuación de 70,0 a 87,0 cm sin o con aplicación de riego respectivamente, variedades diferentes a la de presente trabajo. Asimismo otras variedades se encuentran con alturas similares a reportes de anteriores autores.

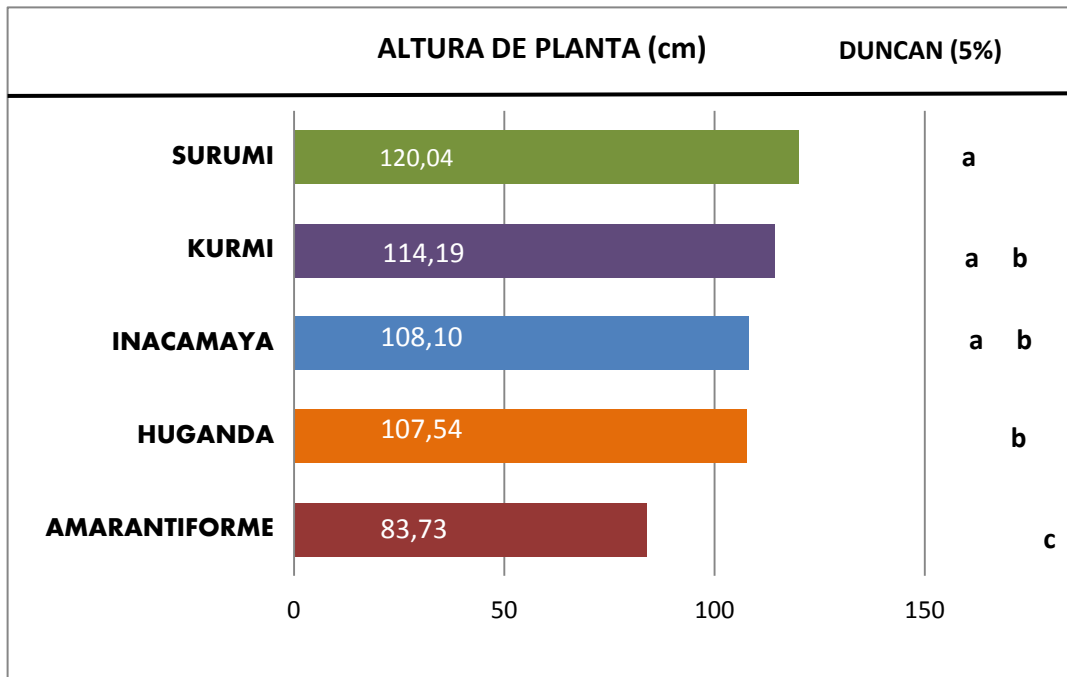


Figura 3. Comparación de Altura de planta (cm) en cinco variedades de quinua

## 6.2. Diámetro de panoja

### 6.2.1. Análisis de varianza para diámetro de panoja

En el (Cuadro 7), el análisis de varianza, para el diámetro de panoja muestra que existen diferencias significativas entre las variedades evaluadas a un nivel del 5 % de probabilidad estadístico de la prueba de rango múltiple de Duncan.

#### Cuadro 7. Análisis de varianza para diámetro de panoja de cinco variedades

FV	SC	gl	CM	Fc	p-valor
<b>VARIEDAD</b>	10,83	4	2,71	4,28	0,0044
<b>Error</b>	34,8	55	0,63		
<b>Total</b>	45,63	59			
<b>CV</b>	11,41				

**NOTA:** FV=Fuente de variación  
 CM=Cuadrado medio  
 SC=Suma de cuadrados  
 Fc=F.calculado  
 gl=grados libertad  
 p-valor=probabilidad estadístico

## **6.2.2. Comparación de promedio en de diámetro de panoja en variedades de quinua**

Los valores de diámetro de panoja fueron evaluadas utilizando la prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia estadística. Los resultados fueron dos grupos diferentes en las cinco variedades de quinua la cual presenta promedios del diámetro de panoja estadísticamente con la Variedad Kurmi, Surumi cuyo diámetro de panoja fueron 7,50 cm, 7,44 cm seguidamente de las variedades Amarantiforme, Huganda, Inacamaya con alturas de 6,79 cm, 6,68 cm, 6,49 cm, mostrando una similitud con los distintos autores. La heterogeneidad entre variedades con respecto al diámetro de panoja posiblemente se deba a la constitución genética que presenta cada variedad.

De manera adicional, en otros trabajos similares, Chambilla (2007) reportó para el diámetro de panoja 3.6, 3.3 y 3.3 cm en las variedades Patacamaya, Chucapaca y Sayaña respectivamente, y Vargas (2006) obtuvo 6.1 y 4.9 cm para las variedades

Se encontró promedio de 17,39 cm de diámetro en las panojas de los cultivares con menor diámetro de panoja fueron los del altiplano por el contrario diámetros mayores fueron registrados en cultivares procedentes del valle Vargas (2013)

En un análisis realizado sobre el estudio de la diversidad genética del germoplasma de quinua de Bolivia, registro un promedio máximo de diámetro de panoja de 6.90 – 1,60 cm con un rango de variación de 2,90 a 1,94 cm entre las diferentes accesiones que formaron las panojas con menor y mayor diámetro los datos registrados en la presente investigación se encuentran en los reportes de Rojas (1998)

Los trabajos de Chambilla (2007), reporta los diámetros de panoja como se anota a continuación en diferentes variedades de quinua en el Altiplano Centro, en cuanto al diámetro de panoja reportó promedios de 3,55 - 3,22 cm, con variedades diferentes en el trabajo de investigación.

Zapana (2010) Determinó parámetros estadísticos descriptivos en cuanto al diámetro de la panoja, registró un promedio de 5,46 cm, con rango mínimo de 3,04 y un máximo de 15,76 cm, los datos reportados concuerdan con el trabajo de investigación.

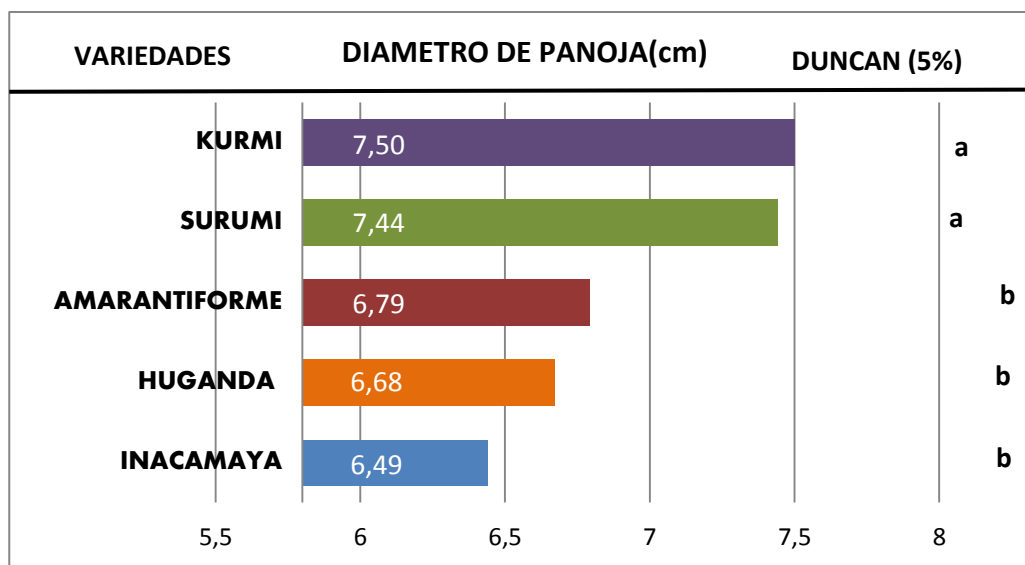


Figura 4. Comparación de Diámetro de panoja (mm) en cinco variedades de quinua

### 6.3. Longitud de panoja (cm)

#### 6.3.1. Análisis de varianza para los datos de Longitud de panoja

El análisis de varianza para la Longitud de panoja en las variedades de quinua (Cuadro 8), como resultado se tiene las diferencias significativas entre variedades a un nivel de del 5 % de probabilidad estadístico de la prueba de rango múltiple de Duncan.

Cuadro 8. Análisis de varianza para Longitud de panoja de cinco variedades

FV	SC	gl	CM	Fc	p-valor
<b>VARIEDAD</b>	847,02	4	211,76	18,44	0,0001
<b>Error</b>	631,59	55	11,48		
<b>Total</b>	1478,61	59			
<b>CV</b>	13,38				

NOTA: FV =Fuente de variación  
CM=Cuadrado medio

SC=Suma de cuadrados  
Fc=F.calculado

gl=grados libertad  
p-valor=probabilidad estadístico

### 6.3.2. Comparación de promedio de Longitud de panoja

Los datos de Longitud de panoja fueron valoradas utilizando el análisis estadístico, de la prueba de rango múltiple de Duncan realizada a nivel de 5% de significancia estadística. Donde presento tres grupos diferentes en las cinco variedades de quinua la cual presenta los promedios de longitud de panoja estadísticamente superior con la Variedad Kurmi, con una longitud de panoja de 31,43 cm sin embargo por último la variedad Inacamaya con 19,78 cm, las variedades Surumi, Amarantiforme y Huganda son similares a las variedades ya mencionadas; inferiores mostrando con los autores mencionados. La variación de la longitud de panoja entre las variedades probablemente se deba a las características genéticas propios de cada genotipo que interactúa con el medioambiente.

La longitud de panoja es uno de los principales componentes, relacionado con el rendimiento en grano de la quinua, a partir de esta variable se puede determinar la productividad de una determinada variedad, los promedios en longitud de panoja registrados en el presente estudio clasifican a las líneas entre grandes a medianas de acuerdo al rango que agrupan la longitud de panoja en pequeñas de 15,00cm, medianas y grandes hasta 70,00 cm. Estos resultados se pueden atribuir al potencial genético de la variedad y las líneas mejoradas, así mismo a las condiciones climáticas del lugar (Bonifacio et al. 2004).

Indica un promedio de 39,48 cm. para cultivares de panojas cortas (altiplano) y 46,67 cm. para cultivares de panojas largas, los datos registrados en la presente investigación se encuentran en los reportes de Vargas, (2013) también los datos son similares a los reportes de Bonifacio, (2004) y los diferentes autores.

Por otro lado, la longitud de panoja es un carácter que está en estrecha relación con la altura de planta (Espindola y Gandarillas, 1986 citado por Riquelme, 1998), esta afirmación se correlaciona con los resultados encontrados en el presente estudio. Con relación a investigaciones similares, Vargas (2006) obtuvo para las variedades

Chucapaca, Jach'a Grano y Patacamaya valores de 23.67, 22.93 y 29.78 cm respectivamente.

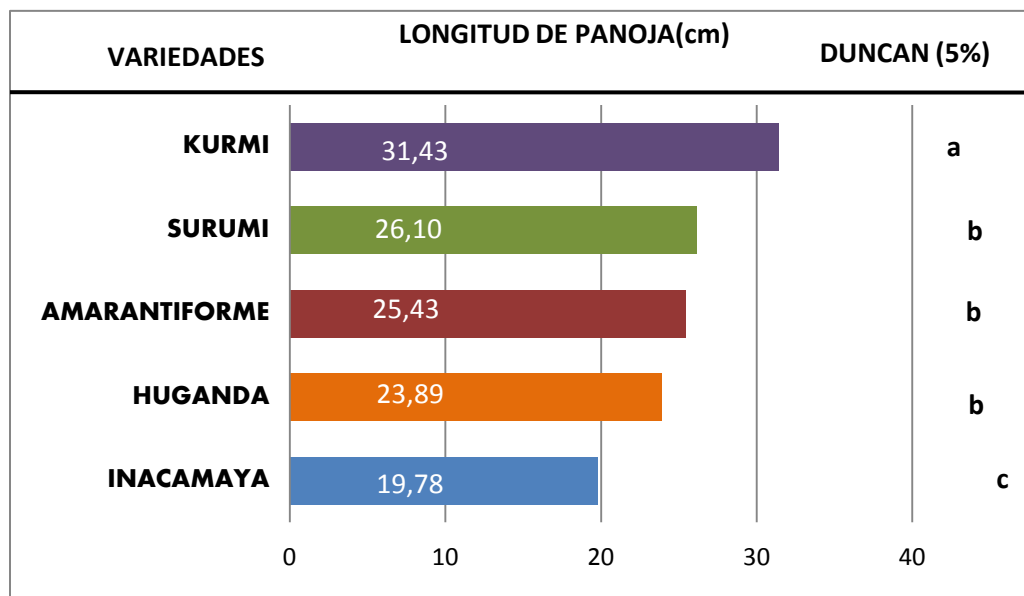


Figura 5. Comparación de Longitud de panoja (cm) en cinco variedades de quinua

## 6.4. Índice de Panoja

### 6.4.1. Análisis de varianza para los datos de índice de panoja

De acuerdo al análisis de varianza para índice de panoja (Cuadro 9), nos permite apreciar que si existen diferencias significativas entre variedades a un nivel de significancia del 5%. El coeficiente de variación de 15,42 % expresa la relación de variación mínima que los datos no difieren en el índice de panoja.

Cuadro 9. Análisis de varianza para índice de panoja en cinco variedades

FV	SC	gl	CM	Fc	p-valor
VARIEDAD	0,29	4	0,07	9,58	0,0001
Error	0,42	55	0,01		
Total	0,71	59			

CV 15,42

NOTA: FV=Fuente de variación  
CM=Cuadrado medio

SC=Suma de cuadrados  
Fc=F.calculado

gl=grados libertad  
p-valor=probabilidad estadístico

#### **6.4.2. Comparación de promedio para el Índice de Panoja**

Los valores de Índice de panoja fueron registradas para el análisis estadístico, mediante la prueba de rango múltiple de Duncan realizada a nivel de 5% de significancia estadística donde presento dos grupos diferentes en las cinco variedades de quinua en la cual se muestra en la Figura 6, donde se puede distinguir las variedades Huganda con 66,00 e Inacamaya con 64,00 son las que obtuvieron mayor índice de panoja y respectivamente; las variedades Surumi; Amarantiforme y Kurmi, con un Índice de cosecha intermedia de 54,00; 51,00 y 48,00 % son intermedias a las variedades ya mencionadas, concuerdan con los reportes de los distintos autores.

En la literatura revisada indica que esta variable se encuentra influenciada por otras características como la duración del ciclo fenológico, arquitectura de planta y el tamaño de grano, reportando rangos superiores en relación a los obtenidos en el presente trabajo que fluctuaron entre 0,06 a 0,87 para accesiones de menor a mayor índice de panoja (Rojas, 1988),

Los datos registrados demuestran que los valores más altos obtenidos en el índice de cosecha, es decir con mayor eficiencia para formar grano en quinua de color café fueron de 0,37 a 0,46; cuanto menor índice de cosecha la planta produce más broza que grano. los datos registrados en la presente investigación se encuentran en los reportes de (Bonifacio y López 2013).

También los datos son similares a los reportes de (Cruz, 2016) mostrándonos promedios de 42,00 – 59,00 sea en condiciones agroecológica diferentes frente a los reportes de los diferentes autores.

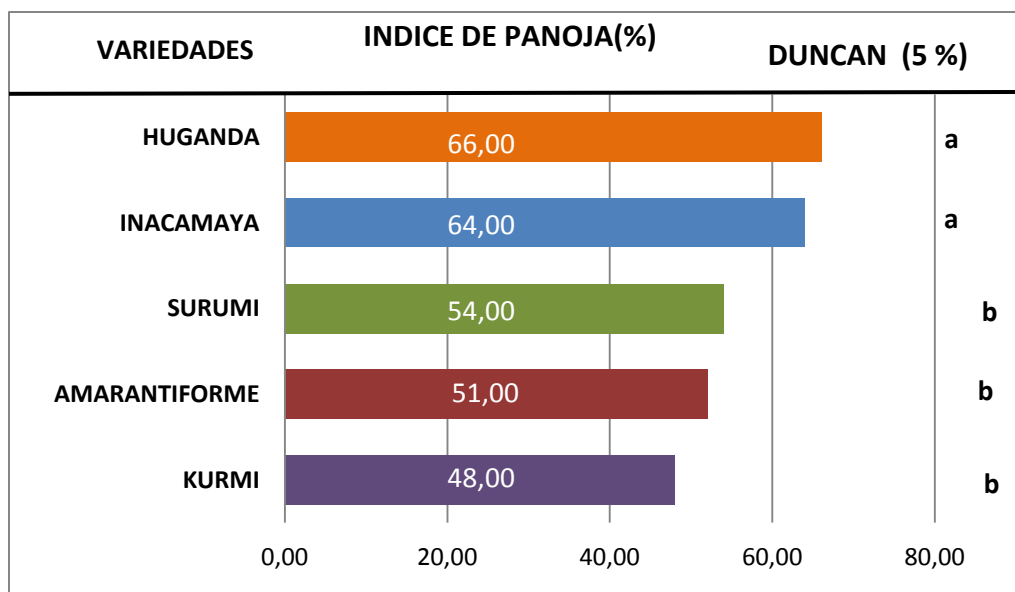


Figura 6. Comparación del Índice de panoja en cinco variedades de quinua

## 6.5. Peso hectolítrico

### 6.5.1. Análisis de varianza para los datos de peso hectolitrico

En el (Cuadro 10) el análisis de varianza para el peso hectolítrico muestra que existe, diferencias entre las variedades evaluadas a un nivel de significancia del 5% de probabilidad estadístico de la prueba de rango, múltiple de Duncan.

Cuadro 10. Análisis de varianza para Peso hectolitrico de cinco variedades

FV	SC	gl	CM	Fc	p-valor
VARIEDAD	0,05	4	0,01		0,0001
Error	0,07	55	1,30		
Total	0,12	59			
<b>CV</b>	<b>5,47</b>				

NOTA: FV =Fuente de variación      SC=Suma de cuadrados      gl=grados libertad  
 CM=Cuadrado medio      Fc=F. calculado      p-valor=probabilidad estadístico



### **6.5.2. Comparación de medias para Peso hectolítrico de grano.**

El peso hectolitrico fue registrado para el análisis estadístico, mediante la prueba de rango múltiple de Duncan realizada a nivel de 5% de significancia estadística donde presento grupos diferentes en las cinco variedades de quinua la cual presenta las medias del Peso hectolitrico estadísticamente superior correspondió a la variedad Inacamaya con 7,0 kg/hl; seguidamente de las variedades Huganda, Amarantiforme, Surumi (6,8; 6,5; 6,3 kg/hl), sin embargo por último la variedad Kurmi que obtuvo un menor peso hectolitrico con un (6,2 kg/hl). Lo cual nos indica que el carácter peso hectolitrico es diferente en las variedades evaluadas.

Menciona que cuanto menor sea el tamaño del grano mayor será el peso hectolitrico, en este caso en algunas accesiones se cumple pero en otras no, debido a que hay accesiones de grano grandes que pesan más que los granos pequeños. Espinoza (1996).

No halló significancia entre tratamientos para peso hectolítrico, cuyo valor fue 69.86 kg/hl en promedio. El valor mencionado fue menor en relación a los valores hallados, pudiendo haberse debido a los tamaños de semilla, ya que los diámetros, como ya se mencionó variaron la mayoría entre 1.7 a 2 mm, siendo más pequeños, para un mismo volumen tendrían un peso mayor, estos datos registrados en la presente investigación se encuentran en los reportes de (Rodríguez,2005).

Indica que los valores, en peso hectolítrico más altos se obtienen con las variedades de grano duro y los pesos más bajos para los granos tipo suave. Por su parte el (IBTA, 1996), señala que el peso hectolítrico está influenciado por el tamaño, forma, densidad y contenido de humedad; cuanto menor es la semilla, mayor será su peso volumétrico. Un lote formado de semillas maduras y bien seleccionadas presenta un peso volumétrico mayor que otro lote con presencia de semillas inmaduras, mal formadas y vacías (Mujica et al. 2006).

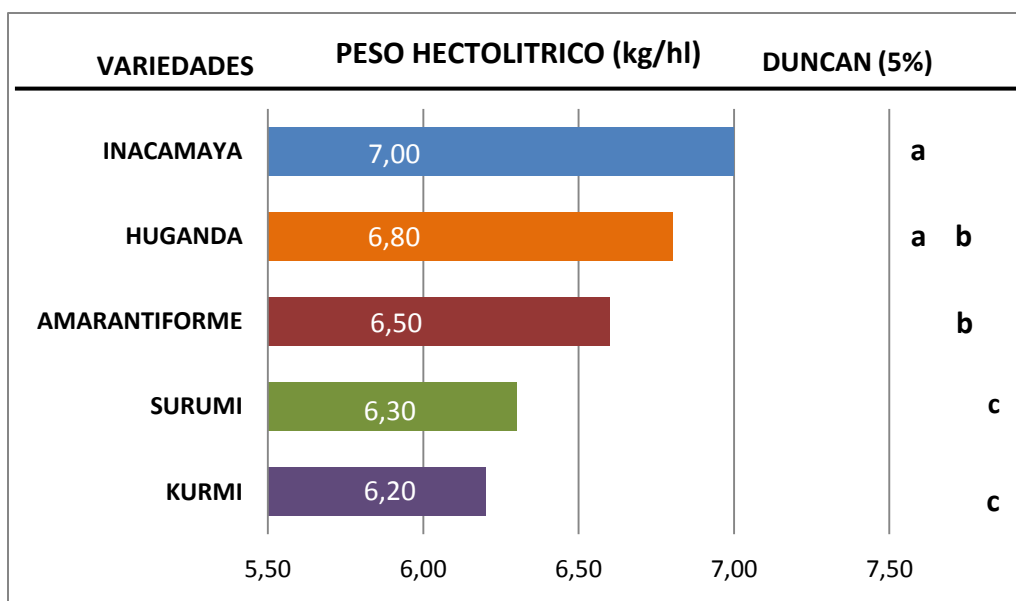


Figura 7. Comparación del peso hectolitrico en cinco variedades de quinua

## 6.6. Diámetro de grano

### 6.6.1. Análisis de varianza para los datos de Diámetro de grano

El análisis de varianza para el Diámetro de grano (Cuadro 11), nos permite apreciar que si existen diferencias significativas entre variedades a un nivel de significancia del 5%. probabilidad estadístico de la prueba de rango múltiple de Duncan.

Cuadro 11. Análisis de varianza para diámetro de grano de cinco variedades

FV	SC	gl	CM	Fc	p-valor
VARIEDAD	0,24	4	0,06	6,08	0,0004
Error	0,53	55	0,01		
Total	0,77	59			
CV	4,24				

NOTA: FV =Fuente de variación      SC=Suma de cuadrados      gl=grados libertad  
 CM=Cuadrado medio      Fc=F.calculado      p-valor=probabilidad estadístico

### **6.6.2. Comparación de promedio en Diámetro del grano en variedades de quinua**

Los datos de diámetro de grano fueron registradas para el análisis estadístico, mediante la prueba de rango múltiple de Duncan realizada a nivel de 5% de significancia estadística donde presento grupos diferentes en las cinco variedades de quinua la cual presenta las medias del diámetro de grano estadísticamente superior correspondió a la Variedad Surumi con un 2,42, seguidamente Huganda con 2,34, sin embargo la variedad Inacamaya que obtuvo un menor diámetro de grano con 2,23 mm las variedades kurmi y Amarantiforme estadísticamente son similares a las variedades anteriormente mencionadas concuerdan con los autores ya mencionados, Según IBNORCA los granos de quinua de las cinco variedades de quinua esta en el rango de extra grande.

Registró un promedio de 2,43 mm. y un rango de variación entre 1,90 a 3,00 mm la cual indica que un mayor peso de 100 granos y diámetro de grano se encuentran en cultivares del altiplano, esta es una característica importante para el mercado Vargas (2013).

En cambio, Espíndola y Bonifacio (1996) indican que el diámetro de grano de las variedades Sayaña, Surumi, Jumataqui y Patacamaya son de 2.36, 2.25, 2.34 y 2.3 mm respectivamente. Se determina que la variación acontecida en las variedades probablemente se ha expresado por la constitución genética propia de cada variedad y la influencia del medio ambiente.

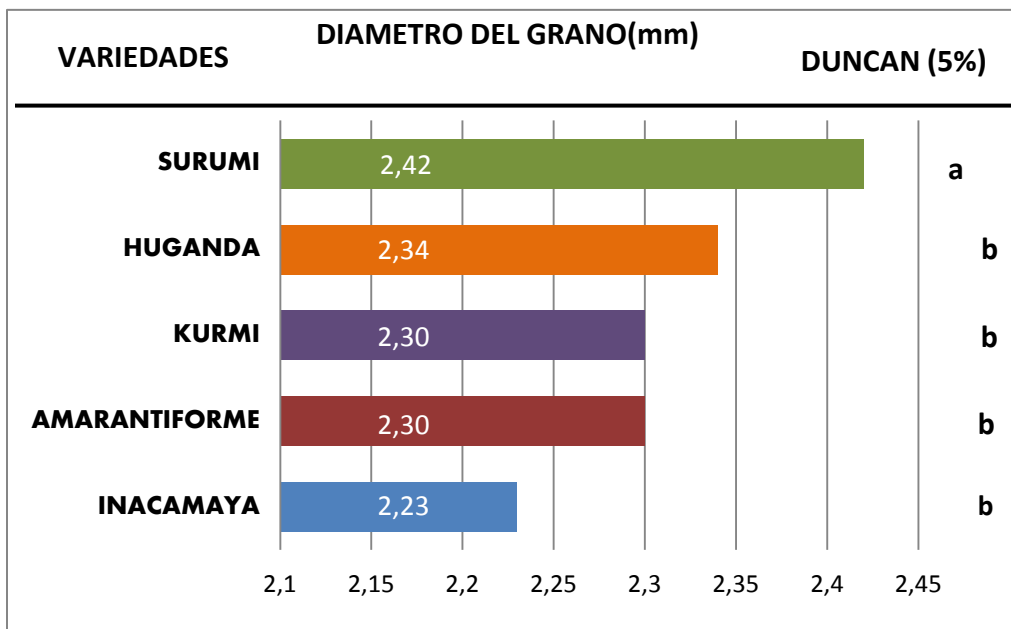


Figura 8. Comparación del Diámetro de grano en cinco variedades de quinua

## 6.7. Espesor del grano

### 6.7.1. Análisis de varianza para los datos de Espesor del grano

El análisis de varianza para el Espesor del grano (Cuadro 12) nos permite apreciar que no existen diferencias significativas entre variedades a un nivel de significancia del 5% probabilidad estadístico de la prueba de rango múltiple de Duncan.

Cuadro 12. Análisis de varianza para Espesor de grano en cinco variedades

FV	SC	gl	CM	Fc	p-valor
VARIEDAD	0,18	4	0,04	1,81	0,1408
Error	1,35	55	0,02		
Total	1,53	59			
CV	14,96				

NOTA: FV =Fuente de variación  
CM=Cuadrado medio

SC=Suma de cuadrados  
Fc=F.calculado

gl=grados libertad  
p-valor=probabilidad estadístico

### 6.7.2. Comparación de promedio y prueba Duncan para el Espesor del grano

Los valores de Espesor de grano fueron evaluadas para el análisis estadístico, mediante la prueba de rango múltiple de Duncan realizada a nivel de 5% de significancia estadística donde presento un grupo en las cinco variedades de quinua donde no se encontró diferencias significativas la cual el Espesor de grano para las cinco variedades de quinua, es decir que en promedio, todas las variedades tienen el mismo espesor del grano.

Registro un promedio de 1,06 mm. y un rango de variación de 0,9 a 1,00 mm. Donde el tamaño de grano es un carácter económico importante, porque en el mercado interior al igual que el exterior, el precio es mayor por los granos más grandes Vargas (2013).

En relación a esta variable, registro rangos por encima de los reportados en el presente trabajo 0,56 a 1,62 mm, los datos registrados en la presente investigación se encuentran en los reportes de Cayoja (1996), también los datos son similares a los reportes de Chambi (2005), encontrando rangos similares que fluctuaron entre 0,76 a 1,45 mm.

Contrariamente los trabajos de Cruz (2016) reporta registro con promedios de 1,08 mm, existiendo un valor máximo de 1,27 mm y un valor mínimo de 0,89 en variedades diferentes.

El trabajo de investigación es similar a los reportes realizado por los distintos autores, sea en condiciones agroecológicas diferentes.

**Cuadro 13. Comparación del Espesor de grano en cinco variedades de quinua**

<b>VARIEDADES</b>	<b>PROMEDIO</b>
KURMI	1.13
INACAMAYA	1.09
AMARANTIFORME	1.01
HUGANDA	1.01
SURUMI	0.99

## 6.8. Peso de 1000 granos

### 6.8.1. Análisis de varianza para el peso de 1000 granos.

El análisis de varianza para el Peso de 1000 granos (Cuadro 14), nos permite apreciar que si existen diferencias significativas entre variedades a un nivel de significancia del 5%. El coeficiente de variación de 13,20 % expresa la Relación mínima que los datos no difieren en el peso de 1000 granos.

**Cuadro 14. Análisis de varianza para peso de 1000 granos de cinco variedades**

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>p-valor</b>
VARIEDAD	4,21	4	1,05	3,31	0,0168
Error	17,5	55	0,32		
Total	21,72	59			

CV 13,2

**NOTA:** **FV** =Fuente de variación      **SC**=Suma de cuadrados      **gl**=grados libertad  
**CM**=Cuadrado medio      **Fc**=F.calculado      **p-valor**=probabilidad estadístico

### 6.8.2. Comparación de promedio en variedades de quinua en 1000 granos

Los datos de 1000 granos fueron registradas para el análisis estadístico, mediante la prueba de rango múltiple de Duncan realizada a nivel de 5% de significancia estadística donde presento grupos diferentes en las cinco variedades de quinua la cual presenta los promedios de 1000 granos estadísticamente superior correspondió a la Variedad Surumi con un promedio de 4,73; respectivamente Huganda, Inacamaya, Kurmi y Amarantiforme con un peso de 1000 granos para cada variedad de 4,39;4,15;4,10 y 3,99 g.respectivamente, los mismos contrastan con los resultados hallados por los autores mencionados.

En otros ensayos, Gutiérrez (2003) y Palma (2007), registraron máximos pesos, de mil semillas, en la variedad Surumi, con 2,47 y 4.39 g, respectivamente. Entre tanto, (Meléndez, 2009) registró un peso máximo de 4.32 g en la variedad Real blanca. En

todos los casos, existe coincidencia con el presente ensayo, en sentido que las variedades Surumi y Real blanca presentan los mayores pesos de mil granos.

Por otro lado, Mamani (2009) registró 4.40 y 4.20 g para las variedades Surumi y Achachino, la variedad local presenta un menor peso de 2.20 g

En la revisión bibliográfica fue de 0,26 g, siendo esto relativamente alto, el rango de variación de 0,11 a 0,43 g para granos de menor y mayor peso. Esta característica se encuentra relacionada con el diámetro y espesor de grano, de manera que accesiones que desarrollen mayor tamaño desarrollaran también mayor peso. Al respecto menciona que el desarrollo de los granos depende del espesor y de la forma del grano Rojas (1998).

Al respecto Rojas y Pinto (2004) encontraron rangos mayores de 0,10 y 0,69 g entre accesiones de menor y mayor peso de grano, reporto rangos que fluctúan de 0,04 a 0,67 g respectivamente. la cual se reporta peso de 1000 granos inferiores como se describe, con variedades diferentes. Al encontrar correlación entre tamaño y peso de semilla y obtener una variación de 2.5 y 4.3 g de peso en mil semillas, concluyó que el grano de quinua está relacionado con el tamaño y uniformidad de semilla, reporta inferioridad a la investigación realizada (Riquelme, 1998).

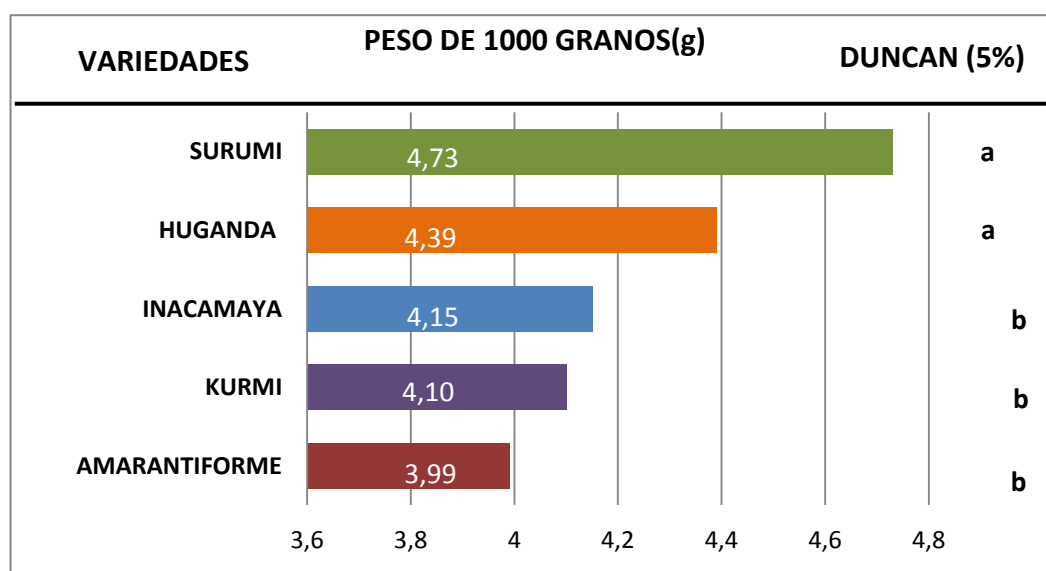


Figura 10. Comparación Peso de 1000 granos en cinco variedades de quinua

## 6.9. Rendimiento de grano

### 6.9.1. Análisis de varianza para los datos de rendimiento de grano

El análisis de varianza para el rendimiento de grano (Cuadro 15), nos permite apreciar que si existen diferencias significativas entre variedades a un nivel de significancia del 5%. El coeficiente de variación de 29,94 % expresa la relación de variación mínima que los datos no difieren en el rendimiento del grano.

**Cuadro 15. Análisis de varianza para rendimiento de grano de cinco variedades**

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>p-valor</b>
<b>VARIEDAD</b>	512,28	4	128,07	4,24	0,0046
<b>Error</b>	1662,59	55	30,23		
<b>Total</b>	2174,87	59			
<b>CV</b>	29,94				

NOTA: **FV** =Fuente de variación      **SC**=Suma de cuadrados      **gl**=grados libertad  
**CM**=Cuadrado medio      **Fc**=F.Calculado      **p-valor**=probabilidad estadístico

### 6.9.2. Comparación de promedio y prueba Duncan para el rendimiento del grano

Los valores de rendimiento del grano fueron registradas para el análisis estadístico, mediante la prueba de rango múltiple de Duncan realizada a nivel de 5% de significancia estadística donde presento grupos diferentes en las cinco variedades de quinua la cual se presenta, donde nos muestra el rendimiento superior que correspondió a la Variedad Inacamaya 2629,2seguido por Huganda y Surumi con 2400,0 y 2254,8 g/m<sup>2</sup>, de grano sin embargo por último la variedad kurmi 1614,0la variedad Amarantiforme estadísticamente es similar a las variedades, anteriormente mencionada, concuerdan con los reportes de los diferentes autores.

Mostraron estudios previos realizados en quinua de grano café y negro para rendimiento de grano y broza, muestran que existe amplio rango de variación



alcanzando 1642, 1634, 1546,1439 y 1424 kg/ha y líneas de bajos rendimientos variando entre 810 a 891 kg/ha (Bonifacio y Lopez 2013).

Según literatura revisada, señala que la altura de planta, longitud de panoja y diámetro de tallo son componentes principales para el rendimiento Gandarillas (1986).

Cruz (2016) Obtuvo una media de 25,80 g. Con una desviación típica de 17,59 g. Siendo el valor máximo de 86,04 g. de la accesión 1248 y un valor mínimo de 0,42 g de la accesión 2249. Asimismo otras variedades se encuentran con rendimiento de grano similares a reportes de anteriores autores.

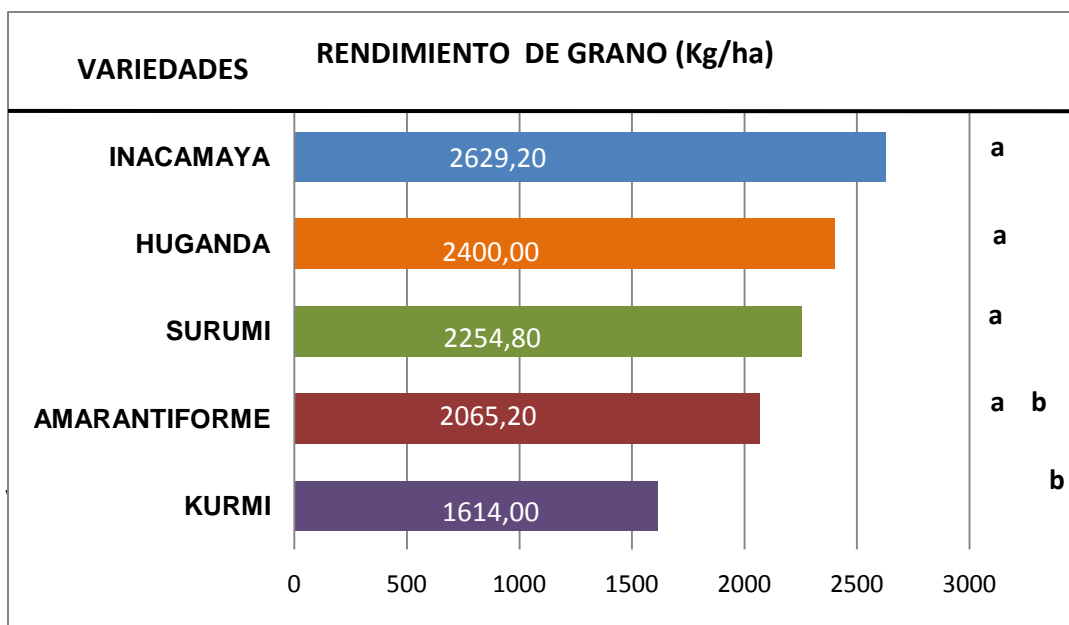


Figura 11. Comparación en el rendimiento de grano por planta en cinco variedades de quinua

## 6.10. Análisis proximal

**Cuadro 17. Análisis de Laboratorio de los valores Nutricionales en cinco variedades de quinua**

Laboratorio	Variedad	Proteína (%)	Hierro (mg/100g)	Zinc (mg/100g)	Magnesio (mg/100g)
<b>SELADIS (2018)</b>	Inacamaya	11.30	5.51	4.62	198.98
	Amarantiforme	13.56	6.15	4.92	242.35
	Huganda	13.10	8.00	5.82	238.35
	Surumi	12.92	5.65	4.32	215.05
	Kurmi	12.66	6.15	5.08	214.55
<b>Promedio</b>		<b>12.71</b>	<b>6.29</b>	<b>4.80</b>	<b>270.00</b>

Análisis proximal realizado a la solicitud para fines de investigación en el marco de **PROGRAMO – EECH.**

**Cuadro 18. Análisis de valores nutricionales**

Laboratorio Y Empresa	Proteína (%)	Hierro (mg/100g)	Zinc (mg/100g)	Magnesio (mg/100g)
<b>INLASA (2010)</b>	13.81	10.90	7.47	204.20
<b>SAITE SRL (2006)</b>	13.08	10.90	7.47	204.20
<b>KOIZOL (1992)</b>	12.30	10.90	4.80	270.00

**Análisis realizado por laboratorio y empresas**

El análisis de proteína y minerales se realizó en cinco variedades de quinua mejoradas, en la cual se tomó 500 g de cada variedad elegida y se envió al Laboratorio SELADIS para su correspondiente análisis del Valor Nutricional.

## **Proteína (%)**

INLASA (2010) encontró 13,81%. La variedad Amarantiforme muestra la cantidad de proteína 13,56% realizado en el análisis de Laboratorio SELADIS se obtuvo una diferencia de 2,51 % en las variedades Huganda, Surumi y Kurmi son similares a la variedad mencionada. Por último en la variedad Inacamaya se registra 11,3% menor que las anteriores variedades, es debido a que en el momento de la siembra no se puso ningún tipo de fertilizante u estiércol ya que eso influye en el contenido de las proteínas.

Sin embargo en la fase de formación de grano pastoso el contenido proteico se concentra en los granos de la planta, lo que demuestra una translocación del nitrógeno. Asimismo, el nivel de estiércol, aplicado al suelo, influye en el contenido de proteína de las hojas y granos de la planta.

Por otro lado, existen empresas que utilizan a la quinua como materia prima, donde la empresa SAITE S.R.L reporta 13,08% de proteína y KOIZOL (1992) 13,30% de esta manera se puede corroborar los datos obtenidos durante la investigación.

## **Hierro (mg/100g)**

En el contenido de Hierro INLASA (2010), muestra la cantidad de 10,90mg/100g, la variedad Huganda muestra un dato inferior comparando con los datos de INLASA y las distintas empresas, en cuanto a las variedades que se envió a analizar la cantidad de hierro de Huganda con un 8,00mg/100g con una diferencia de 2,90 sin embargo las variedades Amarantiforme, Kurmi, Surumi son similares a la variedad mencionada. Por último la variedad Inacamaya registra 5,51 mg/100g menor que las anteriores variedades.

Existen empresas que utilizan a la quinua como materia prima, donde la empresa SAITE S.R.L reporta 10,90 mg/100g y KOIZOL (1992) 12,00 mg/100g estando en los rangos de estas empresas la cual de esta manera se puede corroborar los datos obtenidos durante el trabajo que se realizó.

## **Zinc (mg/100g)**

En el contenido de Zinc INLASA (2010) muestra un dato de 7,47mg/100g, la variedad Huganda mostro un dato inferior en cantidad de Zinc con un 5,82mg/100g con una diferencia de 1,65 corroborando con los datos de INLASA y las distintas empresas, en cuanto las variedades que se envió a analizar tiene mayor cantidad de zinc entre las variedades. Sin embargo las variedades Kurmi, Amarantiforme, Inacamaya son similares a la variedad mencionada. Por último, en la variedad Surumi se registra 4,32 mg/100g menor que las anteriores variedades, estando dentro los rangos reportados.

Por otro lado, existen empresas que utilizan a la quinua como materia prima, donde reportan 7,47 mg/100g la empresa SAITE S.R.L y 4,80 mg/100g, KOIZOL (1992) de esta manera se puede corroborar los datos obtenidos durante la investigación.

## **Magnesio (mg/100g)**

Para el contenido de Magnesio INLASA (2010), encontró 204,20mg/100g la cual la variedad Amarantiforme mostro mayor cantidad de magnesio con 242,35 mg/100g con una diferencia de 38,15 mostrando un dato superior corroborando con los datos de INLASA y las diferentes empresas, Sin embargo las variedades Huganda, Surumi, Kurmi son similares a la variedad mencionada. Por último con un dato menor, en la variedad Inacamaya se registra 198,98 mg/100g menor que las anteriores variedades.

Existen empresas que utilizan a la quinua como materia prima, donde SAITE S.R.L muestra el dato de 204,2 mg/100g y KOIZOL (1992) 270,0 mg/100g mostrando un dato superior a las variedades de la investigación se podría decir que es debido a que en el momento de la siembra se utilizó fertilizantes ya que eso influye mucho en el grano de quinua de esta manera se puede corroborar los datos obtenidos durante la investigación.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. Conclusiones

De acuerdo a los análisis estadístico de variables cuantitativas durante la cosecha y la post cosecha en las variedades de quinua, llegando a las siguientes conclusiones:

La variedad Surumi presenta una altura de 120,04 cm, seguido por las variedades Kurmi, Inacamaya, Huganda 114,19 cm; 108,19 cm; 107,54cm y Amarantiforme con una altura de 83,73 cm.

En el diámetro de panoja, el mayor promedio correspondió a la variedad kurmi con 7,50 cm; mayor longitud de panoja a las variedades Surumi, Amarantiforme, Huganda 7,44 cm; 6,79 cm; 6,67 cm e Inacamaya con 6,44 cm.

La variedad Huganda obtuvo un índice de panoja con 0,66 seguidamente de las variedades Inacamaya, Surumi, Amarantiforme, 0,64g; 0,54g; 0,52g y Kurmi con un 0,48g.

Respecto al peso hectolitrico para grano, se destacó la variedad Inacamaya con 7,00 kg/hl; seguidamente de las variedades Huganda, Amarantiforme, Surumi 6,80; 6,50; 6,30 kg/hl y por último la variedad Kurmi 6,20 kg/hl. Este factor está influenciado por la uniformidad, forma, densidad y tamaño de granos.

Asimismo en el diametro del grano existe mayor proporción de granos grandes y medianos donde el promedio de grano fue en la variedad Surumi con un valor máximo de un 2,42 mm,seguidamente las variedades Huganda, Kurmi, Amarantiforme 2,34 mm; 2,30 mm; 2,30 mm e Inacamaya con 2,23 mm; y el promedio del espesor de grano fue de 1,08 mm y el valor máximo fue de 1,13 mm de la variedad Kurmi, seguidamente las variedades Inacamaya,Amarantiforme,Huganda 2,34 mm; 2,30 mm; 2,30 mm y Surumi con un 2,23 mm.

Con relación al peso de 1000 granos la variedad Surumi presentó un promedio de 4,73 g, seguidamente de las variedades Huganda, Inacamaya, Kurmi 4,39; 4,15; 4,10 y Amarantiforme 3,99 g.

Las variedades evaluadas presentaron mayor rendimiento de grano fueron Inacamaya, Huganda, Surumi de 21,91; 20,48; 18,79; y Kurmi 13,45 g/planta alcanzando un rendimiento de 2629,2; 2400,0; 2254,8 y 1614,0 kg/ha.

En cuanto a los resultados del valor nutritivo de la quinua se evidencio la variedad Inacamaya obteniendo una mayor cantidad en Proteína 13,56 %,seguidamente de la variedad Huganda quien obtuvo un alto contenido de Fe 8,00; Zn 5,82; Mg 238,35 las cuales pueden ser usadas para la alimentación.

## **7.2. Recomendaciones**

Al final del presente Trabajo y de acuerdo los resultados obtenidos salen a relucir las siguientes recomendaciones:

Se sugiere tomar en cuenta a las variedades Inacamaya, Huganda y Surumi debido a que fueron las que tuvieron un rendimiento de grano con 2629,20; 2400,00 y 2254,80 Kg/ha.

En cuanto al valor nutritivo la variedad Inacamaya tiene un alto valor en Proteína, la variedad Huganda tiene mayor cantidad en minerales. Por lo que se recomienda la producción de estas dos variedades ya que tienen un alto valor nutritivo tanto en proteína y minerales.

Se recomienda tener un buen manejo desde la siembra para no tener falencias al tomar los datos también tener un manejo cuidadoso de los registros de la quinua para poder identificarlos de mejor manera y así no tener confusión de los mismos.

Plantear trabajos para realizar estudios que permitan establecer la variación de los resultados en las cinco variedades para validar los resultados obtenidos en el presente trabajo, con el fin de aportar y comparar datos para el mantenimiento de las variedades durante el transcurso del trabajo.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Aliaga, S.(2007). Evaluación participativa con enfoque de género sobre los usos, restricciones y oportunidades de la quinua *ChenopodiumquinoaWilld.* En seis comunidades del municipio de Sica Sica (Tesis de grado). Universidad Mayor de San Andres, Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia.

Alcón, C.(2005). El desfase fenológico y la heterogeneidad de crecimiento: dos mecanismos posibles de tolerancia a las bajas temperaturas en el cultivo de quinua (*ChenopodiumquinoaWilld.*),(Tesis). Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia. p.; 23; 69 – p.70,145

Aroni, J., Aroni, G., Quispe, R. y Bonifacio, A. (2003). Catálogo de Quinua Real. La Paz – Bolivia. 9 p.

Aroni, J.; Cayoja, M.; Laime, M. 2009. Situación Actual al 2008 de la Quinua Real en el Altiplano Sur de Bolivia. Oruro y Potosí, Bolivia. Fundación Educación - FAUTAPO. 24p.

Apaza, V. (2000).Manejo y mejoramiento de quinua orgánica. Estación Experimental Agraria Illpa - Puno. INIA. p.32

Apaza, V. (2005). Origen y Descripción de la Quinua, Manejo y Mejoramiento de Quinua Orgánica. Estación Experimental Agraria Illpa-Puno. Manual N° 01. Puno – Perú.

Bonifacio, A. (2013). Variedades de quinua por regiones y semillas. Del Castillo, C., Bosque, H. y Bonifacio, A. (Coord. Ed.). 2013. Manual técnico producción de la quinua en el altiplano boliviano. Documento técnico final en conmemoración al año internacional de la quinua. Facultad de Agronomía – UMSA. La Paz, Bolivia. p.82.

Bonifacio, A. (2002). Variedades de quinua recomendadas para el Altiplano Norte y Central. Fundación PROINPA. La Paz – Bolivia. p.8.



Bonifacio, A. y López, T. (2013). Selección y evaluación de quinua roja y negra. Avances de Investigaciones Científicas en celebración del año internacional de la quinua. IN: Del Castillo, C y Bosque, H. (Coord. Ed.). Avances de investigaciones científicas en celebración del año internacional de la quinua. Facultad de Agronomía – UMSA. La Paz, Bolivia. p. 22.

Bonifacio, A., W, Rojas, R. Saravia, G. Aroni y A.Gandarillas.2006. PROINPA consolida un programa de mejoramiento genético y difusión de semilla de quinua. Informe Compendio 2005 – 2006 .Fundación PROINPA .Cochabamba, Bolivia .p 502

Carbajal, A. A. (2017). Manual de Nutrición y Dietética. Recuperado de <http://www.ucm.es/nutricioncarbajal/>

Cárcova, J., Abeledo, L., López, M. (2004). Análisis de la generación del rendimiento: Crecimiento, partición y componentes. In Satorre, EH; Arnold, RLB; Slafer, GA Fuente EB de la Miralles, DJ; Otegui. ME: Savin, R. Producción de granos, bases funcionales para su manejo. Buenos Aires, AR. p.783.

Callizaya, I. (1994). Caracterización de las tierras de la Estación Experimental de Choquenaira, según su capacidad de uso y aptitud para riego. (Tesis de grado). Universidad Mayor de San Andrés; Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. p.126.

Camacho, S. (2009).Manual Técnico “Cultivo de Quinua Orgánica” (en línea). Consultado el 15 de mayo de 2018. Recuperado de <http://coin.fao.org/coinstatic/cms/media/16/13709772665610/manual-tecnico-cultivo-de-quinua-organica.pdf/>

CEPROBOL (Centro de Promoción Bolivia), Ministerio de Relaciones exteriores y cultos. 2007. Quinua y derivados. La Paz, BO. p.. 10

Chungara, A. (2000). Evaluación y selección para tolerancia a la sequía de 60 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa willd.*) del germoplasma de la zona andina. (Tesis de

grado). Universidad Técnica de Oruro, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Oruro, Bolivia.p.112

Chambilla, M. (2007). Evaluación Agronómica y participativa del comportamiento de seis variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la comunidad de Salviani del Altiplano Central. (Tesis de grado) Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, La Paz – Bolivia.p.109

Chipana, G.; Trigo, R.; Mercado, G.; Jacobsen, S.; Bosque, H. 2013. Asociaciones productoras en la producción, transformación y comercialización de quinua en el municipio de Patacamaya del Altiplano Centro de Bolivia. Del Castillo, C. y Bosque, H. (Coord. Ed.), 2013. La quinua y la UMSA: Avances de investigaciones científicas. Documento científico final en conmemoración al año internacional de la quinua. Facultad de Agronomía – UMSA. La Paz, Bolivia. p. 210.

Cruz, M. (2016). Caracterización Agronómica de la colección de germoplasma de quinua (*Chenopodium quinoa* willd.) del banco nacional de granos alto andinos, del altiplano centro en la estación experimental de Patacamaya.p.32-38

Espindola, A. y Saravia, R. 1985. Catálogo de quinua del banco de germoplasma en la Estación Experimental de Patacamaya. MACA – IBTA. La Paz – Bolivia. p. 2 – 11.

Espindola, G. y Bonifacio, A., 1996. Catálogo de variedades mejoradas de quinua y recomendaciones para producción y uso de semilla certificada. La Paz, Bolivia. 55 p.

FAO, 1990. "I Seminario Nacional sobre Fertilidad de Suelos y uso de Fertilizantes en Bolivia". Santa Cruz - Bolivia.

FAO. 2001. (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación). UNA Puno Perú CIP. 315 p.

FAO, 2013 (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) 2006. La quinua: Características del producto. Consultado el 20 de junio de 2018 Recuperado de <http://www.fao.org/inpho/compent/text/ch.html>

Fonturbel, F. R. 2005. Problemática de la producción y comercialización de *Chenopodium quinoa* W. Debida a la presencia de saponinas. p.10

Gandarillas, H., 1979. Historia de la Investigación para el desarrollo Agropecuario en Bolivia. p.160

Gandarillas, H. 1982. El cultivo de la Quinua, Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria. La Paz, Bolivia.

Gandarillas, H. 1986. Estudio de componentes directos e indirectos del rendimiento de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Cochabamba, Bolivia. p.19-32

Gandarillas, H., y Bonifacio, A. 1991. Herencia de tiempo de madurez, altura de planta y tamaño del grano en la quinua. En: Actas del VII Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. Morales, D. y Vacher, J. (eds). La Paz – Bolivia. p. 3-10

Gutierrez, A. (2003). Evaluación del ritmo de crecimiento y desarrollo de 2 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), en la Estación Experimental de Choquenaira. (Tesis de grado). Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, La Paz – Bolivia. p.110

Guillen, M.V.(2009) Estructura y propiedades de las proteínas. Recuperado de <http://www.uv.es/tunon/pdf doc/proteínas/>

Holdridge, L. 1982. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica. p.216

INSTITUTO BOLIVIANO DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA (IBTA). 1996. Informe Anual 1995-96 Estación Experimental de Patacamaya – La Paz.

INSTITUTO BOLIVIANO DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA (IBTA). 1996. Informe Anual 1995-96 Estación Experimental de Patacamaya – La Paz. INSTITUTO BOLIVIANO DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA (IBTA), DNS 1996. Catálogo de variedades mejoradas de quinua y recomendaciones para la producción y uso de semilla certificada. Boletín N° 2.

INSTITUTO BOLIVIANO DE NORMALIZACIÓN Y CALIDAD (IBNORCA). 2007 Quinoa en Grano- Clasificación y Requisitos. Norma Boliviana NB 312004. La Paz – Bolivia. p 4.

INFOAGRO, BO.2002 (en línea). Consultado el 20 de junio de 2018 Recuperado de <http://www.infoagro.gob.bo/panorama.htm>

INFOQUINUA, 2008. La quinua. Elaborado por Lic. Sunnai Alvestegui Lavadenz. En: CAMEX (Cámara de exportaciones) – Sistema de información INFOQUINUA.p.12. Consultado el 31 de enero. Reportado de: <http://www.infoquinua.bo>.

INIAF (Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal). 2015. Informe Anual 2015. MDRyT, INIAF. La Paz – Bolivia. p.26

Jaramillo, S. y Baena, M. 2000. Material del apoyo a la capacitación de conservación ex situ de recursos filogenéticos. Instituto Internacional de Recursos Filogenéticos (IPGRI). Cali – Colombia.

Jacobsen, S. E. Y Sherwood, S. 2002. Cultivo de granos Andinos en Ecuador; Informe sobre los rubros quinua, chocho y amaranto. FAO, CIP Y CRS. Editorial Abya –Yala. Quito, Ecuador. p.89

Koziol, M.1993. Quinoa: A Potencial New oil Crop. New Crops. Wiley, New York. Latinreco. 1990. Quinoa. Hacia su cultivo comercial. Latinreco S.A. Quito, Ecuador

LA RAZÓN, (2014). Oruro lidera la producción de quinua gracias a cuatro factores, tecnología, asimilación de experiencias, cantidad de tierras habilitadas y precios. La Razón – Estados Financieros, 3 de marzo del 2014. La Paz, Bolivia.

Leon, J.M. 2003. Cultivo de quinua en Puno – Perú descripción manejo y producción. UNA – PUNO. Documento digital. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/cultivo-quinua-Puno-Peru/cultivo-quinua-Puno-Peru.pdf>.

Lescano, J. 1994. Genética y mejoramientos de cultivos andinos. Programa Internacional Waru Waru (PIWA). 1ra. Edición. Puno – Bolivia. p. 459

Lezcano, E. 2013. Cadena Quinua y Amaranto. Dirección de Agro alimentos, Área de Sectores Alimentarios, Argentina. p. 25.

Mamani, W. (2009). Aptitud productiva de doce variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), en dos agroecosistemas del Municipio de Coro Coro (Tesis de grado). UMSA. La Paz, Bolivia. p.106

Marconi. (2007). Evaluación de métodos de cosecha de quinua *Chenopodium quinoa* Willd. Para determinar pérdidas y grado de contaminación del grano comercial: comunidad Sangramaya, provincia Ingavi, (Tesis de grado). Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, La Paz – Bolivia.

Martínez, E. 2014. Quinua: aspectos nutricionales del arroz de los incas. Capítulo 3.4. Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013: centro de estudios avanzados en zonas áridas, CEAZA, FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia): p. 331-337.

Melendez, F. (2009). Evaluación agrofisiológica de diez variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la localidad de Tunusi Altiplano Norte, departamento de La Paz, Municipio de Achacachi. (Tesis de grado) Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. p.103

- Morales, C. (2000). Evaluación del comportamiento agronómico de líneas y variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la localidad de Batallas cantón Pariri. (Tesis de grado). Universidad Mayor de San Andrés. La Paz - Bolivia. p: 66.
- Mujica, *Et al.*, 1989 Manejo del cultivo de la quinua. Instituto de Investigación Agraria Lima, Perú. p 72.
- Mujica, A., Izquierdo, J., Marathee, J.P., 2001 a. Capítulo I. Origen y descripción de la quinua. P 50.
- Mujica, A. et. al. 2001. Agronomía del cultivo de la quinua. Capítulo II. (en línea). Oruro – Bolivia. Recuperado de <http://www.FAOquinua\FAO\FAO Quinoa\FAO\home03.htm>
- Mujica, A. et al. 2004. Quinoa. “Cultivo ancestral alimento del presente y futuro”.
- Mujica, A.; Ortiz, r.; Bonifacio, A.; Saravia, r.; corredor. y romero a. 2006. Informe final proyecto quinua: cultivo multipropósito para los países andinos. Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá Facultad de Agronomía Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos- ICTA. Lima-Perú.
- Muñoz, R. y Acevedo, E. (2002). Evaluación del rendimiento potencial y bajo estrés hídrico de 11 genotipos de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Laboratorio de Relación Suelo-Agua- Planta. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile.
- Orsag, V. 1989. Determinación de las variaciones de almacenamiento de agua en suelo Typicpalegíd del Altiplano central con ayuda de técnicas nucleares. Ecología en Bolivia No 13. La Paz, Bolivia. p.17.
- Palma, G. (2007). Comparación Agrofisiológica de diez variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y las consecuencias del raleo en los componentes del rendimiento y la calidad del grano, en el Altiplano Norte de Bolivia. (Tesis de grado) Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. p.123.

Peske, S. 2004. Especialización en tecnología de semillas por tutoría a distancia: Producción de semillas. La Paz, BO. Programa Nacional de Semillas. p 81 (guía en manejo de semillas).

PNUD. (Programa de Naciones Unidas Para el Desarrollo). 2011. Tras las Huellas del Cambio Climático en Bolivia (Documento de Reporte Técnico).

PROINPA (Promoción e Investigación de Productos Andinos). 2002. Una Herencia de Bolivia para el mundo. Cochabamba, Bolivia. p. 9

PROINPA (Promoción e Investigación de Productos Andinos). 2003. Catálogo Quinoa Real. La Paz, Bolivia. p. 51

PROINPA. (Fundación para la Promoción e Investigación en Productos Andinos). 2003. Descriptores para Quinoa. La Paz – Bolivia. p. 17.

PROINPA (Fundación Promoción e Investigación de Productos Andinos). 2005. Manejo Agronómico de la Quinoa Orgánica. Módulo 2 (programa de apoyo, cadena quinoa). p. 37.

Querol, D. 1988. Recursos genéticos Nuestro Tesoro Olvidado. Editado por industrial grafica S.A. Lima, Perú. p. 53-145.

Quispe (1999). Estudio comparativo de variedades de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) Avena (*Avena sativa*), cebada (*Hordeum vulgare*) y trigo (*Triticum aestivum*). (Tesis de grado) Universidad Mayor de San Andres, Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. p. 15, 16.

Quino, E.(2000).Comportamiento de dos variedades de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) con abonamiento de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y su defecto sobre las propiedades físicas del suelo en el Altiplano Central,( Tesis de grado) Universidad Mayor de San Andres, Facultad de Agronomia . La Paz, Bolivia. p. 98.

Ramirez, J. 1995. Producción Económica de Quinuas: Conceptos reales para encarrilar una óptima producción p. 81.

Riquelme, C., (1998). Comportamiento agronómico de 8 líneas precoces de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo 3 épocas de siembra en el altiplano central. (Tesis de grado) Universidad Mayor de San Andres Facultad Agronomía. La Paz, Bolivia. p.110

Rivera M. (2006). Obtención, Caracterización Estructural y Determinación de las propiedades funcionales de un aislado proteico de quinua orgánica (*Chenopodium quinoa*) - Memoria para optar al Título Profesional de Ingeniero en Alimentos, Santiago Chile. Recuperado [http://www.cybertesis.cl/tesis/uchile/2006/rivera\\_m/sources/rivera\\_m.pdf](http://www.cybertesis.cl/tesis/uchile/2006/rivera_m/sources/rivera_m.pdf).

Rojas, W. (1998). Análisis de la diversidad genética del germoplasma de quinua (*Chenopodium Quínoa* Willd) de Bolivia, mediante métodos multivariados. (Tesis de Magister) en Ciencias Vegetales. Escuela de graduados. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. p 209.

Rojas, W.; Pinto, M. 2004 Conformación de la colección núcleo de quinua en base a caracteres agromorfológicos Informe Anual 2003 -2004. Proyecto SINARGEAA. Fundación PROINPA. p. 6.

Rojas, W. 2003. Banco Nacional de Germoplasma de Granos Alto andinos. Promoción e Investigación de Productos Andinos (Fundación "PROINPA"). Ministerio de Asuntos Campesinos Indígenas y Agropecuarios. Sistema Boliviano de Tecnología Agropecuario (SIBTA). Sistema Nacional de Conservación de Recursos Genéticos para la Agricultura y la Alimentación (SINARGEAA).

Rodríguez, J. (2005). El papel del tamaño de grano de semilla de quinua (*Chenopodium Quínoa* Willd), en el crecimiento y desarrollo de las plantas frente diferentes profundidades de siembra. (Tesis de grado). Universidad Mayor de San Andres Facultad Agronomía. p.145.



Rojas, W. Y M. Pinto, 2013. La diversidad genética de quinua de Bolivia. En: Vargas, M. (Editor. 2013). Congreso Científico de la Quinua (Memorias). La Paz, Bolivia. pg 77 - 92.

SAITE S.R.L. (Sociedad Agropecuaria Industrial y Técnica). 2006. Sajama - Panoja de quinua. Productos Naturales "Los Andes". Folleto informativo. La Paz – Bolivia.

Saravia, R. y Aroni, G. 2001. Situación actual del cultivo de quinua en Bolivia. En: Taller binacional Perú – Bolivia. Puno, Perú.

Tapia, M. 1979. Historia y distribución geográfica. En: Quinua y Kañiwa, Cultivos andinos. Bogotá Colombia, IICA CIID. pp:29-62.

Tapia, M., 1990. Cultivos andinos sub explotados y su aporte a la alimentación. Organización de las naciones unidas para la agricultura y alimentación-FAO, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. p.205

Tapia, M. 2000. Zonificación agroecológica del cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). In Taller Internacional sobre quinua. (1er, 1999, Lima, PE). Resumen. Lima, PE. (Disponible en CD-ROOM).

Tapia, M. 2003. Consultado el 10 de febrero de 2008. Disponible en: <http://www.fobomade.org.bo.htm>.

Vásquez, BE; Torres, GS. 1992. Fisiología vegetal. Habana, CU. Pueblo y educación, p. 265-26

Valdivia, R; Paredes, S; Zegarra, A; Choquehuanca, V.y Reinoso, J.1997. Manual del productor de quinua. Primera edición. Puno, Peru CIRNMA p.17.

Vargas, A., 2006. Fases fenológicas y evaluación agronómica en 20 genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) seleccionadas en América del sur y Europa. (Tesis de grado). UMSA. La Paz, Bolivia. P. 116.

Vargas, M. 2013. Congreso Científico de la Quinua (Memorias). La Paz, Bolivia p.682

Vasquez, V. y Gallardo, G. 2012. Compendio Agropecuario: Observatorio Agroambiental y Productivo. La Paz, Bolivia. p. 9 – 64.

Viñas, O. 2000. Exportación de quinua orgánica (*Chenopodiumquinoa*) de la república de Bolivia. La Paz, BO, p con los datos de INLASA y las distintas empresas, en cuanto entre las variedades que se envió a analizar la cantidad de hierro. p.14.

Wahli, C. 1990. Quinua hacia su cultivo comercial. Quito, Ecuador. p.46.



Zapana, Z. J. (2010). Caracterización y evaluación agromorfológica de la colección núcleo de quinua (*Chenopodiumquinoa*Willd.) en la Centro Quipaquipani, provincia Ingavi. (Tesis de grado). Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. p.39 y 67.

Zamudio, T. 2006. La Quinua. Ediciones Digitales G.A.T.Z. Recuperado de <http://www.indigenas.bioteca.org>.

# **A N E X O S**

## Anexo 1. Análisis de laboratorio variedad Inacamaya

FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUÍMICAS  
 INSTITUTO DE SERVICIOS DE LABORATORIO DE DIAGNOSTICO E INVESTIGACIÓN EN SALUD  
 (SELADIS)  
 LABORATORIO DE BROMATOLOGIA  
 Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RELOAA)  
 Resolución Ministerial No.0177 Decreto Supremo No. 25729

	INFORME DE RESULTADOS		CODIGO: 8663		
LABORATORIO DE BROMATOLOGIA					
Informe N°:	6/18				
Producto:	QUINUA INACAMAYA				
Marca:	S/M	Razón Social	ABIGAIL MENDOZA CONDORI		
Procedencia	No Indica				
Fecha de recepción muestra:	2018/2/6	Fecha de emisión de resultados:	2018/3/19		
Fecha de inicio de ensayos:	2018/2/12				

### RESULTADOS

ENSAYO REALIZADO	UNIDADES	RESULTADOS OBTENIDOS	METODO DE ENSAYO
PROTEINA	%	11.30.-	KJENDHAL
MAGNESIO	mg/100g	198.98.-	FOTOMETRIA
HIERRO	mg/100g	5.51.-	VOLUMETRIA
ZINC	mg/100g	4.62.-	VOLUMETRIA

NSD: No Se Detecta / SLR: Sin Límite de Referencia / EAA: espectro de absorción atómica/ /<LD menor al limite de detección.



  
 Dra. María O. Torrez T.  
 Bioquímica-Farmacéutica



Nota: Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingreso al laboratorio. NB: Norma Boliviana / AOAC: American Organization Analytical

## Anexo 2. Análisis de laboratorio variedad Amarantiforme

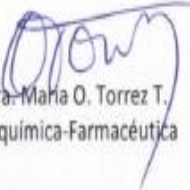
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUÍMICAS  
 INSTITUTO DE SERVICIOS DE LABORATORIO DE DIAGNOSTICO E INVESTIGACIÓN EN SALUD  
 (SELADIS)  
 LABORATORIO DE BROMATOLOGIA  
 Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RELOAA)  
 Resolución Ministerial No.0177 Decreto Supremo No. 25729

	INFORME DE RESULTADOS LABORATORIO DE BROMATOLOGIA	CODIGO: 1753	
Informe N°:	7/18		
Producto:	QUINUA AMARANTIFORME		
Marca:	S/M	Razón Social	ABIGAIL MENDOZA CONDORI
Procedencia	No Indica		
Fecha de recepción muestra:	2018/2/6	Fecha de emisión de resultados:	2018/3/19
Fecha de inicio de ensayos:	2018/2/12		

### RESULTADOS

ENSAYO REALIZADO	UNIDADES	RESULTADOS OBTENIDOS	METODO DE ENSAYO
PROTEINA	%	13.56.-	KJENDHAL
MAGNESIO	mg/100g	242.35.-	FOTOMETRIA
HIERRO	mg/100g	6.15.-	VOLUMETRIA
ZINC	mg/100g	4.92.-	VOLUMETRIA

NSD: No Se Detecta / SLR: Sin Límite de Referencia / EAA: espectro de absorción atómica/ /<LD menor al límite de detección.

  
 Dra. María O. Torrez T.  
 Bioquímica-Farmacéutica



Nota: Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingreso al laboratorio. NB: Norma Boliviana / AOAC: American Organization Analytical

### Anexo 3. Análisis de laboratorio variedad Huganda


FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUÍMICAS  
 INSTITUTO DE SERVICIOS DE LABORATORIO DE DIAGNOSTICO E INVESTIGACIÓN EN SALUD  
 (SELADIS)  
 LABORATORIO DE BROMATOLOGIA  
 Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RELOAA)  
 Resolución Ministerial No.0177 Decreto Supremo No. 25729

	INFORME DE RESULTADOS LABORATORIO DE BROMATOLOGIA	CODIGO: 8663	
Informe N°:	5/18		
Producto:	QUINUA HUGANDA		
Marca:	S/M	Razón Social	ABIGAIL MENDOZA CONDORI
Procedencia	No Indica		
Fecha de recepción muestra:	2018/2/6	Fecha de emisión de resultados:	2018/3/19
Fecha de inicio de ensayos:	2018/2/12		

#### RESULTADOS

ENSAYO REALIZADO	UNIDADES	RESULTADOS OBTENIDOS	METODO DE ENSAYO
PROTEINA	%	13.10.-	KJENDHAL
MAGNESIO	mg/100g	238.35.-	FOTOMETRIA
HIERRO	mg/100g	8	VOLUMETRIA
ZINC	mg/100g	5.82.-	VOLUMETRIA

NSD: No Se Detecta / SLR: Sin Límite de Referencia / EAA: espectro de absorción atómica/ <LD menor al límite de detección.

  
 Dra. Maria O. Torrez T.  
 Bioquímica-Farmacéutica





Nota: Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingreso al laboratorio. NB: Norma Boliviana / AOAC: American Organization Analytical



## Anexo 4. Análisis de laboratorio variedad Kurmi

FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUÍMICAS  
 INSTITUTO DE SERVICIOS DE LABORATORIO DE DIAGNOSTICO E INVESTIGACIÓN EN SALUD  
 (SELADIS)  
 LABORATORIO DE BROMATOLOGIA  
 Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RELOAA)  
 Resolución Ministerial No.0177 Decreto Supremo No. 25729

	INFORME DE RESULTADOS		CODIGO:		
	LABORATORIO DE BROMATOLOGIA		1754		
Informe N°:	8/18				
Producto:	QUINUA KURMIS				
Marca:	S/M	Razón Social	ABIGAIL MENDOZA CONDORI		
Procedencia	No Indica				
Fecha de recepción muestra:	2018/2/6	Fecha de emisión de resultados:	2018/3/19		
Fecha de inicio de ensayos:	2018/2/12				

### RESULTADOS

ENSAYO REALIZADO	UNIDADES	RESULTADOS OBTENIDOS	METODO DE ENSAYO
PROTEINA	%	12.66.-	KJENDHAL
MAGNESIO	mg/100g	214.55.-	FOTOMETRIA
HIERRO	mg/100g	6.15.-	VOLUMETRIA
ZINC	mg/100g	5.08.-	VOLUMETRIA

NSD: No Se Detecta / SLR: Sin Límite de Referencia / EAA: espectro de absorción atómica/ /<LD menor al límite de detección.



  
 Dra. María O. Torrez T.  
 Bioquímica-Farmacéutica



Nota: Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingreso al laboratorio. NB: Norma Boliviana / AOAC: American Organization Analytical

## Anexo 5. Análisis de laboratorio variedad Surumi


FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUÍMICAS  
 INSTITUTO DE SERVICIOS DE LABORATORIO DE DIAGNOSTICO E INVESTIGACIÓN EN SALUD  
 (SELADIS)  
 LABORATORIO DE BROMATOLOGIA  
 Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RELOAA)  
 Resolución Ministerial No.0177 Decreto Supremo No. 25729

	INFORME DE RESULTADOS		CODIGO:	
	LABORATORIO DE BROMATOLOGIA		1755	
Informe Nº:	9/18			
Producto:	QUINUA SURUMI			
Marca:	S/M	Razón Social	ABIGAIL MENDOZA CONDORI	
Procedencia	No Indica			
Fecha de recepción muestra:	2018/2/6	Fecha de emisión de resultados:	2018/3/19	
Fecha de inicio de ensayos:	2018/2/12			

### RESULTADOS

ENSAYO REALIZADO	UNIDADES	RESULTADOS OBTENIDOS	METODO DE ENSAYO
PROTEINA	%	12.92.-	KJENDHAL
MAGNESIO	mg/100g	215.05.-	FOTOMETRIA
HIERRO	mg/100g	5.65.-	VOLUMETRIA
ZINC	mg/100g	4.32.-	VOLUMETRIA

NSD: No Se Detecta / SLR: Sin Limite de Referencia / EAA: espectro de absorción atómica/ /<LD menor al limite de detección.

  
 Dra. María O. Torrez T.  
 Bioquímica-Farmacéutica



Nota: Los resultados se refieren únicamente a la muestra que Ingreso al laboratorio. NB: Norma Boliviana / AOAC: American Organization Analytical



## FOTOGRAFIAS DEL EXPERIMENTO



**Fotografía 1** Variedades de quinua



Inacamaya



Amarantiforme



Huganda



Surumi



Kurmi



**Fotografía 2.** Cosecha de la Quinoa

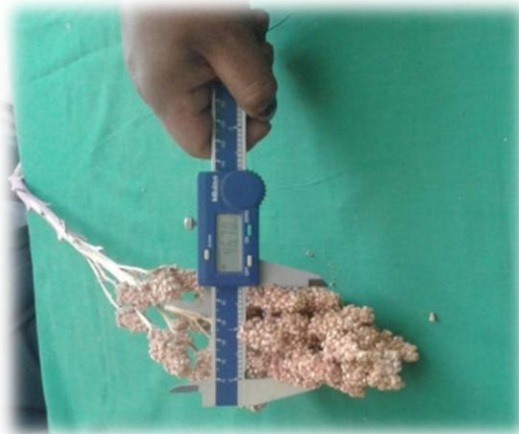


**Fotografía 3.** Altura de planta





**Fotografía 4.**Altura de Panoja



**Fotografía 5.** Longitud de Panoja



**Fotografía 6.** Trilla y Venteo



**Fotografía 7.**Variedades de Quinoa



**Fotografía 8.** Rendimiento de Grano



**Fotografía 9.**Peso hectolitrico



**Fotografía 10.** Diámetro del grano



**Fotografía 11.** Espesor del grano



**Fotografía 12.** Peso de 1000 granos