

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Escuela Profesional de Agronomía**

**RENDIMIENTO DE 16 CULTIVARES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) EN SIEMBRA DE OTOÑO, EN EL CENTRO EXPERIMENTAL AGRÍCOLA III LOS PICHONES  
TACNA - 2013**

**TESIS**

**Presentada por:**

**BACH. CESAR BELIZIANO MEDINA QUISPE**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TACNA - PERÚ**

**2016**

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Escuela Profesional de Agronomía**

**TESIS**

**RENDIMIENTO DE 16 CULTIVARES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) EN LA SIEMBRA DE OTOÑO, EN EL CENTRO EXPERIMENTAL AGRÍCOLA III LOS PICHONES TACNA - 2013**

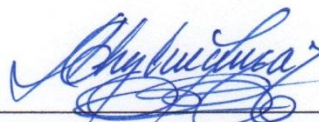
TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 29 DE DICIEMBRE DEL 2015, SIENDO EL JURADO CALIFICADOR:

PRESIDENTE:



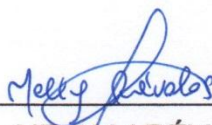
M.Sc. MAGNO SANTOS ROBLES TELLO

SECRETARIO:



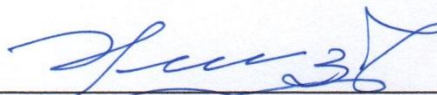
M.Sc. ARÍSTIDES CHOQUEHUANCA TINTAYA

VOCAL:



Dra. NELLY ARÉVALO SOLSOL

ASESOR:



M.Sc. NIVARDO NÚÑEZ TORREBLA

## DEDICATORIA

*A mis queridos padres, Esteban y Naty,  
por haberme apoyado en todo momento y el  
esfuerzo que hicieron posible la culminación  
de mis estudios.*

*A mis hermanos Alfredo, Marlene, Trillis  
y mi Enamorada por apoyarme siempre y a  
toda mi familia.*

*También a todos mis mentores, que  
durante mi formación personal y  
profesional tuvieron un consejo que  
brindarme y confiaron en mí.*

*A todos mis amigos que conocí durante mi  
estancia en la universidad, personas que  
fueron y son muy importantes en mi vida,  
gracias por todo.*

## AGRADECIMIENTOS

*A todos los catedráticos de la Escuela de Agronomía de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, quienes con sus lecciones y experiencias influyeron en mi formación profesional. Un agradecimiento muy especial a mi asesor MSc. Nivardo Nuñez Torreblanca, por su valiosa guía y gran apoyo y asesoramiento de la misma.*

*A mis jurados MSc. Magno Santos Robles Fello, MSc. Aristides Choquehuanca Tintaya y a Dra. Nelly Arévalo Solsol, por su guía y orientación en la conclusión de mi tesis.*

*A todos mis compañeros universitarios que ayudaron directamente o indirectamente en la realización de la misma, con los cuales compartí experiencias y vivencias inolvidables durante mi etapa universitaria.*

## CONTENIDO

DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	iv
CONTENIDO .....	v
ÍNDICE DE CUADROS .....	xi
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1 Descripción del problema .....	3
1.2 Formulación y sistematización del problema .....	5
1.2.1 Problema principal .....	5
1.2.2 Problemas secundarios .....	5

1.3	Delimitación de la investigación .....	5
1.3.1	Temporal .....	5
1.3.2	Espacial.....	5
1.4	Justificación .....	6
CAPÍTULO II: OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....		8
2.1	Objetivos .....	8
2.1.1	Objetivo general .....	8
2.1.2	Objetivos específicos: .....	8
2.2	Hipótesis .....	8
2.2.1	Hipótesis general .....	8
2.2.2	Hipótesis específica .....	9
2.3	Variables .....	9
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL .....		10
3.1	Aspectos generales .....	10
3.1.1	Generalidades.....	10

3.1.2	Genotipo y fenotipo .....	10
3.1.3	Origen e importancia de la quinua.....	11
3.1.4	Clasificación botánica .....	13
3.1.5	Descripción botánica.....	14
3.1.6	Fases fenológicas .....	18
3.1.7	Requerimientos del cultivo.....	25
3.2	Enfoques teóricos técnicos.....	32
3.2.1	Aspectos agronómicos del cultivo.....	32
3.3	Marco referencial .....	34
3.3.1	Producción de quinua .....	34
3.3.2	Internacionalización de la demanda de quinua .....	35
3.3.3	Valor nutricional de la quinua.....	35
3.4	Antecedentes de estudio .....	36
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....		42
4.1	Características del suelo .....	42

4.2	Características Climáticas .....	44
4.3	Tratamientos del experimento.....	45
4.4	Características de los cultivares de quinua.....	46
4.4.1	Salcedo-INIA.....	46
4.4.2	Illpa-INIA.....	46
4.4.3	Blanca de Juli.....	46
4.4.4	Kancolla.....	47
4.4.5	Chullpi .....	47
4.4.6	Negra Collana .....	48
4.4.7	Pandela .....	48
4.4.8	Huariponcho.....	48
4.4.9	Amarilla de Maranganí .....	49
4.4.10	Amarrilla Sacaca .....	49
4.4.11	Real boliviana.....	49
4.4.12	Jacha Grano.....	50

4.5	Variables de respuesta.....	50
4.6	Diseño experimental.....	53
4.7	Características del campo experimental.....	54
4.8	Análisis estadísticos.....	55
4.9	Distribución de tratamientos en el área experimental.....	56
4.10	Conducción del experimento.....	57
CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		64
5.1	Altura de planta (cm).....	64
5.2	Longitud de la panoja (cm).....	67
5.3	Ancho de panoja (cm).....	70
5.4	Peso fresco de planta (g).....	73
5.5	Peso fresco de Panoja (g).....	75
5.6	Peso seco de planta (g).....	78
5.7	Peso seco de panoja (g).....	80
5.8	Índice de cosecha. (IC).....	83

5.9	Índice de Desgrane. (ID).....	86
5.10	Rendimiento de grano (g) /planta.....	88
5.11	Rendimiento de grano kg /ha .....	91
5.12	Fases fenológicas (días) .....	94
5.13	Tamaño de grano (mm) .....	96
5.14	Análisis de correlación lineal .....	97
	CONCLUSIONES .....	100
	RECOMENDACIONES .....	101
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	102
	ANEXOS.....	107

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis Físico – Químico del suelo experimental del CEA III, los Pichones.....	43
Cuadro 2. Datos meteorológicos registrados durante el desarrollo del experimento, CEA III los Pichones. ....	44
Cuadro 3. Los tratamientos que se utilizaron fueron 16 cultivares de quinua.....	45
Cuadro 4. Cultivares de quinuas utilizadas en el experimento .....	58
Cuadro 5. Análisis de varianza de Altura de planta de 16 cultivares de quinua.....	64
Cuadro 6. Prueba de significación de Duncan de altura de planta (cm) de 16 cultivares de quinua. ....	65
Cuadro 7. Análisis de varianza de longitud de la panoja (cm) de 16 cultivares de quinua. ....	67

Cuadro 8. Prueba de significación de Duncan para longitud de panoja (cm) de 16 cultivares de quinua. ....	68
Cuadro 9. Análisis de varianza de ancho de panoja (cm) de 16 cultivares de quinua. ....	70
Cuadro 10. Prueba de significación de Duncan de ancho de panoja (cm) de 16 cultivares de quinua. ....	71
Cuadro 11. Análisis de varianza de peso fresco de la planta (g) de 16 cultivares de quinua. ....	73
Cuadro 12. Prueba de significación de Duncan de Peso fresco de la planta (g) de 16 cultivares de quinua. ....	74
Cuadro 13. Análisis de varianza de Peso fresco de panoja (g) de 16 cultivares de quinua. ....	75
Cuadro 14. Prueba de significación de Duncan de peso fresco de panoja (g) de 16 cultivares de quinua. ....	76
Cuadro 15. Análisis de varianza para Peso seco de la planta (g) de 16 cultivares de quinua. ....	78

Cuadro 16. Prueba de significación de Duncan para peso seco de planta (g) de 16 cultivares de quinua.....	79
Cuadro 17. Análisis de varianza de Peso seco de panoja (g) de 16 cultivares de quinua. ....	80
Cuadro 18. Prueba de significación de Duncan para Peso seco de Panoja (g) de 16 cultivares de quinua. ....	81
Cuadro 19. Análisis de varianza de índice de cosecha de 16 cultivares de quinua. ....	83
Cuadro 20. Prueba de significación de Duncan para Índice de Cosecha (IC) de 16 cultivares de quinua.....	84
Cuadro 21. Análisis de varianza de índice de Desgrane de 16 cultivares de quinua. ....	86
Cuadro 22. Prueba de significación de Duncan para Índice de Desgrane (ID) de 16 cultivares de quinua. ....	87
Cuadro 23. Análisis de varianza de rendimiento (g) /planta de 16 cultivares de quinua. ....	88
Cuadro 24. Prueba de significación de Duncan para rendimiento de grano (g) /planta, de 16 cultivares de quinua. ....	89

Cuadro 25. Análisis de varianza de rendimiento de grano por ha (kg) de 16 cultivares de quinua.....	91
Cuadro 26. Prueba de significación de Duncan de rendimiento (kg/ha) de 16 cultivares de quinua.....	92
Cuadro 27. Fases fenológicas de la quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> <i>Willd</i> ) de 16 cultivares de quinua en siembra de otoño.....	94
Cuadro 28. Tamaño de grano de 16 cultivares de Quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> , willd.) en siembra de otoño. ....	96
Cuadro 29. Correlación peso fresco de planta- rendimiento. ....	97
Cuadro 30. Correlación peso fresco panoja - rendimiento.....	97
Cuadro 31. Correlación peso seco planta- rendimiento.....	98
Cuadro 32. Correlación peso seco de panoja- rendimiento.....	98
Cuadro 33. Correlación rendimiento / planta- rendimiento .....	99

## RESUMEN

La presente tesis titulada, Rendimiento de 16 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* willd.) en siembra de otoño, en el Centro Experimental Agrícola III Los Pichones Tacna - 2013, Se empleó como material experimental cultivares de quinua Chullpi, Witulla, Amarilla Marangani, Amarilla Sacaca, Illpa INIA, Blanca Real, Pandela, kancolla, Huariponcho, Salcedo INIA, CLP 01, Real boliviana Pasankalla, Jacha Grano y Blanca Juli. El diseño experimental utilizado fue el diseño en bloques completos aleatorios con cuatro repeticiones. Los resultados se analizaron mediante análisis de varianza a un nivel de significación de 0,05 y 0,01 y la prueba de Duncan, en donde el cultivar Amarilla Sacaca obtuvo el mayor rendimiento de grano con 4 773,89 kg/ha.

**Palabras clave:** Cultivo, quinua, rendimiento

## **ABSTRACT**

This thesis entitled Performance of 16 cultivars of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) In autumn planting in Tacna Experimental Agrícola III Centro Los Pichones - 2013 cultivars of quinoa Chullpi, Witulla, Yellow Marangani, Amarilla was used as experimental material Sacaca, Illpa INIA, White Real, Pandela, Kancolla, Huariponcho, Salcedo INIA, CLP 01, Bolivian Real pasankalla, Jacha Grain and White Juli. The experimental design was randomized complete block design with four replications. The results were analyzed by analysis of variance at a significance level of 0.05 and 0.01 and Duncan test, where the cultivar Yellow Sacaca obtained the highest grain yield 4 773.89 kg / ha.

**Keywords:** Cultivation, quinoa, performance

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años la producción de quinua ha adquirido mayor importancia económica y gastronómica, la gran demanda externa de grano de quinua ha ocasionado el aumento de los precios de la quinua en el mercado nacional, limitando el consumo interno de la población. La FAO nombró al año 2013 como “El año internacional de la Quinua” dándole un mayor reconocimiento al valor nutritivo de la quinua, originario de la región andina de Sudamérica, el cual contiene los ocho aminoácidos básicos para la alimentación humana, además de proteínas.

En el Perú es cultivado por pequeños agricultores en una gran diversidad de las zonas agroclimáticas. Puno constituye el principal productor de quinua con aproximadamente el 82% de la siembra, le siguen Junín, Arequipa, Cuzco, Huancavelica, Ancash, Ayacucho, Apurímac. El rendimiento promedio a nivel nacional es de 1 300 kg/ha.

La quinua constituye una alternativa de explotación en el departamento de Tacna, debido a su gran adaptabilidad.

La demanda del grano no es abastecida debido al bajo rendimiento, siendo necesario elevar la producción y la productividad del cultivo, para

lo cual es necesario realizar comparaciones de rendimiento de los distintos cultivares de quinua de mayor aceptación en el mercado, a fin de determinar la que mejor se adapte y logre el mayor rendimiento, con el fin de asegurar y mejorar el nivel de vida socioeconómico de los agricultores.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción del problema**

La quinua es un grano andino que ha ganado prestigio internacional por su importante contenido de proteínas y minerales, esta característica ha hecho que sea muy solicitada en los países desarrollados, la población ha empezado a demandar productos saludables y naturales.

Actualmente Perú y Bolivia son los principales productores de quinua, En Perú, la ciudad Puno constituye el principal productor de quinua con aproximadamente el 82%, seguido de Junín, Arequipa, Cuzco, Huancavelica, Ancash, Ayacucho, Apurímac. Principalmente situados en la sierra peruana en donde su rendimiento promedio nacional es de 1 300 kg/ha.

A nivel nacional se conocen alrededor de 100 cultivares comerciales de quinua, cuyos granos presentan variados tamaños y colores, los cuales son preparados de diversas maneras para su consumo directo y transformados en múltiples derivados.

La demanda de productos nutritivos y orgánicos por los países desarrollados ha hecho que la quinua tenga gran aceptación, provocando el encarecimiento del grano, ya que la producción total se destina a mercados exteriores y restringiéndose su consumo local.

La quinua ha logrado adaptar a diferentes zonas de la costa gracias a sus características fisiológicas, las condiciones edafoclimáticas son favorables para su cultivo en la costa peruana y Tacna no es la excepción, aún se desconoce las variedades de quinua que pueden tener un buen rendimiento en condiciones de otoño y que sirvan como una alternativa para los productores de la zona, una particularidad de esta planta es que se comporta como una planta C4 siendo una C3, por ello en la presente investigación se estudió los diferentes cultivares a fin de evaluar los rendimientos, pues las condiciones climáticas hacen posible obtener rendimientos superiores y en menor tiempo a comparación de la sierra peruana.

## **1.2 Formulación y sistematización del problema**

### **1.2.1 Problema principal**

¿Qué cultivares de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) alcanzaran mayor rendimiento de grano en siembra de otoño en el C.E.A. III Los Pichones, Tacna 2013?

### **1.2.2 Problemas secundarios**

¿Cuál de las 16 cultivares de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) obtendrá el mayor rendimiento de grano en el Centro Experimental Agrícola III, Tacna 2013?

## **1.3 Delimitación de la investigación**

### **1.3.1 Temporal**

El experimento se desarrolló durante los meses de mayo del 2013 a octubre del 2014.

### **1.3.2 Espacial**

La presente investigación se llevó a cabo en el Centro Experimental Agrícola III “Los Pichones” de propiedad de la Universidad Nacional

Jorge Basadre Grohmann” ubicado a una altitud de 508 msnm 17° 59’ 38” latitud sur y 70° 14’ 22” latitud oeste.

#### **1.4 Justificación**

La quinua por sus elevadas cualidades nutricionales, al igual que otros granos y cultivos originarios de los andes, constituyo históricamente uno de los principales alimentos básicos del hombre andino, desconocido para gran parte del mundo aunque se cultive desde hace más de 7000 años en el altiplano andino, donde sirvió de alimentos básicos a antiguas civilizaciones (FAO,2013).

Hoy este cultivo ha tomado una inusitada importancia entre los agricultores y agroindustriales, como consecuencia de la promoción sobre sus bondades nutricionales que la quinua ofrece en sus grano esto ha hecho que la demanda de mercado aumente y a su vez requiere un incremento en la producción y la productividad del cultivo de quinua, para lo cual es necesario realizar comparaciones de rendimiento para la siembra de otoño y con ello contribuir en parte a la solución de la demanda.

En la actualidad en la región Tacna, no se conoce que variedades tienen mayor rendimiento en la costa. Por ello es importante determinar las variedades de alto rendimiento y de corto periodo vegetativo.

Tomando en consideración las condiciones donde se desarrolla el cultivo y la amplia variabilidad genética que se dispone, la quinua tiene una extraordinaria adaptabilidad a diferentes pisos agroecológicos. Se adapta a diferentes climas desde el desértico hasta climas calurosos y secos, el cultivo puede crecer con humedades relativas desde 40% hasta 88% de humedad, y la temperatura adecuada para el cultivo es de 38 °C, pero puede soportar temperaturas desde 4 °C hasta 38 °C.

Es una planta eficiente al uso de agua, es tolerante y resistente a la falta de humedad del suelo, obteniéndose producciones aceptables con precipitaciones de 100 a 200 mm, la quinua es una excelente alternativa de cultivo frente al cambio climático que está alterando el calendario agrícola y provocando temperaturas cada vez más extremas.

Lo que pretende demostrar el presente trabajo de investigación es determinar el cultivar de quinua de mayor rendimiento bajo condiciones agroclimáticas de Tacna.

## **CAPÍTULO II**

### **OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

#### **2.1 Objetivos**

##### **2.1.1 Objetivo general**

Evaluar el rendimiento de 16 cultivares de quinua en el CEA III los pichones en siembra de otoño en la localidad de Tacna.

##### **2.1.2 Objetivos específicos:**

Determinar el cultivar de mayor rendimiento de grano de quinua en siembra de otoño en el CEA III Los Pichones.

#### **2.2 Hipótesis**

##### **2.2.1 Hipótesis general**

Al menos un cultivar de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) tendrá un mayor rendimiento de grano que las demás.

### **2.2.2 Hipótesis específica**

Existe un cultivar de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) que logrará rendimientos aceptables en condiciones ambientales del CEA III Los Pichones en siembra de otoño.

### **2.3 Variables**

#### **a. Variable dependiente**

- Rendimiento de grano.

#### **b. Variable independiente**

- Cultivares de quinua.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL**

#### **3.1 Aspectos generales**

##### **3.1.1 Generalidades**

Cuando se introduce cultivares de un lugar a otro cuyas condiciones de altitud, latitud y factores climáticos son totalmente diferente, es necesario tener en cuenta ciertos conceptos básicos para realizar el trabajo de investigación.

##### **3.1.2 Genotipo y fenotipo**

El genotipo es la constitución genética del individuo y es el que determina el potencial para el desarrollo de la planta. El genotipo actúa bajo un determinado medio ambiente (MA) y como resultado origina el Fenotipo, el cual es la mayoría de los casos, detectable y mensurable. El fenotipo viene a constituir los caracteres morfológicos, anatómicos y fisiológicos de la planta. La resistencia a insectos, bacterias, Hongos, nematodos y virus, son caracteres que corresponden al fenotipo. En cambio aquellos factores invisibles que actuando sobre un medio

ambiente y que determinan esta clase de resistencia corresponde al genotipo del individuo.

### **Genotipo + Medio Ambiente = Fenotipo**

El fitomejorador genera o construye constantemente genotipos favorables que mayormente no pueden ser reconocidos por una simple inspección o análisis del fenotipo. Las mayores sustituciones genéticas en plantas cultivadas son reconocidas por que tienen precisas, definidas y consistentemente estables del fenotipo identificable; estos genes tienen efectos sobre los llamados "genes mayores". Su expresión es poco afectada por el medio ambiente y el fenotipo es generalmente exacto al genotipo (Chavez, 1990).

#### **3.1.3 Origen e importancia de la quinua**

La Quinua es una planta autóctona de los Andes y su origen se remonta alrededor del lago Titicaca. Se lo denomina el "grano de los Incas", pero se tiene vestigios de la existencia ya miles de años antes de los Incas; que indica que fue cultivada desde la época prehispánica (hace 3000 a 5000 años) en los Andes y domesticada en Bolivia, Perú y Ecuador. A raíz de la conquista española, se introdujo a América entre otros cultivos el trigo, por lo cual la quinua fue desplazada hacia tierras

más altas y disminuyó su producción al igual que otros cultivos que tradicionalmente habían venido manejando y consumiendo los nativos. Además, se dice que hay indicios de que los conquistadores descubrieron el alto contenido nutritivo de la quinua y prohibieron su cultivo para debilitar a la resistencia de los Incas. Es importante indicar que para esa época, la planta de la quinua en el Ecuador, casi había desaparecido.

Su consumo es ancestral en la dieta de la población campesina. Su cultivo fue artesanal en las zonas altas andinas hasta la década de los años 90, en que se produce una importante posibilidad de exportación a los mercados norteamericano y europeo (Palma, 2012).

También cultivada desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm, pero su mejor producción en calidad se consigue en el rango de 2500 m a 3800 m con una precipitación pluvial anual entre 250 mm y 500 mm y una temperatura media de 5 °C - 14 °C. Pero hoy en día se consiguen mayores rendimientos en la costa esto con tecnología diferente. En América Latina, Bolivia es el país con mayor exportación como quinua orgánica a USA y países europeos (Mujica, 2013).

Por la importancia que posee este grano andino, existen bancos de germoplasma en diferentes instituciones tales como el Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIEA), la Universidad Nacional del

Altiplano, Puno, y el Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA), Cusco que posee un total de 3000 accesiones, procedentes de diferentes condiciones agroecológicas (Mujica y Jacobsen, 1999).

#### **3.1.4 Clasificación botánica**

Este cultivo fue descrito por primera vez por el científico Alemán Luis Christian Willdnow (Tapia, 1979).

División : Fanerógamas

Clase : Angiospermas

Sub clase : Dicotiledóneas

Orden : Centrospermas

Familia : Quenopodiáceas

Género :Chenopodium

Especie : (*Chenopodium quinoa* Willd)

### **3.1.5 Descripción botánica**

#### **a) Planta**

La quinua es una planta anual, dicotiledónea, usualmente herbácea, que alcanza una altura de 2 a 3 m. Las plantas pueden presentar diversos colores que van desde verde, morado a rojo y colores intermedios entre estos (Mujica y Jacobsen, 1999).

#### **b) Raíces**

La raíz es pivotante y ramificada, con una profusión de raíces secundarias y terciarias que le permiten explorar el terreno por nutrientes y agua hasta una profundidad de 180 cm teniendo también alargamiento lateral, sus raicillas o pelos absorbentes nacen a distintas alturas. Tiene una relación alométrica entre parte aérea y subterránea, presenta un sistema radicular muy ramificado y sostenido firmemente al suelo, lo que permite suponer que tiene una mayor resistencia a la sequía (Ceron, 2002; Fontúrbel, 2003).

#### **c) Tallo**

El tallo Principal puede ser ramificado o no; esto depende del ecotipo, raza, densidad de siembra y de las condiciones del medio

en que se cultiven, es de sección circular en la zona cercana a la raíz, transformándose en angular a la altura de las ramas y hojas. Es más frecuente el hábito ramificado en las razas cultivadas en los valles interandinos del sur del Perú y Bolivia, en cambio el hábito simple se observa en pocas razas cultivadas en el altiplano y en una buena parte de las razas del centro y norte del Perú y Ecuador (Gandarillas, 1968 citado por FAO 2011, Tapia, 1990; Mujica, 1992).

#### **d) Hojas**

Las hojas son de carácter polimórfico en una sola planta; las basales son grandes y pueden ser romboidales o triangulares, mientras que las hojas superiores generalmente alrededor de la panoja son lanceoladas. Su color va desde el verde hasta el rojo, pasando por el amarillo y el violeta, según la naturaleza y la importancia de los pigmentos. Son dentadas en el borde pudiendo tener hasta 43 dientes. Contienen además gránulos en su superficie dándoles la apariencia de estar cubiertas de arenilla. Estos gránulos contienen células ricas en oxalato de calcio y son capaces de retener una película de agua, lo que aumenta la humedad relativa de la atmósfera que rodea a la hoja y,

consecuentemente, disminuye la transpiración (Tapia, 1990; Dizes y Bonifacio, 1992; Rojas, 2003).

#### **e) Inflorescencia**

La inflorescencia es racimosa y se denomina panoja por tener un eje principal más desarrollado, del cual se originan los ejes secundarios y en algunos casos terciarios. Fue Cárdenas 1944; citado por FAO (2011) quien agrupó por primera vez a la quinua por su forma de panoja, en amarantiforme, glomerulada e intermedia, y designó el nombre amarantiforme por el parecido que tiene con la inflorescencia del género *Amaranthus*. Según (Gandarillas 1968a; citado por FAO 2011) la forma de panoja está determinada genéticamente por un par de genes, siendo totalmente dominante la forma glomerulada sobre la amarantiforme, razón por la cual parece dudoso clasificar panojas intermedias.

La panoja terminal puede ser definida (totalmente diferenciada del resto de la planta) o ramificada, cuando no existe una diferenciación clara a causa de que el eje principal tiene ramas relativamente largas que le dan a la panoja una forma cónica peculiar; asimismo, la panoja puede ser suelta o compacta, lo que está determinado por la longitud de los ejes secundarios y

pedicelos, siendo compactos cuando ambos son cortos (Gandarillas, 1968, citado por FAO 2011).

#### **f) Flores**

Las flores son muy pequeñas y densas, lo cual hacen difícil la emasculación, se ubican en grupos formando glomérulos sésiles, de la misma coloración que los sépalos y, pueden ser hermafroditas, pistiladas o androestériles. Los estambres, que son cinco, poseen filamentos cortos que sostienen anteras basifijas y se encuentran rodeando el ovario, cuyo estilo se caracteriza por tener 2 ó 3 estigmas plumosos. Las flores permanecen abiertas por un período que varía de 5 a 7 días y como no se abren simultáneamente, se determinó que el tiempo de duración de la floración está entre 12 a 15 días (Heisser y Nelson, 1974, citado por FAO 2011, Mujica, 1992, Lescano, 1994).

#### **g) Fruto**

El fruto es un aquenio indehisciente que contiene un grano que puede alcanzar hasta 2.66 mm de diámetro de acuerdo a la variedad (Rojas, 2003, citado por FAO 2011). Según Tapia (1990), el perigonio cubre a la semilla y se desprende con facilidad al

frotarlo. El episperma que envuelve al grano está compuesto por cuatro capas: la externa determina el color de la semilla, es de superficie rugosa, quebradiza, se desprende fácilmente con agua, y contiene a la saponina.

### **3.1.6 Fases fenológicas**

La fenología, es el estudio de los cambios externos diferenciables y visibles que muestran las plantas como resultado de sus relaciones con las condiciones ambientales. En el caso de la quinua, se ha determinado que atraviesa por catorce fases fenológicas importantes y claramente distinguibles, ello con base en la observación de las diferentes accesiones del banco de germoplasma sembrados en varios años y localidades, así como observación del cultivo de distintas variedades en campo de agricultores, habiendo determinado y nominado las siguientes (Mujica, 2000).

#### **a) Emergencia**

Los cotiledones aun unidos, emergen del suelo a manera de una cabeza de fósforo, es distinguible cuando uno se pone al nivel del suelo, en esta etapa es muy susceptible al ataque de aves,

ocurre de los 5-6 días después de la siembra, en condiciones adecuadas de humedad.

#### **b) Hojas cotiledonales**

De los 7-10 días después de la siembra los cotiledones emergidos se separan y muestran las dos hojas cotiledones extendidas de forma lanceolada angosta, pudiendo observarse en el surco las plántulas en forma de hilera, en muchos casos se puede distinguir la coloración que tendrá la futura planta sobre todo las pigmentadas de color rojo o púrpura, también en esta fase es susceptible al daño de aves, debido a la carnosidad de sus hojas.

#### **c) Dos hojas verdaderas**

Es cuando, fuera de las dos hojas cotiledonales, aparecen dos hojas verdaderas extendidas que ya tienen forma romboidal y con nervaduras claramente distinguibles y se encuentran en botón foliar el siguiente par de hojas, ocurre de los 15-20 días de la siembra, mostrando un crecimiento rápido del sistema radicular.

#### **d) Cuatro hojas verdaderas**

En esta fase ya se observan dos pares de hojas verdaderas completamente extendidas y aún se nota la presencia de las hojas cotiledonales de color verde, encontrándose en botón 9 foliar las siguientes hojas del ápice de la plántula e inicio de formación de botones en las axilas del primer par de hojas; ocurre de los 25-30 días después de la siembra, en esta fase ya la planta tiene buena resistencia a la sequía y al frío.

#### **e) Seis hojas verdaderas**

Se observa tres pares de hojas verdaderas extendidas, tornándose de color amarillento las hojas cotiledonales y algo flácidas, se notan ya las hojas axilares, desde el estado de formación de botones hasta el inicio de apertura de botones del ápice a la base de la plántula, esta fase ocurre de los 35-45 días de la siembra (Mujica, 2000).

#### **f) Ramificación:**

La planta tiene ocho hojas verdaderas extendidas y extensión de las hojas axilares hasta la tercera fila de hojas en el tallo, las hojas cotiledonales se caen y dejan cicatrices claramente notorias

en el tallo, también se observa la presencia de la inflorescencia protegida por las hojas sin dejar al descubierto la panoja, ocurre de los 45 a 50 días de la siembra.

En esta fase se efectúa el aporque para las quinuas de valle, así mismo es la etapa de mayor resistencia al frío y se nota con mucha nitidez la presencia de cristales de oxalato de calcio en las hojas dando una apariencia cristalina e incluso de colores que caracterizan a los distintos genotipos; debido a la gran cantidad de hojas es la etapa en la que mayormente se consume las hojas como verdura, hasta esta fase el crecimiento de la planta pareciera lento, para luego alargarse rápidamente (Mujica, 2000).

#### **g) Inicio de Panojamiento**

La inflorescencia se ve que va emergiendo del ápice de la planta, observándose alrededor aglomeraciones de hojas pequeñas con bastantes cristales de oxalato de calcio, las cuales van cubriendo a la panoja en sus tres cuartas partes. Ello ocurre de los 55 a 60 días de la siembra; así mismo se puede ver amarillamiento del primer par de hojas verdaderas, se produce una elongación y engrosamiento del tallo. En esta fase, la parte más sensible a las heladas no es el ápice, sino por debajo de este y en

caso de severas bajas de temperatura que afectan a la planta, se produce el colgado del ápice.

#### **h) Panojamiento**

La inflorescencia sobresale con mucha nitidez por encima de las hojas superiores, notándose los glomérulos de la base de la panoja, los botones florales individualizados sobre todo los apicales que corresponderán a las flores pistiladas. Esta etapa ocurre de los 65 a 70 días de la siembra. Inicio de floración: En esta fase las flores hermafroditas apicales de los glomérulos conformantes de la inflorescencia se encuentran abiertos, mostrando los estambres separados de color amarillento, ocurre de los 75 a 80 días de la siembra, en esta fase es bastante sensible a la sequía y heladas, también ocurre amarillamiento y defoliación de las hojas inferiores sobre todo aquellas de menor eficiencia fotosintética.

#### **i) Floración**

Es cuando el 50 % de las flores de la inflorescencia principal se encuentran abiertas; esto ocurre de los 90 a 100 días de la siembra. Grano lechoso: Fase cuando los frutos al ser presionados entre las uñas de los dedos pulgares, explotan y dejan salir un

líquido lechoso, ocurre de los 100 a 130 días de la siembra. En esta fase el déficit de agua es perjudicial para la producción (Mujica, 2000).

**j) Grano acuoso**

Es cuando los frutos de la panoja están recientemente formados y al ser presionado por las uñas dejan un líquido acuoso algo espeso y de color cristalino, lo que ocurre de los 90 – 100 días después de la siembra, siendo muy corto este período (Mujica, 2013).

**k) Grano lechoso**

El estado de grano lechoso es cuando los frutos que se encuentran en los glomérulos de la panoja, al ser presionados explotan y dejan salir un líquido lechoso, lo que ocurre de los 100 a 130 días de la siembra, en esta fase el déficit hídrico es sumamente perjudicial para el rendimiento, disminuyéndolo drásticamente.

### **l) Grano pastoso**

El estado de grano pastoso es cuando los frutos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blanco, lo que ocurre de los 130 a 160 días de la siembra, en esta fase el ataque de la segunda generación de “Q’honaq’hona” (*Eurissacca quinoa*) causa daños considerables al cultivo, formando nidos y consumiendo el grano (Mujica, 2013).

### **m) Madurez fisiológica**

Es cuando el grano formado es presionado por las uñas, presenta resistencia a la penetración, Ocurre de los 160 a 180 días después de la siembra, el contenido de humedad del grano varía de 14 a 16%, el lapso comprendido de la floración a la madurez fisiológica viene a constituir el período de llenado del grano, así mismo en esta etapa ocurre un amarillamiento completo de la planta y una gran defoliación.

### **n) Madurez de cosecha**

Es cuando la planta es cosechada a madurez fisiológica, es emparvada y los granos que se encuentran en las panojas han perdido demasiada humedad que facilita la trilla y el

desprendimiento del grano dentro del perigonio se efectúa con gran facilidad, el contenido de humedad del grano varía entre 12-13%, ello ocurre de los 180 a los 190 días (Mujica, 2013).

### **3.1.7 Requerimientos del cultivo**

#### **a) Suelo**

La quinua prefiere un suelo franco, con buen drenaje y alto contenido de materia orgánica, con pendientes moderadas y un contenido medio de nutrientes, puesto que la planta es exigente en nitrógeno y calcio, moderadamente en fósforo y poco de potasio. También puede adaptarse a suelos franco arenosos, arenosos o franco arcillosos, siempre que se le dote de nutrientes y no exista la posibilidad de encharcamiento del agua (Quispe & Jacobsen, 1999).

#### **b) pH**

La quinua posee un amplio rango de crecimiento y producción a diferentes pH del suelo, se ha observado que da producciones buenas en suelos alcalinos de hasta 9 de pH, en los salares de Bolivia y de Perú, como también en condiciones de suelos ácidos encontrando el extremo de acidez donde prospera la quinua,

equivalente a 4,5 de pH, en la zona de Michiquillay en Cajamarca, Perú (Mujica, 1998).

La quinua puede germinar en concentraciones salinas extremas de hasta 52 mmhos/cm, y que cuando se encuentra en estas condiciones extremas de concentración salina el periodo de germinación se puede retrasar hasta en 25 días (Jacobsen, 1998).

### **c) Clima**

La quinua por ser una planta muy plástica y tener amplia variabilidad genética, se adapta a diferentes climas desde el desértico, caluroso y seco en la costa hasta el frío y seco de las grandes altiplanicies, pasando por los valles interandinos templados y lluviosos, llegando hasta las cabeceras de la ceja de selva con mayor humedad relativa y a la puna y zonas cordilleranas de grandes altitudes, por ello es necesario conocer que genotipos son adecuados para cada una de las condiciones climáticas (Mujica, 1998).

### **d) Agua**

La quinua es un organismo eficiente en el uso, a pesar de ser una planta C3, puesto que posee mecanismos morfológicos,

anatómicos, fenológicos y bioquímicos que le permiten no solo escapar a los déficit de humedad, sino tolerar y resistir la falta de humedad del suelo, a la quinua se le encuentra creciendo y dando producciones aceptables con precipitaciones mínimas de 200-250 mm anuales, como es el caso del altiplano sur boliviano, zonas denominadas Salinas de Garci Mendoza, Uyuni, Coipasa y áreas aledañas a Llica, lógicamente con tecnologías que permiten almacenar agua y utilizarlas en forma eficiente y apropiada así como con genotipos específicos y adecuados a dichas condiciones de déficit de humedad, sin embargo de acuerdo a los últimas investigaciones efectuadas se ha determinado que la humedad del suelo equivalente a capacidad de campo, constituye exceso de agua para el normal crecimiento y producción de la quinua, siendo suficiente solo de capacidad de campo ideal para su producción, por ello los campesinos tienen la perspectiva de indicar y pronosticar que en los años secos se obtiene buena producción de quinua y no así en los lluviosos, lo cual coincide exactamente con los resultados de estas nuevas investigaciones (Mujica, 1998).

En general, la quinua prospera con 250 a 500 mm de precipitación pluvial anual en promedio, en caso de utilizar riegos estos deben ser suministrados en forma periódica y ligeros, los

sistemas de riego pueden ser tanto por gravedad como por aspersión o goteo; se recomienda efectuar riegos por gravedad en la sierra y valles interandinos, utilizando poco volumen de agua y con una frecuencia de cada 10 días, considerando al riego como suplementario a las precipitaciones o como para adelantar las siembras, o cuando se presenten severas sequías, en caso de la costa donde no hay precipitaciones se recomienda utilizar riego por aspersión por las mañanas muy temprano o por las tardes, cerca al anochecer, para evitar la excesiva evapotranspiración y que el viento lleve las partículas de agua a otros campos y no se efectúe un riego eficiente (Mujica, 1998).

En caso de riego por aspersión, la experiencia nos ha demostrado que una frecuencia de dos horas cada seis días es suficiente para el normal crecimiento y producción de la quinua, en condiciones de costa árida y seca del Perú (Mujica, A.1998).

En el caso de utilizar riego por goteo, se debe sembrar en líneas de dos surcos para aprovechar mejor el espacio y la humedad disponible de las cintas de riego.

### **e) Temperatura**

La temperatura media adecuada para la quinua está alrededor de 15-20°C, sin embargo se ha observado que con temperaturas medias de 10°C se desarrolla perfectamente el cultivo, así mismo ocurre con temperaturas medias y altas de hasta 25°C, prosperando adecuadamente, al respecto se ha determinado que esta planta también posee mecanismos de escape y tolerancia a bajas temperaturas, pudiendo soportar hasta menos 8°C, en determinadas etapas fenológicas, siendo la más tolerante la ramificación y las más susceptibles la floración y llenado de grano (Mujica, 1998).

La quinua puede soportar hasta -4°C en determinadas etapas fenológicas, siendo más tolerante en ramificación y más susceptible en floración y llenado de granos.

Respecto a las temperaturas extremas altas, se ha observado que temperaturas por encima de los 38°C produce aborto de flores y muerte de estimas y estambres, imposibilitando la formación de polen y por lo tanto impidiendo la formación de grano (Junta del Acuerdo de Cartagena, 1990), caso observado en la zona de

Canchones en Iquique, Chile y común en los invernaderos de la sierra que no cuentan con mecanismos de aireación (Mujica, 1998).

#### **f) Radiación solar**

La radiación es importante, por que regula la distribución de los cultivos sobre la superficie terrestre y además influye en las posibilidades agrícolas de cada región. La quinua soporta radiaciones extremas de las zonas altas de los andes, sin embargo estas altas radiaciones permiten compensar las horas calor necesarias para cumplir con su período vegetativo y productivo. En la zona de mayor producción de quinua del Perú (Puno), el promedio anual de la radiación global (RG) que recibe la superficie del suelo, asciende a  $462 \text{ cal/cm}^2/\text{día}$ , y en la costa (Arequipa), alcanza a  $510 \text{ cal/cm}^2/\text{día}$ ; mientras que en el altiplano central de Bolivia (Oruro), la radiación alcanza a  $489 \text{ cal/cm}^2/\text{día}$  y en La Paz es de  $433 \text{ cal/cm}^2/\text{día}$ , sin embargo el promedio de radiación neta (RN) recibida por la superficie del suelo o de la vegetación, llamada también radiación resultante alcanza en Puno, Perú a 176 y en Arequipa, Perú a 175, mientras que en Oruro, Bolivia a 154 y en La Paz, Bolivia a 164, solamente, debido a la nubosidad y la radiación reflejada por el suelo (Frere et al., 1975). Vacher et al. (1998)

determinaron que las condiciones radiactivas en el Altiplano de Perú y Bolivia, aparecen muy favorables para la agricultura. Mencionan que una RG elevada favorece una fotosíntesis intensa y una producción vegetal importante, y además una RN baja induce pocas necesidades en agua para los cultivos (Mujica, et al 1998).

#### **g) Fotoperiodo**

La quinua por su amplia variabilidad genética y gran plasticidad, presenta genotipos de días cortos, de días largos e incluso indiferentes al fotoperiodo, adaptándose fácilmente a estas condiciones de luminosidad, este cultivo prospera adecuadamente con tan solo 12 horas diarias en el hemisferio sur sobre todo en los Andes de Sud América, mientras que en el hemisferio norte y zonas australes con días de hasta 14 horas de luz prospera en forma adecuada, como lo que ocurre en las áreas nórdicas de Europa. En la latitud sur a 15°, alrededor del cual se tiene las zonas de mayor producción de quinua, el promedio de horas de luz diaria es de 12 a 19. (Mujica, 1998).

## **h) Altitud**

La quinua crece y se adapta desde el nivel del mar hasta cerca de los 4,000 msnm. Quinuas sembradas al nivel del mar disminuyen su período vegetativo, comparados a la zona andina, observándose que el mayor potencial productivo se obtiene al nivel del mar habiendo obtenido hasta 7500 Kg/ha, con riego y buena fertilización (Mujica, 1998).

El ciclo vegetativo no sólo está en razón de las líneas o variedades, sino también de la altura del terreno en que se siembra, y de las condiciones atmosféricas. A mayor altura sobre el nivel del mar, se prolonga el ciclo vegetativo (Berti *et al.*, 2000).

## **3.2 Enfoques teóricos técnicos**

### **3.2.1 Aspectos agronómicos del cultivo**

La siembra se puede realizar al voleo, sobre todo cuando el suelo está bien preparado y no hay problemas de malezas. Este sistema de siembra se aconseja con líneas de quinua de tamaño pequeño o mediano y que no tengan muchas ramificaciones. Este sistema requiere mayor cantidad de semilla por superficie (Ceron, 2002).

El sistema más común de siembra es en surcos para facilitar las labores de deshierbas y aporques. En este caso se recomienda abrir surcos de más o menos 10 cm. de profundidad (Nieto *et. al.*, 1986).

La siembra en surcos puede hacerse depositando las semillas a chorro continuo, en dicha siembra se acostumbra a sembrar la quinua a distancia de 40 cm, para una sola línea, pero este sistema requiere más cantidad de semilla por área, y además se debe realizar un entresaque o raleo de las plantas menos vigorosas, cuando se hace el primer control de malezas (Berti *et al.*, 2000; Ceron, 2002).

El control de malezas se hace, por lo regular a mano. El primer desmalezamiento es entre los 25 a los 30 días, y luego a los 50 días con el aporque (Ceron, 2002).

La quinua es muy susceptible a los herbicidas, inclusive a los vapores que pueden llegar de cultivos aledaños (Barros, 2003).

La cosecha de quinua se hace una vez que las plantas han completado su ciclo vegetativo o sea, que se encuentra madura, presentando un amarillamiento total del follaje y los granos se encuentran casi duros a la presión de la uña. Para llegar a esta fase transcurren 5 a 8 meses, según el ciclo vegetativo de las variedades (Berti, 2000).

El ciclo vegetativo no sólo está en razón de las líneas o variedades, sino también de la altura del terreno en que se siembra, y de las condiciones atmosféricas. A mayor altura sobre el nivel del mar, se prolonga el ciclo vegetativo (Berti, 2000).

### **3.3 Marco referencial**

#### **3.3.1 Producción de quinua**

Los principales productores de quinua son en el Perú y Bolivia, dicha producción es mayormente consumida por las familias productoras, otra parte se vende en los mercados locales y solo un pequeño porcentaje de dicha producción es vendida a los mercados externos. También se viene incursionando con la siembra del cultivo en Argentina, Colombia y Chile.

Puno constituye el principal productor de quinua con aproximadamente el 82% de la siembra, le siguen en orden de importancia Junín, Arequipa, Cusco, Huancavelica, Ancash, Ayacucho y Apurímac (MINAG, 2015).

La producción del Perú ha crecido en 83,8% en los últimos 10 años, esto no sólo se ha debido al incremento de áreas cultivadas, sino principalmente al mayor rendimiento de la planta (Mujica, 2013).

Perú es el principal productor de quinua según la FAO. Igualmente, es el mayor exportador de quinua en el mundo. La exportación de quinua del Perú creció 81% en el último año, mientras que en la última década, la quinua peruana ha explicado el 52% de la producción mundial.

### **3.3.2 Internacionalización de la demanda de quinua**

Debido a sus cualidades nutricionales, la quinua tiene aceptación principalmente en los mercados internacionales de los Estados Unidos, Canadá y Japón, ya que por su calidad proteínica está considerada como uno de los mejores cereales del mundo. El mercado internacional demanda quinua de grano homogéneo en tamaño y color, libre de impurezas y con bajo contenido de saponina. Además se exige certificación como producto orgánico. El mercado de Japón es el más exigente en cuanto a calidad, ellos piden una certificación del grano, y la reprocesan para alcanzar los grados de calidad exigidos por sus consumidores (MINAG, 2011).

### **3.3.3 Valor nutricional de la quinua**

La quinua tiene un excepcional valor nutritivo, con proteínas de alto valor biológico y excelente balance de aminoácidos esenciales, ubicados en el endosperma o núcleo del grano, a diferencia de otros cereales que

los tienen en el exosperma o cáscara, como el arroz o trigo. Este cultivo ofrece la mayor cantidad de aminoácidos esenciales que cualquiera de los más importantes cereales del mundo.

### **3.4 Antecedentes de estudio**

**Conde (2014), en su estudio el “Comparativo de rendimiento de 7 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* willd.), en dos épocas de siembra en el Centro Experimental Agrícola III “Los Pichones” – Tacna.** Sus resultados indicaron que las dos épocas de siembra (agosto y setiembre), influyeron en la altura de planta, ancho de panoja, longitud de panoja y peso de panoja de las siete variedades de quinua estudiadas.

Las variedades con mayor altura de planta tanto en la primera como en la segunda época de siembra fueron: Illpa INIA con 178,33 cm y 222,91 cm; Salcedo INIA con 171,28 cm y 214,09 cm; Pasankalla con 170,46 cm y 213,08 cm. La variedad Kancolla mantuvo el ancho de panoja (16 cm) entre la primera y segunda época, las demás variedades mostraron una tendencia a disminuir en la segunda época con respecto a la primera, con excepción de Real que incrementó en 6 cm.

Las variedades que mantuvieron su longitud de panoja con muy poca variación en las dos épocas de siembra fueron: Kancolla, Salcedo INIA,

Illpa INIA; en tanto que la variedad Pasankalla incrementó su longitud de panoja. La variedad Salcedo INIA fue superior en peso de panoja con 337,50 g en la primera época; las variedades fueron similares en peso de panoja en la segunda época de siembra. Las épocas de siembra, no influyeron en el rendimiento de grano de las variedades; Kancolla rindió en promedio 3 112,50 kg/ha para ambas épocas; Real 2 702,50 kg/ha. Blanca de Juli con 2 045 kg/ha y Negra Collana con 1 750 kg/ha, fueron las menos rendidoras.

**Quispe (2013), en su estudio el “Comparativo de rendimiento de 12 variedades de quinua (*Chenopodium Quinoa* willd.), en dos siembra de Primavera en el Centro Experimental Agrícola III “Los Pichones” Tacna.** Sus resultados indicaron que Las variedades de quinua más rendidoras de grano en siembra de invierno fueron: Sacaca con 6 975 kg/ha, Witulla con 5 670 kg/ha y Chullpi con 3 280 kg/ha.

Simultáneamente se comportaron como las más tardías con períodos vegetativos de 152, 143 y 123 días respectivamente. Las variedades Pandela con 88 días, Real Boliviana con 98 días y Pasankalla con 111 días de período vegetativo, se comportaron como precoces; con rendimientos de grano de 2 273,4 kg/ha, 2 261,7 kg/ha y 2 168,4 kg/ha, respectivamente. Las variedades que desarrollaron las mayores alturas

de planta fueron: Sacaca con 2,068 m, Witulla con 1,611 m. Las variedades que expresaron menores altura de planta fueron: Real Boliviana y Pandela con 1,145 m y 1,029 m respectivamente. En longitud de panoja, destacaron las variedades Witulla, Negra Collana y Sacaca con 58,625 cm; 56,125 cm y 55,4 cm respectivamente. Las variedades con menor longitud de panoja fueron Pasankalla con 43,05 cm, Pandela con 39,30 cm y Real Boliviana con 38,475 cm.

En rendimiento de materia seca por planta destacaron las variedades Sacaca con 1 077,25 gramos, Witulla con 759,50 gramos y Salcedo INIA con 454 gramos. Las variedades con menores rendimientos de materia seca fueron Kancolla, Pasankalla y Pandela con 236,75; 219,25 y 196,50 gramos.

**Barrios (2014), en su investigación “Prueba de rendimiento de 18 cultivares promisorios de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en valle siembra de Otoño en La Yarada Baja “La Esperanza” – Tacna.** Sus resultados evidenciaron que el cultivar Amarilla Marangani obtuvo el mayor promedio en altura con 163,22 cm y 2446 g/planta, le sigue Amarilla Sacaca con 161,73 cm y los rendimientos de materia fresca para estos cultivares el cultivar Amarilla Marangani fueron de 200,35 g/planta. También señala que el cultivar Amarilla Marangani fue e que

presento el mayor peso y longitud de panoja fresca con 119,33g y 60 cm respectivamente; el cultivar Amarilla Sacaca con 21,57 g/panoja y 4 447 kg/ha fue en que presento mayor en cuanto a producción de grano por panoja y rendimiento en kg/ha para la época de estudio. El cultivar Amarilla Marangani obtuvo 90,42 g. Las variables rendimiento de materia fresca y de materia seca así como el peso de panoja seca tienen un alto grado de asociación con el variable rendimiento de grano por hectárea.

**Carpio (2013), en su investigación el “Comparativo de rendimiento de 7 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) En el valle de Ite, Provincia Jorge Basadre, Región Tacna”** sus resultados evidenciaron que el mayor rendimiento de grano, lo obtuvo el tratamientos T6 (Amarillo de Marangani); T1 (Salcedo INIA) y T4 (Pasankalla) que obtuvieron los mayores promedios con 2.69 t/ha, 2,53 t/ha y 2,20 t/ha respectivamente y al realizar el análisis de proteína destaca con 18,31% la variedad Amarilla de Marangani seguida de Kancolla con 17,34% respectivamente.

**Mamani (2007), realizó su investigación titulada “Respuesta a cinco niveles de nitrógeno en dos cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en condiciones de la localidad la Yarada,** sus resultados indicaron que el rendimiento de grano del cultivar

Toledo, de acuerdo con la función de respuesta encontrada, el cultivar Toledo, con un nivel de fertilización nitrogenada de 206,45 Kg/ha, alcanza un rendimiento de grano máximo de 4 317 kg/ha.

**Aquino (2006).** En su investigación titulada “Rendimiento de diez cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd ) en la provincia de Tarata” sus resultados fueron: En cuanto a la longitud de panoja, el cultivar Blanca de Junín fue superior en promedio con 28,850, seguido de Ayara con 26,850 y el cultivar BB con 25,525 cm. La Panoja con menor longitud le correspondió al cultivar Koyto con 18, 525 cm. El cultivar Nariño, desarrolló panojas más anchas en promedio con 4, 625 cm, seguido de Blanca de Junín con 4, 550 cm y BB con 4, 050 cm; en el último lugar se encuentra el cultivar Achachino con 3, 050 cm. Los cultivares que expresaron, los mayores rendimientos de grano fueron Nariño con 3 621,50 kg/ha, Ratuqui con 3 550, 90 kg/ha, Achachino con 3 080,200 kg/ha, que se comportan estadísticamente en forma similar. Los cultivares Pasankalla y Koyto fueron los menos rendidores de grano con 886, 000 kg/ha, que tienen también el mismo comportamiento estadístico.

**Alfaro (2006),** Desarrollo la investigación titulada “Comparativo de rendimiento de dieciséis genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd ), en condiciones de la localidad de la Yarada, sus resultados

demonstraron en cuanto a la variable altura de planta los cultivares, fue muy variado los que alcanzaron mayor altura son: Ecu-420 (140,75 cm), Masa-389 (96,65 cm), 24(80)3 (95,75 cm), 03-08-072RM (92,25 cm) y 03-08-907 (91,21 cm). En cuanto a rendimiento de grano, los cultivares Ecu-420 con un rendimiento de 3 824,79 kg/ha seguido de los cultivares G-205-95 (3 048,78 kg/ha), 24(80)3 (2 771,42 kg/ha), Masal-389 (2 235,61 kg/ha) y Utusaya (2 121,38 kg/ha) a distanciamiento de 0,80 m entre líneas.

**Pilco (1996), En su investigación titulada “Comparativo de rendimiento de 25 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en condiciones de la cooperativa hospicio 60 de la Yarada” evidencio que los cultivares que resultaron con mayores rendimientos fueron la, Amarilla Maranganí con 7142,85 kg/ha y el Quillahuamán INIA con 6190,47 kg/ha.**

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación se llevó a cabo en el centro experimental agrícola III los pichones. La cual se situó a una altitud de 535 msnm, 17°59'38" latitud sur y 70°14'22" latitud oeste.

El tipo de investigación fue experimental.

La población estuvo conformada por 16cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd).

#### **4.1 Características del suelo**

Para el análisis físico – químico del suelo bajo estudio, se realizó el muestreo a una profundidad de 30 cm, fue analizado en el laboratorio de suelos de la facultad de ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Nacional de San Agustín.

**Cuadro 1. Análisis Físico – Químico del suelo experimental del CEA III, los Pichones.**

<b>ANALISIS FISICO</b>	<b>RESULTADOS</b>
Arena	64,42
Limo	28,86
Arcilla	6,72
Textura	franco arenoso
<b>ANALISIS QUIMICO</b>	<b>RESULTADOS</b>
C.E. mmhos/cm	4,12
pH	5,00
Ca CO <sub>3</sub> %	0,00
M.O %	1,61
N %	0,08
P (ppm)	10,25
K <sub>2</sub> O (ppm)	196,74
<b>CATIONES CAMBIABLES(meq /100 g de suelo)</b>	<b>RESULTADOS</b>
CIC	14,52
Ca <sup>++</sup>	8,01
Mg <sup>++</sup>	1,22
K <sup>+</sup>	1,85
Na <sup>+</sup>	14,52

Fuente: Laboratorio de Suelos UNSA – AREQUIPA

El cuadro 01, del análisis físico químico reporto un suelo de textura franco arenoso, presenta un pH de 5 que según Guerrero (2000) es un suelo fuertemente ácido, el contenido de fósforo fue de 10,25 ppm considerado muy bajo, con una conductividad eléctrica de 4,12 dS/m siendo un suelo ligeramente salino.

El contenido de M.O. fue de 1,61 % considerado bajo y su CIC de 14,52 lo cual nos indica que se trata de un suelo poco fértil y su

valoración es considerada débil suelo pobre; necesita aporte de materia orgánica. El contenido de potasio es de 196,74 ppm considerado alto (Domínguez, 1990).

## 4.2 Características Climáticas

**Cuadro 2.** Datos meteorológicos registrados durante el desarrollo del experimento, CEA III los Pichones.

	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT
Temperatura Max. (°C)	21,90	19,70	18,90	19,20	21,60	22,90
Temperatura Min. (°C)	12,70	10,80	10,0	10,30	11,50	12,30
Humedad relativa (%)	78	80	82	82	80	78
Precipitación (mm)	0,2	0,4	0,9	1,9	0,9	0,2
Heliofania	5,7	5,0	5,6	6,2	6,8	7,6

Fuente: SENAMHI – TACNA (2013)

El cuadro 02, La temperatura media adecuada para la quinua está alrededor de 15-20°C, sin embargo se ha observado que con temperaturas medias de 10°C se desarrolla perfectamente el cultivo por lo cual estos datos se asemeja a lo registrado SENAMHI en los meses que se realizó el presente trabajo experimental que fue de mayo hasta agosto del 2013.

### 4.3 Tratamientos del experimento.

**Cuadro 3.** Los tratamientos que se utilizaron fueron 16 cultivares de quinua.

Tratamientos	Cultivares	Procedencia
t <sub>1</sub>	Chullpi	Puno
t <sub>2</sub>	Witulla	Puno
t <sub>3</sub>	Amarilla Marangani	Cuzco
t <sub>4</sub>	Amarilla Sacaca	Cuzco
t <sub>5</sub>	Illpa INIA	Puno
t <sub>6</sub>	Blanca real	Tacna
t <sub>7</sub>	Negra Collana	Puno
t <sub>8</sub>	Pandela	Bolivia
t <sub>9</sub>	kancolla	Puno
t <sub>10</sub>	Huariponcho	Puno
t <sub>11</sub>	Salcedo INIA	Puno
t <sub>12</sub>	CLP 01	Bolivia
t <sub>13</sub>	Real boliviana	Bolivia
t <sub>14</sub>	Pasankalla	Puno
t <sub>15</sub>	Jacha grano	Bolivia
t <sub>16</sub>	Blanca Juli	Puno

Fuente. Elaboración propia

## **4.4 Características de los cultivares de quinua**

### **4.4.1 Salcedo-INIA**

Selección surco-panoja var. “real boliviana x sajama”, en la estación experimental de Patacamaya, introducido en Puno en 1989, grano grande de 1,8 a 2 mm de diámetro de color blanco, panoja glomerulada, periodo vegetativo de 160 días (precoz), rendimiento 2500 Kg/ha, resistente a heladas (- 2C), tolerante al mildiu (Mujica, A.).

### **4.4.2 Illpa-INIA**

Esta variedad se genera a partir de la cruce de las variedades (sajama x blanca de Juli), realizado en los campos experimentales de Salcedo-Puno, en el año de 1985, presenta tamaño de grano grande de 1,8 a 2mm de diámetro, de color blanquecino, panoja glomerulada, periodo vegetativo de 150 días (precoz), rendimiento promedio 3,083 Kg/ha, resistente heladas, tolerante al mildiu (Apaza, V.).

### **4.4.3 Blanca de Juli**

Selección de ecotipos locales de Juli-Puno grano mediano con 1,4 a 1,8 de diámetro, de color blanco, semidulce, tipo de panoja glomerulada algo laxa, periodo vegetativo 160 a 170 días (semitardia), rendimiento

2500 Kg/ha, tolerancia intermedio al mildiu, apta para zona circunlacustre, zonas de Juli, Pomata, Zepita, Península de Chucuito (Morales, A.).

#### **4.4.4 Kancolla**

Obtenido por la selección masal de ecotipos de Cabanillas (Puno), grano mediano de 1,6 a 1,9 mm de diámetro, de color blanco o rosado, alto contenido en saponina, tipo de panoja glomerulada, periodo vegetativo 160 a 180 días (tardía) rendimiento 3500 Kg/ha, tolerancia intermedia al mildiu, muy atacado por la kcona kcona (*Eurysacca quinoa* Povof.), recomendable para zonas alejadas del lago Titicaca, como Juliaca, Cabanillas, Azángaro. (Flores, F. 1960).

#### **4.4.5 Chullpi**

Es una variedad exquisita y Premium de las variedades de quinuas blancas perlada existente en el Perú, es más menuda que las demás y de apariencia dorada. Grano pequeño de 1,2 mm de diámetro, de color blanco, contenido de saponina dulce, tipo de panoja glomerulada, tamaño de panoja 10 a 20 cm, rendimiento de 3500 kg/ha, tolerante intermedio al mildiu. (ANPE PERU Y CONCYTEC)

#### **4.4.6 Negra Collana**

Es de amplia base genética, ya que es un compuesto por 13 accesiones provenientes de 12 localidades, comúnmente conocidas como quytujiwras (Puno), grano mediano de 1,6 mm de diámetro, de color negro, alto contenido en saponina, tipo de panoja glomerulada, periodo vegetativo 140 días (tardía), rendimiento de 3 100 Kg/ha, tolerancia intermedia al mildiu (INIA Puno).

#### **4.4.7 Pandela**

Variedad procedente de Bolivia presenta grano de forma cónica, color fuego y de un tamaño de 2,2 a 2,8 mm, tiene altura de planta que fluctúa de 0,70 m a 1,20m. Su rendimiento de grano esta entre 1 500 a 3 360 kg/ha, (UNA- CIP-DANIDA).

#### **4.4.8 Huariponcho**

Originaria del Perú, cuya altura no sobrepasa el metro de altura; coloración de color anaranjado, tolerante a heladas con alto contenido de saponina. Pericarpio amarillo, epispermo blanco. Preferido para mazamorra con sal, pasteles (quispiño). Resistente al ataque de aves y roedores, rendimiento alcanza hasta 4 288 kg/ha (UNA- CIP-DANIDA).

#### **4.4.9 Amarilla de Maranganí**

Es una variedad que resulto de selección masal de zona de Sicuani (Cusco),de grano de color amarillo, con alto contenido de saponina, panoja tipo amarantiforme, con rendimiento de 3 500 Kg/ha, tiene un periodo vegetativo de 210 días, es resistente al ataque de mildiu. (INIA-CUSCO).

#### **4.4.10 Amarrilla Sacaca**

La quinua INIA 427 - Amarilla Sacaca, corresponde a la colección SP-AM-SACACA procedente de la comunidad campesina de Sacaca – Pisac – Calca – Cusco que en los procesos de evaluación y selección de las colecciones de la Región Cusco y Apurímac demostró ventajas competitivas; Fecha de liberación-October 2011, Estación Experimental Agraria- (Andenes – Cusco), Adaptación-Valles interandinos 2 750 a 3 650 msnm, Periodo vegetativo de 160 - 180 días, Rendimiento comercial 2,3 t/ha, Rendimiento potencial 3,5 t/ha. (INIA-CUSCO).

#### **4.4.11 Real boliviana.**

Procedencia de altiplano boliviana, seleccionada por su alta calidad de grano (gran tamaño), de color de planta marfil claro, su periodo vegetativo es relativamente corto (Proimpa, 2012)

#### **4.4.12 Jacha Grano**

El cultivar Jacha Grano es un cultivar de quinua que se han obtenido por fitomejoramiento convencional y que por su semi precocidad se pueden sembrar desde el Altiplano de transición Sur-Central, Altiplano central, Altiplano norte y hasta los valles de Bolivia; y es una prueba de que solo utilizando la variabilidad genética de la especie se puede obtener cultivares adaptados a diferentes zona agro ecológicas(Proimpa, 2012).

#### **4.5 Variables de respuesta**

##### **a. Altura de planta (cm)**

Se determinó midiendo desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la panoja, se tomó el promedio de diez plantas (plantas/unidad experimental). En los estados fenológicos

##### **b. longitud de panoja (cm)**

Se determinó del promedio de 10 plantas unidad experimental, midiendo la longitud desde la base de la panoja hasta el ápice de la panoja, y el ancho midiendo desde el tercio interior de la panoja.

**c. Ancho de panoja (cm)**

Se determinó al momento en la fase fenológica de madurez fisiológica, considerando 10 plantas por unidad experimental. El ancho de panoja se midió en la zona central de la misma.

**d. Peso fresco de planta**

Resultado del peso fresco de 10 plantas por unidad experimental en la etapa de madures fisiológica.

**e. Peso fresco de panoja**

Resultado del peso fresco de 10 plantas por unidad experimental en la etapa de madures fisiológica. Esto en el momento de la cosecha.

**f. Peso seco de planta**

Resultado del peso seco de planta al ambiente, de 10 plantas por unidad experimental esto después de cosechado.

**g. Peso seco de panoja**

Resultado del peso seco de la panoja al ambiente, de 10 plantas por unidad experimental esto después de cosechado.

#### **h. Rendimiento de grano**

Se obtendrá del peso del grano limpio que se determinara basándose el rendimiento por unidad experimental de los tratamientos, los cuales se realizó la conversión a t/ha.

#### **i. Rendimiento grano/planta (g)**

Se obtendrá del grano limpio cosechado y peso esta expresado en gramos.

#### **j. Índice de cosecha.**

Se calculó después de la cosecha, con la siguiente relación:

$$I.C = \frac{\text{Peso seco de grano}}{\text{Peso seco de planta}}$$

#### **k. Índice de desgrane**

Se calculó después de la cosecha, con la siguiente relación:

$$ID = \frac{\text{Peso seco de grano}}{\text{Peso seco de panoja}}$$

## I. Tamaño de grano

El calibre de grano de cada variedad se evaluó inmediatamente después de la trilla. Para ello se utilizó tamices con mallas de diferentes medidas: 1,18; 1,7; 2; 2,36 (mm). Se tomó 1000 g de cada tratamiento y se tamizó.

### 4.6 Diseño experimental

El diseño utilizado fue bloques completos aleatorizado (DBCA) y 4 repeticiones, cuyo modelo fue:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + t_i + e_{ij}$$

Donde:

$\mu$  = es el efecto medio

$\beta_j$  = efecto del *j*-ésimo bloque

$t_i$  = es el efecto del *i*-ésimo tratamiento

$e_{ij}$  = es el efecto verdadero de la *j*-ésima unidad experimental, sujeta al *i*-ésimo tratamiento (error experimental.)

## 4.7 Características del campo experimental

### A. Campo experimental

Largo	:30 m
Ancho	:30 m
Área total	:900 m <sup>2</sup>
Número de líneas del campo experimental	:16
Separación entre líneas	: 2 m

### B. Bloque experimental.

Largo	:30 m
Ancho	:7,5 m
Área	:225m <sup>2</sup>

### C. la unidad experimental

Largo de unidad experimental	: 6,5 m
Ancho de unidad experimental	: 2 m
Área total de unidad experimental	: 13 m <sup>2</sup>
Distanciamiento entre plantas	: chorro continuo
Distanciamiento entre líneas	: 2

#### **4.8 Análisis estadísticos**

Para el análisis estadístico se utilizó el análisis de varianza, la prueba estadística correspondió a la prueba de F a un nivel de significación  $\alpha$  0,05 y 0,01, para la comparación de medias de tratamientos se utilizó la prueba de Duncan a un nivel de significación  $\alpha$  0,05.

#### 4.9 Distribución de tratamientos en el área experimental

↖ N.M.

CULTIVO DE ARVEJA

<b>BLOQUE I</b>	T16	T15	T14	T13	T12	T4	T11	T10	T9	T8	T7	T5	T6	T3	T2	T1
-----------------	-----	-----	-----	-----	-----	----	-----	-----	----	----	----	----	----	----	----	----

<b>BLOQUE II</b>	T5	T10	T7	T11	T4	T15	T3	T6	T13	T8	T2	T1	T14	T9	T16	T12
------------------	----	-----	----	-----	----	-----	----	----	-----	----	----	----	-----	----	-----	-----

<b>BLOQUE III</b>	T12	T16	T10	T15	T11	T1	T13	T5	T6	T8	T7	T2	T14	T9	T3	T4
-------------------	-----	-----	-----	-----	-----	----	-----	----	----	----	----	----	-----	----	----	----

<b>BLOQUE IV</b>	T2	T3	T6	T14	T1	T9	T16	T7	T11	T10	T15	T8	T13	T5	T12	T12
------------------	----	----	----	-----	----	----	-----	----	-----	-----	-----	----	-----	----	-----	-----

PARED

## **4.10 Conducción del experimento**

### **a. Preparación de terreno**

La roturación de terreno se realizó en el mes de abril, el mullido de los terrones se realizó con una rastra, la pasada de rastra se efectuó en forma cruzada, con el fin de lograr un buen mullido del terreno y la respectiva nivelación del terreno y así facilitar el riego uniforme para todas las líneas y por lo tanto se asegura una germinación uniforme de las semilla. Junto con la preparación de terreno se aplicó estiércol a razón de 4,5 toneladas por hectárea para mejorar la capacidad retentiva de la humedad del suelo.

### **b. Tendido de cintas y marcación del terreno.**

La instalación de cintas de riego se realizó con un distanciamiento de 2 m entre surcos, luego se procedió a la marcación del terreno, de acuerdo al croquis; ubicando los bloques, calles, unidades experimentales y posteriormente la colocación de carteles para identificar de cada bloque y unidad experimental.

### c. Siembra

Se efectuó el 31 de Mayo del 2013, durante la estación de Otoño a chorro continuo a una profundidad de 1 cm, a un solo lado de la cinta con tapado superficial para facilitar la germinación.

**Cuadro 4.** Cultivares de quinuas utilizadas en el experimento

<b>Salares (Bolivia)</b>	<b>Valle (Cuzco)</b>	<b>Altiplano (Puno)</b>
Real Boliviana	Amarilla Marangani	Blanca Juli
Jacha grano	Amarilla Sacaca	Blanca Real
Pandela		Negra Collana
CLP 01		Chullpi
		Huariponcho
		Salcedo INIA
		Illpa INIA
		Witulla
		Pasankalla
		Kancolla

Fuente. Elaboración propia

### d. Riego

Los riegos se aplicaron mediante el sistema de riego localizado por goteo los primeros días después de la siembra con una

frecuencia de 2 días durante la primera semana, para asegurar la germinación y tratando de lavar las sales posibles; a partir de la segunda semana el riego fue con una frecuencia de 2 veces por semana, con periodos de riego de 1,5 horas, lo que permitió mantener la humedad del suelo próximo a la capacidad de campo, los riegos duraron hasta que el grano de la planta este duro; esto es en la fase de madures fisiológica.

#### **e. Aplicación de los fertilizantes**

La fertilización se realizó teniendo como referencia la siguiente formulación 180-90-0 de N – P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – K<sub>2</sub>O.

Fuentes de nutrientes:

1.-Urea al 46% de nitrógeno.1

2.-Fosfato diamonico al 46% de fosforo y 18% de nitrógeno.

La aplicación de los fertilizantes se distribuyó de la siguiente manera: La primera aplicación fue antes de la siembra donde se depositó todo el fertilizante fosforado, todo el fertilizante potásico, se precedió a tapar con una capa de tierra y humedad. La segunda aplicación fue a seis hojas de la planta donde se aplicó la mitad del fertilizante nitrogenado y La tercera aplicación se hizo en inicio de

floración, donde se aplicó la otra mitad del fertilizante nitrogenado, se realizó con un plan de fertirrigación.

#### **f. Deshierbo**

Para evitar los efectos negativos de las malezas se realizó en tres oportunidades, el primero cuando las plantas de quinua alcanzaron una altura aproximada de 5 cm, luego se repitió esta labor hasta dos oportunidades más.

Las malezas de mayor incidencia fueron: *Malva parviflora* “Malva” y *Amaranthus spp* “yuyo”.

#### **g. Raleo o Entresaque**

Esta labor se realizó cuando la planta tenía unos 10 cm simultáneamente con los primeros deshierbos con la finalidad de reducir y uniformizar la densidad de siembra, eliminando el resto de plantas débiles y pequeñas.

#### **h. Rouguing**

Es llamado también purificación varietal, consiste en descartar y eliminar plantas o genotipos deformes, muy grandes o pequeños, plantas viróticas, etc, se realizó antes de la fase de inicio de

floración eliminado las plantas anormales, y sobre todo las que no pertenecen al cultivar, evitando así cruza entre los cultivares en estudio.

#### **i. control fitosanitario**

- **Plagas**

La incidencia de plagas se evaluó en el transcurso del ciclo vegetativo del cultivo, mediante la observación visual de las mismas; las más frecuentes fueron:

- **Gusano de tierra** (*Prodenia spp.*)

Se presentó cuando la planta tuvo el primer par de hojas hasta los tres pares de hojas.

- **Mosca minadora** (*Liriomiza huidobrensis*)

La mayor incidencia se dio cuando la planta tenía dos pares de hojas.

- **Gusano ejército** (*Copitarsia turbata*)

Su aparición se dio mayormente en ramificación y posteriormente en grano pastoso.

- **Pulgones** (*Myzus persicae*)( *Aphis gossypii*)

Su mayor incidencia se dio cuando la planta esta en grano lechoso y pastoso.

- **Trips (*thrips sp*)**

Su mayor incidencia se dio cuando la planta se encontraba en grano pastoso hasta la cosecha.

- **Chinche**

Su mayor daño se dio cuando la planta se encontraba en grano pastoso y madurez fisiológica.

• **Enfermedades**

- **Chupadera ( *Rhizoctonia sp.* , *Fusarium sp* )**

Se presentó en mayor incidencia desde la germinación hasta dos hojas verdaderas. Se presentó en forma ligera en algunos lugares y en otro leve.

- **Mildiu (*Peronospora farinosa*)**

Su mayor incidencia fue cuando en la etapa de grano lechoso hasta la cosecha. Lo cual se observó que los cultivares procedentes de puno tienen mayor resistencia a esta enfermedad.

## **j. Cosecha**

La cosecha se efectuó a medida que los cultivares alcanzaban la madurez fisiológica. Se procedió a segar las líneas eliminando 1m en cada extremo y los surcos laterales para evitar el efecto de borde.

Las muestras cosechadas se utilizan para efectuar el análisis de los datos (altura, peso de planta, granos, otros), se preparó en recipientes debidamente etiquetados por cultivares y por parcela luego se emparvo para el secado, la trilla se efectuó manualmente evitando la pérdida de granos por efecto del golpe. Luego se procedió al venteado para separar la broza del grano. El grano limpio se pesó para determinar por parcela y por hectárea.

Las características que determinarán la madurez son: grano duro, cambio de color de la panoja y cambio de color de las hojas.

La cosecha se inició el 28 de agosto del 2013, para variedades precoces, el 15 de septiembre del 2014 para semi tardías y finalizando el 20 de octubre para las variedades tardías.

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1 Altura de planta (cm)

**Cuadro 5. Análisis de varianza de Altura de planta de 16 cultivares de quinua**

F. DE V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F $\alpha$		
					0,05	0,01	SIG
Bloques	3	185,68	61,89	1,04	2,82	4,27	NS
Tratamientos	15	24 726,15	1 648,41	27,78	1,90	2,47	**
Error Exp.	45	2 669,93	59,33				
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>	<b>27 581,76</b>					<b>C.V.=5,61 %</b>

**Fuente:** Elaboración propia

El análisis de varianza de altura de planta, cuadro 05, demostró que no existen diferencias estadísticas entre bloques. Para los tratamientos se encontró diferencias altamente significativo.

El coeficiente de variabilidad fue de 5,61%.

**Cuadro 6. Prueba de significación de Duncan de altura de planta (cm) de 16 cultivares de quinua.**

O.M.	Tratamiento	Promedio (cm)	Significación $\alpha = 0,05$
1	Amarilla Marangani	184,88	a
2	Amarilla Sacaca	178,05	a
3	Witulla	162,18	b
4	Blanca Real	143,03	c
5	Negra Collana	140,10	cd
6	Salcedo INIA	133,78	cde
7	Chullpi	133,20	cde
8	Pandela	130,18	cde
9	Kancolla	129,88	cde
10	Blanca de Juli	125,98	def
11	Real Boliviana	125,73	def
12	Illpa INIA	125,70	def
13	Pasankalla	125,63	def
14	Huariponcho	124,68	def
15	Jacha grano	118,80	f
16	CLP 01	116,60	f

**Fuente:** Elaboración propia.

El cuadro 06, prueba de significación de Duncan mostró que los promedios de altura de planta; sobresalieron, Amarilla Marangani y Amarilla Sacaca son 184,88 y 178,05 cm respectivamente, resultando estadísticamente similares; le siguen en el tercer y cuarto lugar los cultivares Witulla y blanca Real con valores promedios de 162 y 143,03 cm superando estadísticamente a los cultivares Jacha grano y CLP 01 que obtuvieron los menores promedios con 118,80 y 116,60 cm

respectivamente. Al compararlo con los obtenidos por Quispe (2014) en siembra en invierno indica que la mayor altura de planta fue 206,8 y 161,1 cm que correspondió a los cultivares Amarilla Sacaca y Witulla, promedio mayores a los obtenidos en la presente investigación se puede inferir que la época de siembra afecta la producción de quinua, asimismo las respuestas de los cultivares para esta variable probablemente obedezcan a las características morfológicas propias de cada cultivar, en relación con las condiciones climáticas de época de otoño, asimismo estos resultados difieren por los obtenidos por Barrios (2014) en La Yarada baja en siembra de otoño quien reportó valores en altura de planta en sus cultivares, fue muy variado los que alcanzaron mayor altura son: Amarilla Marangani con 163,48 cm, y Amarilla Sacaca con 161,73 cm.

## 5.2 Longitud de la panoja (cm)

**Cuadro 7.** Análisis de varianza de longitud de la panoja (cm) de 16 cultivares de quinua.

F. DE V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F $\alpha$		Sig.
					0,05	0,01	
BLOQUES	3	51,70	17,23	3,07	2,82	4,27	*
TRATAMIENTOS	15	2 009,13	133,94	23,90	1,90	2,47	**
ERROR EXP.	45	252,20	5,60				
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>	<b>2 313,03</b>				<b>C.V.= 5,73 %</b>	

**Fuente:** Elaboración propia

El análisis de varianza de longitud de panoja, cuadro 07, muestra que hubo diferencias estadísticas entre bloques, para los tratamientos alta significancia estadística, por lo que se puede señalar que la longitud de panoja de los cultivares fueron diferentes entre sí.

El coeficiente de variabilidad fue de 5,73 % aceptable para las condiciones del ensayo

**Cuadro 8.** Prueba de significación de Duncan para longitud de panoja (cm) de 16 cultivares de quinua.

O.M.	Tratamientos	Promedio (cm)	Significación $\alpha = 0,05$
1	Witulla	53,65	a
2	Negra Collana	49,48	a
3	Kancolla	46,30	b
4	Pandela	46,28	b
5	Huariponcho	43,65	bc
6	Pasankalla	43,33	bc
7	Blanca de Juli	41,23	cd
8	Real Boliviana	40,93	cd
9	Chulpi	40,33	de
10	Amarilla Marangani	40,03	de
11	Blanca Real	38,88	de
12	Amarilla Sacaca	38,83	de
13	Jacha grano	38,68	ef
14	CLP 01	33,75	f
15	Illpa INIA	32,85	f
16	Salcedo INIA	32,73	f

**Fuente:** Elaboración propia.

El cuadro 08, de Duncan muestra los promedios de longitud de panoja donde destaco el cultivar Witulla con 53,65 cm y seguido de Negra Collana con 49,48 cm sobresaliendo estadísticamente sobre los demás, le siguen en el tercer y cuarto lugar los cultivares Kancolla y Pandela con valores promedios de 46,30 y 46,28 cm superando estadísticamente a los cultivares Illpa INIA y Salcedo INIA que obtuvieron los menores promedios de 32,85 y 32,73 cm respectivamente, Al

compararlo con los obtenidos por Quispe (2014) en su investigación de siembra en invierno logró una longitud de panoja con la variedad Witulla de 58,63 cm y Negra Collana con 56,13 cm, superiores en comparación a la investigación, estas respuestas de los cultivares probablemente obedezcan a las características morfológicas propias de cada variedad, en relación con las condiciones climáticas de época de otoño.

Asimismo Barrios (2014) en La Yarada baja en siembra de otoño reporto valores de longitud panoja: para Amarilla Marangani de 59,90 cm y Huariponcho con 56,06 cm; Conde (2014) en siembra de primavera obtuvo para Negra Collana 75,88 cm y para Blanca de Juli 75,38 cm, de longitud de panoja, superiores a los obtenidos en la presente investigación.

### 5.3 Ancho de panoja (cm)

**Cuadro 9.** Análisis de varianza de ancho de panoja (cm) de 16 cultivares de quinua.

F. DE V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F $\alpha$		Sig.
					0,05	0,01	
BLOQUES	3	1,281	0,427	2,062	2,82	4,27	NS
TRATAMIENTOS	15	146,033	9,736	47,003	1,90	2,47	**
ERROR EXP.	45	9,321	0,207				
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>	<b>156,635</b>				<b>C.V.= 6,21 %</b>	

**Fuente:** Elaboración propia

El análisis de varianza para ancho de panoja, cuadro 09, muestra que no hubo diferencias estadísticas entre bloques, para los tratamientos se encontraron diferencias altamente significativas, por lo que se puede señalar que el ancho de panoja difiere entre los cultivares.

El coeficiente de variabilidad fue de 6,21%. Aceptable para el ensayo. .

**Cuadro 10.** Prueba de significación de Duncan de ancho de panoja (cm) de 16 cultivares de quinua.

O.M.	Tratamiento	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	Amarilla Sacaca	10,06	a
2	Amarilla Marangani	9,98	a
3	Pasankalla	9,73	a
4	Witulla	8,66	b
5	Jacha grano	7,85	c
6	Blanca Real	7,56	cd
7	CLP 01	6,98	de
8	Chulpi	6,85	ef
9	Pandela	6,68	ef
10	Kancolla	6,67	ef
11	Illpa INIA	6,60	ef
12	Blanca de Juli	6,60	ef
13	Real Boliviana	6,58	ef
14	Salcedo INIA	6,24	f
15	Huariponcho	5,09	g
16	Negra Collana	5,06	g

**Fuente:** Elaboración propia.

El cuadro 10, prueba de significación de Duncan muestra los valores promedios de ancho de panoja, el cultivar Amarilla Sacaca obtuvo el mayor ancho con 10,06 cm seguido de Amarilla Sacaca con 9,98 cm. siendo estadísticamente superiores a los demás, le sigue en tercer y cuarto lugar los cultivares Pasankalla y Witulla con 9,73 y 8,66 cm

respectivamente, los cultivares Huariponcho y Negra Collana obtuvieron los menores promedios con 5,09 y 5,06 cm respectivamente.

Estos resultados difieren con los reportados por Quispe (2014), que en su investigación señala que el mayor ancho de panoja los obtuvo el cultivar Witulla con (16,05 cm), pasankalla (14,9 cm), Amarilla Sacaca (14,23cm) resultando superiores la presente investigación.

Conde (2014) en siembra de primavera obtuvo para Illpa INIA 20,03 cm y Salcedo INIA 19,75 cm de ancho de panoja, evidentemente que las respuestas de los cultivares para esta variable probablemente obedezcan a las características morfológicas propias de cada variedad, en relación con las condiciones climáticas de época de otoño.

#### 5.4 Peso fresco de planta (g)

**Cuadro 11.** Análisis de varianza de peso fresco de la planta (g) de 16 cultivares de quinua.

F. DE V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F $\alpha$		Sig.
					0,05	0,01	
BLOQUES	3	10 066,75	3 355,58	1,50	2,82	4,24	NS
TRATAMIENTOS	15	1 725 877,02	115 058,47	51,28	1,90	2,46	**
ERROR EXP.	45	100 966,03	2 243,69				
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>	<b>1 836 909,79</b>					<b>C.V.=20,10 %</b>

**Fuente:** Elaboración propia

El análisis de varianza de peso fresco de planta, cuadro 11, muestra que no hubo diferencias estadísticas entre bloques, Para los tratamientos se halló diferencias altamente significativas, lo que indica que las alturas de la planta de los cultivares fueron diferentes entre sí.

El coeficiente de variabilidad fue de 20,10% es aceptable para las condiciones del ensayo.

**Cuadro 12.** Prueba de significación de Duncan de Peso fresco de la planta (g) de 16 cultivares de quinua.

O.M.	Tratamientos	Promedio (g)	Significación $\alpha = 0,05$
1	Amarilla Sacaca	694,13	a
2	Amarilla Marangani	607,05	b
3	Witulla	274,10	c
4	Jacha grano	257,83	c
5	Illpa INIA	213,40	cd
6	Salcedo INIA	211,13	cd
7	Blanca Real	204,10	cd
8	Kancolla	176,88	de
9	Pandela	172,20	de
10	Blanca de Juli	165,30	de
11	Real Boliviana	157,73	de
12	CLP 01	154,08	de
13	Pasankalla	152,85	de
14	Chulpi	114,30	e
15	Negra Collana	108,53	e
16	Huariponcho	107,70	e

**Fuente:** Elaboración propia

El cuadro 12, de la prueba de significación de Duncan para peso fresco de planta, donde el cultivar Amarilla Sacaca con 694,13 g es estadísticamente superior, en segundo lugar Amarilla Marangani con 607,05 g, le sigue en tercer y cuarto lugar los cultivares Witulla y Jacha grano con valores de 274,10 y 257,83 g superando estadísticamente a los cultivares Negra Collana y Huariponcho que obtuvieron los menores promedios de 108,53 y 107,70 g respectivamente.

Sin embargo Quispe (2014) en siembra de invierno, señala que el mayor peso fresco de planta fue de 1 077,25 y 759,50 g correspondiendo a los cultivares Amarilla Sacaca y Witulla, promedios mayores a los obtenidos en la presente investigación. Arana (2014) en su investigación reportó valores para Salcedo INIA de 255,95 g y Illpa INIA con 242,48 g. siendo superiores a la presente investigación.

### 5.5 Peso fresco de Panoja (g)

**Cuadro 13.** Análisis de varianza de Peso fresco de panoja (g) de 16 cultivares de quinua.

F. DE V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F $\alpha$		Sig.
					0,05	0,01	
BLOQUES	3	2 618,33	872,78	1,67	2,82	4,24	NS
TRATAMIENTOS	15	411 821,07	27 454,74	52,40	1,90	2,46	**
ERROR EXP.	45	23 578,55	523,97				
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>	<b>438 017,95</b>					<b>C.V.= 16,63 %</b>

**Fuente:** Elaboración propia

El análisis de varianza de Peso fresco de Panoja, cuadro 13, muestra que no hubo diferencias estadísticas entre bloques. Para los tratamientos se halló diferencias altamente significativas, lo demuestra que el peso fresco de panoja de los cultivares difieren entre si.

El coeficiente de variabilidad fue de 16,63 %.

**Cuadro 14.** Prueba de significación de Duncan de peso fresco de panoja (g) de 16 cultivares de quinua.

O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	Amarilla Sacaca	360,85	a
2	Amarilla Marangani	304,75	b
3	Witulla	179,68	c
4	Jacha grano	169,73	c
5	Illpa INIA	129,23	d
6	Blanca Real	128,03	d
7	Salcedo INIA	111,25	de
8	Kancolla	110,70	de
9	Pandela	109,58	de
10	Pasankalla	104,70	de
11	Blanca de Juli	98,23	de
12	Real Boliviana	94,48	de
13	CLP 01	78,80	e
14	Chulpi	75,48	e
15	Negra Collana	73,93	e
16	Huariponcho	73,23	e

**Fuente:** Elaboración propia

El cuadro 14, de la prueba de significación de Duncan muestra los valores de peso fresco de panoja donde el cultivar Amarilla Sacaca obtuvo el mayor con 360,85 y en segundo lugar Amarilla Marangani con 304,75 g sobresaliendo estadísticamente sobre los demás, le siguen en el tercer y cuarto lugar los cultivares Witulla y Jacha grano con valores promedios de 179,85 y 169,73 g superando estadísticamente a los

cultivares Negra Collana y Huariponcho que obtuvieron los menores promedios de 73,93 y 73,23 g respectivamente.

Sin embargo Arana (2014), quien obtuvo pesos de 180,00 y 168,50 g. de peso fresco de panoja correspondiendo a los cultivares Salcedo INIA e Illpa INIA los mayores promedios. Evidenciándose asimismo que estos resultados difieren por los obtenidos por Barrios (2014) quien reporto valores en los cultivares Amarilla Marangani y Amarilla Sacaca con promedios de 119,33 y 112,45 g. resultados inferiores a los obtenidos en la presente investigación.

## 5.6 Peso seco de planta (g)

**Cuadro 15.** Análisis de varianza para Peso seco de la planta (g) de 16 cultivares de quinua.

F. DE V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F $\alpha$		Sig.
					0,05	0,01	
BLOQUES	3	1 933,57	644,52	1,83	2,82	4,24	NS
TRATAMIENTOS	15	374 722,61	24981,51	70,83	1,90	2,46	**
ERROR EXP.	45	15 871,35	352,70				
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>	<b>392 527,52</b>					<b>C.V.= 16,52 %</b>

**Fuente:** Elaboración propia

El análisis de varianza para Peso seco de planta, cuadro 15, muestra que no hubo diferencias estadísticas entre bloques. Para los tratamientos se halló diferencias altamente significativas, lo que refleja que existen diferencias entre los cultivares para peso seco de planta.

El coeficiente de variabilidad fue de 16,52 %.

**Cuadro 16.** Prueba de significación de Duncan para peso seco de planta (g) de 16 cultivares de quinua.

O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	Amarilla Sacaca	309,38	a
2	Amarilla Marangani	298,83	a
3	Witulla	180,10	b
4	Blanca Real	101,55	c
5	Illpa INIA	92,55	cd
6	Salcedo INIA	92,40	cd
7	Chulpi	82,28	cd
8	Pasankalla	79,10	cd
9	Jacha grano	78,05	cd
10	CLP 01	75,28	cd
11	Negra Collana	74,90	cd
12	Huariponcho	74,13	cd
13	Kancolla	73,03	cd
14	Pandela	72,05	cd
15	Blanca de Juli	69,25	d
16	Real Boliviana	65,80	d

**Fuente:** Elaboración propia

El cuadro 16, prueba de significación de Duncan para peso seco de planta, donde el cultivar Amarilla Sacaca con 309,38 g y Amarilla Marangani con 298,83 g son estadísticamente superiores a los demás, en tercer y cuarto lugar se halla Witulla y Blanca real con promedios de 180,10 y 101,55 g superando estadísticamente a los cultivares Blanca de Juli y Real boliviana que obtuvieron los menores promedios de 69,25 y 65,80 gramos respectivamente.

Arana (2014) en su investigación señala que el mayor peso seco de planta es 107,65 y 102,38 g para Blanca de Juli y Salcedo INIA, siendo mayores a los obtenidos en la presente investigación. Así también difieren por Barrios (2014) en su trabajo de investigación obtuvo en los cultivares Amarilla Saca y Amarilla Marangani pesos de 200,35 y 147,43 g. respectivamente, resultando menores a los obtenidos en la presente investigación.

### 5.7 Peso seco de panoja (g)

**Cuadro 17.** Análisis de varianza de Peso seco de panoja (g) de 16 cultivares de quinua.

F. DE V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F $\alpha$		
					0,05	0,01	SIG
BLOQUES	3	679,09	226,36	1,73	2,82	4,24	NS
TRATAMIENTOS	15	131 748,75	8 783,25	67,01	1,90	2,46	**
ERROR EXP.	45	5898,17	131,10				
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>	<b>138 326,01</b>					<b>C.V.= 13,78 %</b>

Fuente: elaboración propia.

El análisis de varianza para peso seco de panoja, cuadro 17, muestra que no hubo diferencias estadísticas para bloques, para los tratamientos se encontraron diferencias altamente significativas, por lo que se deduce que el peso seco de panoja de los cultivares difieren entre sí.

El coeficiente de variabilidad fue de 13,78 %.

**Cuadro 18.** Prueba de significación de Duncan para Peso seco de Panoja (g) de 16 cultivares de quinua.

O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	Amarilla Sacaca	199,23	a
2	Amarilla Marangani	184,58	a
3	Witulla	137,83	b
4	Blanca Real	76,28	c
5	Illpa INIA	70,40	cd
6	Real Boliviana	65,80	cd
7	Salcedo INIA	64,38	cd
8	Chulpi	64,10	cd
9	Pasankalla	61,93	cd
10	Huariponcho	61,15	cd
11	Negra Collana	59,60	cd
12	Pandela	58,40	cd
13	Kancolla	58,08	cd
14	Jacha grano	56,95	d
15	CLP 01	55,53	d
16	Blanca de Juli	55,20	d

**Fuente:** Elaboración propia

El cuadro 18, la prueba de significación de Duncan para peso seco de panoja, se observa en primer lugar a el cultivar Amarilla Sacaca con 199,23 g y Amarilla Marangani con 184,58 g siendo estadísticamente superior a los demás, le sigue en tercer y cuarto lugar los cultivares Witulla y Blanca Real con promedios de 137,83 y 76,28 g superando estadísticamente a los cultivares Negra CLP 01 y Blanca de Juli que obtuvieron los menores promedios con 55, 53 y 55,20 g

respectivamente. Sin embargo Arana (2014) que en su investigación obtuvo el mayor peso seco de panoja de 80,55 y 73,19 g en los cultivares Blanca de Juli y Illpa INIA, respectivamente, siendo mayores a los obtenidos en la presente investigación.

Asimismo difieren a los obtenidos por Barrios (2014) quien reporto valores de 90,42 y 64,77 g. en los cultivares Amarilla Marangani y amarilla Sacaca respectivamente.

## 5.8 Índice de cosecha. (IC)

**Cuadro 19.** Análisis de varianza de índice de cosecha de 16 cultivares de quinua.

F. DE V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F $\alpha$		Sig.
					0,05	0,01	
BLOQUES	3	0,00071	0,00024	0,47240	2,82	4,24	NS
TRATAMIENTOS	15	0,11937	0,00796	15,97753	1,90	2,46	**
ERROR EXP.	45	0,02241	0,00050				
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>	<b>0,14249</b>					<b>C.V.= 4,86 %</b>

Fuente: elaboración propia

El análisis de varianza de índice de cosecha, cuadro19, refleja que no existen diferencias estadísticas entre bloques. Para los tratamientos se encontraron diferencias altamente significativas por lo que se puede señalar que el índice de cosecha de los cultivares fueron diferentes entre los cultivares.

El coeficiente de variabilidad fue de 4,86 %.

**Cuadro 20.** Prueba de significación de Duncan para Índice de Cosecha (IC) de 16 cultivares de quinua.

O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	Blanca de Juli	0,517	a
2	Real Boliviana	0,516	a
3	Huariponcho	0,509	ab
4	Negra Collana	0,488	abc
5	Illpa INIA	0,487	abc
6	Blanca Real	0,478	bc
7	Pandela	0,473	c
8	Kancolla	0,465	cd
9	Chulpi	0,462	cd
10	Witulla	0,460	cd
11	CLP 01	0,457	cd
12	Salcedo INIA	0,434	d
13	Pasankalla	0,432	d
14	Jacha grano	0,429	d
15	Amarilla Marangani	0,371	e
16	Amarilla Sacaca	0,367	e

**Fuente:** Elaboración propia

El cuadro 20, de prueba de significación de Duncan para índice de cosecha donde el cultivar Blanca de Juli con 51,7 % y la Real Boliviana con 51,6 % sobresalen estadísticamente sobre las demás, en tercer y cuarto lugar los cultivares Huariponcho y Negra Collana con promedios de 50,9 y 48,80 % respectivamente, superando estadísticamente a los cultivares Amarilla Marangani y Amarilla Sacaca con promedios menores de 37,110 y 36,7 % respectivamente.

Según Flores (2005) que en su investigación señala que el mayor índice de cosecha es 0,42 y 0,38 % los obtuvo con los cultivares Pandela y Kancolla, promedio mayores a los obtenidos en la presente investigación, asimismo estos, resultados difieren con lo informado por Barrios (2014) quien reportó valores de índice de cosecha en sus cultivares, fue muy variado los que alcanzaron mayores índices son: Blanca Juli con 0,232 y Pasankalla con 0,227.

Por otra parte Arana (2014) en su trabajo de investigación reportó índices de cosecha en los cultivares Chullpi y Negra Collana que de 0,41 y 0,40, mayores a los obtenidos en la presente investigación.

## 5.9 Índice de Desgrane. (ID)

**Cuadro 21.** Análisis de varianza de índice de Desgrane de 16 cultivares de quinua.

F. DE V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F $\alpha$		SIG.
					0,05	0,01	
BLOQUES	3	0,0157	0,0052	1,7114	2,82	4,24	NS
TRATAMIENTOS	15	0,1007	0,0067	2,1929	1,90	2,46	*
ERROR EXP.	45	0,1378	0,0031				
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>	<b>0,2543</b>				<b>C.V.= 9,45 %</b>	

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza de índice de desgrane, cuadro 21, indica que no existen diferencias estadísticas entre bloques. Para los tratamientos se encontraron diferencias altamente significativas por lo que se puede señalar que el índice de desgrane de los cultivares fueron diferentes.

El coeficiente de variabilidad fue de 9,45 %, es aceptable.

**Cuadro 22.** Prueba de significación de Duncan para Índice de Desgrane (ID) de 16 cultivares de quinua.

O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	Illpa INIA	0,637	a
2	Blanca de Juli	0,634	a
3	Real Boliviana	0,632	a
4	Salcedo INIA	0,625	ab
5	Negra Collana	0,615	ab
6	Huariponcho	0,608	ab
7	Witulla	0,600	abc
8	Chullpi	0,599	abc
9	Kancolla	0,588	abc
10	Pandela	0,586	abc
11	Amarilla Sacaca	0,569	abc
12	Blanca Real	0,559	abc
13	Amarilla Marangani	0,558	abc
14	CLP 01	0,537	bc
15	Pasankalla	0,516	c
16	Jacha grano	0,510	c

**Fuente:** Elaboración propia

El cuadro 22, de prueba de significación de Duncan para Índice de desgrane donde los mayores índices lo obtiene Illpa INIA con 0,637, Blanca de Juli con 0,634 y Real Boliviana con 0,632; superando estadísticamente a los demás, los cultivares Pasankalla y Jacha grano que obtuvieron los menores promedios de 0,516 y 0,510,

Arana (2014) en su investigación informa que el mayor índice de desgrane es 0,600 y 0,597; para Pandela y Chullpi respectivamente, promedio menores a los obtenidos en la presente investigación. La respuesta de los cultivares para esta variable probablemente obedezcan a las características morfológicas y condiciones medioambientales, como la época de cultivo.

### 5.10 Rendimiento de grano (g) /planta

**Cuadro 23.** Análisis de varianza de rendimiento (g) /planta de 16 cultivares de quinua.

F. DE V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F $\alpha$		Sig.
					0,05	0,01	
BLOQUES	3	183,81	61,27	3,74	2,82	4,24	*
TRATAMIENTOS	15	43 082,28	2872,15	175,15	1,90	2,46	**
ERROR EXP.	45	737,94	16,40				
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>	<b>44 004,02</b>					<b>C.V.= 8,25 %</b>

Fuente: elaboración propia

El análisis de varianza para el rendimiento de grano por planta, cuadro 23, muestra que existe diferencias significativas entre bloques, para los tratamientos se halló alta significancia estadística, lo que indica que los rendimiento de grano por planta de los cultivares fueron distintos entre sí. El coeficiente de variabilidad fue de 8,25 %. Siendo aceptable.

**Cuadro 24.** Prueba de significación de Duncan para rendimiento de grano (g) /planta, de 16 cultivares de quinua.

O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	Amarilla Sacaca	112,70	a
2	Amarilla Marangani	108,15	a
3	Witulla	82,15	b
4	Blanca Real	48,48	c
5	Illpa INIA	44,68	c d
6	Salcedo INIA	40,05	d e
7	Chulpi	37,98	d e
8	Huariponcho	37,48	d e
9	Negra Collana	37,00	d e
10	Blanca de Juli	34,93	d e
11	Pasankalla	34,28	d e
12	CLP 01	34,13	d e
13	Kancolla	33,88	d e
14	Pandela	33,88	d e
15	Real Boliviana	33,03	e
16	Jacha grano	32,60	e

**Fuente:** Elaboración propia

El cuadro 24, de prueba de significación de Duncan para rendimiento de grano por planta, los cultivares Amarilla Sacaca con 112,70 g. y Amarilla Marangani con 108,15 g, superan estadísticamente a los demás, en tercer y cuarto lugar se ubican Witulla y Blanca real con promedios de 82,15 y 48,48 g, superando estadísticamente a los cultivares Real

boliviana y Jacha grano con promedios de 33,03 g y 32,60 g respectivamente.

Arana (2014) en su trabajo de investigación en época de primavera, obtuvo para Salcedo INIA 41,12 y Chullpi 37,0 g/planta. sin embargo Barrios (2014), en su trabajo de investigación en época de otoño en la Yarada Baja "Esperanza" reporto rendimientos para amarilla Marangani de 23,62 g/planta, Amarrilla Sacaca 21,57g/planta, Salcedo INIA 17,23 g/planta, Illpa INIA 18,30 g/planta, Kancolla 15,12 g/planta, Huariponcho 15,83 g/planta inferiores a los obtenidos en al investigación.

### 5.11 Rendimiento de grano kg /ha

**Cuadro 25.** Análisis de varianza de rendimiento de grano por ha (kg) de 16 cultivares de quinua.

F. DE V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F $\alpha$		Sig.
					0,05	0,01	
BLOQUES	3	85 319,16	28 439,72	0,43	2,82	4,24	NS
TRATAMIENTOS	15	39 384 796,91	2 625 653,13	39,98	1,90	2,46	**
ERROR EXP.	45	2 955 220,07	66 671,56				
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>	<b>42 425 336,14</b>					<b>C.V.= 9,22 %</b>

Fuente: elaboración propia

El análisis de varianza para el de rendimiento de grano por hectárea, cuadro 25, muestra que no hubo diferencias estadísticas entre bloques. Para los tratamientos se encontraron diferencias altamente significativas por lo que se puede señalar que el rendimiento de grano por hectárea de los cultivares difieren entre sí.

El coeficiente de variabilidad fue de 9,22 %.

**Cuadro 26.** Prueba de significación de Duncan de rendimiento (kg/ha) de 16 cultivares de quinua.

O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	Amarilla Sacaca	4 773,89	a
2	Amarilla Marangani	4 391,67	b
3	Salcedo INIA	3 220,37	c
4	Witulla	3 094,44	c
5	Blanca real	2 996,30	cd
6	Chullpi	2 964,07	cd
7	Kancolla	2 637,04	de
8	Illpa INIA	2 574,07	e
9	Negra Collana	2 500,00	ef
10	Huariponcho	2 466,67	ef
11	Blanca Juli	2 407,41	efg
12	Real Boliviana	2 343,70	efgh
13	Jacha Grano	2 148,33	fghi
14	Pandela	2 039,44	ghi
15	CLP-01	1 966,48	hi
16	Pasankalla	1 930,37	i

**Fuente:** Elaboración propia

El cuadro 26, prueba de significación de Duncan muestra los valores de los promedios de rendimiento por ha, donde el cultivar que destaca significativamente sobre los demás es Amarilla Sacaca con 4 773,89 kg/ha y en segundo lugar esta Amarilla Marangani 4 391,67,67 kg/ha le siguen en el tercer y cuarto lugar los cultivares Salcedo y Witulla con valores promedios de 3 220,37 y 3 094,44 kg/ha superando

estadísticamente a los tratamientos CLP 01 y Pasankalla que obtuvieron los menores promedios de 1 966,48 y 1 930,37 kg/ha.

Estos resultados difieren por los reportados por Arana (2014) donde el mayor rendimiento de grano es 3 412,62 y 3 359,67 kg/ha lo obtuvo con los cultivares Salcedo INIA y Chullpi, promedio menores a los obtenidos en la presente investigación. Las respuestas de los cultivares para esta variable probablemente obedezcan a las características propias de cada variedad, en relación con las condiciones climáticas de época de otoño. Por otra parte son inferiores a los obtenidos por Quispe (2014) quien reporto rendimientos de Amarilla Sacaca (6 975, 00 kg/ha), Witulla (5 670,00), Chullpi (3 280,00) y salcedo INIA( 3 188,40).

Mamani (2002), evaluó el rendimiento de 2 variedades de quinua donde obtuvo un rendimiento de grano de las variedades Kancolla y Real Boliviana de 1 727,82 kg/ha, estos valores fueron inferiores donde directamente afecto directamente el sistema de riego donde utilizó el riego por gravedad.

Sarmiento (2011) en su investigación sobre comparativo de rendimiento de 10 cultivares de quinua desarrollados en invierno primavera en la Yarada Logró los mayores rendimientos de grano con la variedad Amarilla de Marangani con 5 435,88kg/ha.

## 5.12 Fases fenológicas (días)

**Cuadro 27.** Fases fenológicas de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) de 16 cultivares de quinua en siembra de otoño.

	EMERGENCIA	2 HOJAS	4 HOJAS	6 HOJAS	RAMIFICACIÓN	INICIO DE PANAJAMIENTO	PANAJAMIENTO	INICIO DE FLORACIÓN	FLORACIÓN	GRANO LECHOSO	GRANO PASTOSO	MADUREZ FISIOLÓGICA
<b>TARDIO( Tiempo en días)</b>	<b>7</b>	<b>30</b>	<b>35</b>	<b>42</b>	<b>46</b>	<b>49</b>	<b>68</b>	<b>72</b>	<b>77</b>	<b>96</b>	<b>111</b>	<b>139</b>
A. SACACA	7	27	33	41	48	51	80	85	90	105	130	145
A. MARANGANI	7	39	35	41	46	51	80	85	90	100	124	140
WITULLA	6	26	39	46	47	48	55	59	68	90	95	137
BLANCA REAL	7	29	32	40	43	45	55	57	60	88	95	134
<b>SEMITARDIO (Tiempo en días)</b>	<b>6</b>	<b>27</b>	<b>34</b>	<b>39</b>	<b>41</b>	<b>43</b>	<b>52</b>	<b>55</b>	<b>61</b>	<b>88</b>	<b>95</b>	<b>120</b>
ILLPA INIA	5	28	35	40	41	42	48	50	62	80	95	127
NEGRA COLLANA	6	28	34	40	41	42	56	58	60	90	95	125
SALCEDO INIA	6	28	35	40	41	42	50	55	63	90	95	125
BLANCA DE JULI	6	24	30	38	40	43	50	55	60	90	97	125
KANCOLLA	7	29	36	39	41	42	56	57	60	90	95	123
CHULLPI	5	25	34	41	44	48	58	60	64	90	100	120
HUARIPONCHO	5	30	35	38	40	42	48	52	60	90	95	110
CLP 01	4	27	30	38	40	42	47	50	55	80	90	104
<b>PRECOCES( Tiempo en días)</b>	<b>3</b>	<b>26</b>	<b>33</b>	<b>37</b>	<b>39</b>	<b>40</b>	<b>48</b>	<b>52</b>	<b>55</b>	<b>75</b>	<b>89</b>	<b>98</b>
PASANKALLA	4	26	31	38	39	40	48	52	55	75	95	99
PANDELA	3	25	36	37	39	40	55	57	58	70	80	98
REAL BOLIVIANA	3	25	30	35	38	40	45	50	55	75	90	98
JACHA GRANO	3	27	33	38	39	40	45	48	50	79	90	96

Fuente: elaboración propia

El cuadro 27, muestra que los cultivares que se comportaron como tardíos fueron: Amarilla Sacaca, Amarilla Marangani, Witulla y Blanca Real las cuales fueron las más que demoraron en su madures fisiológica.

Los cultivares que se comportaron como semitardios fueron: Illpa INIA, Negra Collana, Salcedo INIA, Blanca Juli, Kancolla, Chullpi, Huariponcho, y CLP. Las cuales fueron las que estuvieron en un rango intermedio su madures fisiológica

Asimismo los cultivares que se comportaron como precoces fueron: Pasankalla, Pandela, Real Boliviana, Jacha Grano. Las cuales llegaron en menos días a su madurez fisiológica.

Los resultados muestran que los cultivares que alcanzaron mayor periodo vegetativo tuvieron a su vez mayor rendimiento de grano tales como; Amarilla Sacaca, Amarilla Marangani, Salcedo INIA y Witulla.

El presente trabajo de investigación, pueden aceptarse considerando que las plantas producen en función de los factores ambientales tales como agua, temperatura, pH, suelo, fotoperiodo, altitud, radiación solar y otros que en el presente caso habrían constituido limitantes para los cultivares estudiados, en condiciones de siembra de otoño.

### 5.13 Tamaño de grano (mm)

**Cuadro 28.** Tamaño de grano de 16 cultivares de Quinoa (*Chenopodium quinoa*, willd.) en siembra de otoño.

TRATAMIENTOS	MUESTRAS	DIAMETRO ( mm)	CATEGORIA
t <sub>1</sub>	Chullpi	1,70 a 2,00	mediano
t <sub>2</sub>	Witulla	2,00 a 2,36	grande
t <sub>3</sub>	Amarilla Marangani	2,00 a 2,36	grande
t <sub>4</sub>	Amarilla Sacaca	2,00 a 2,36	grande
t <sub>5</sub>	Illpa INIA	1,70 a 2,00	mediano
t <sub>6</sub>	Blanca Real	2,00 a 2,36	grande
t <sub>7</sub>	Negra Collana	1,18 a 1,70	pequeño
t <sub>8</sub>	Pandela	2,00 a 2,36	grande
t <sub>9</sub>	Kancolla	1,70 a 2,00	mediano
t <sub>10</sub>	Huariponcho	1,18 a 1,70	pequeño
t <sub>11</sub>	Salcedo INIA	1,70 a 2,00	mediano
t <sub>12</sub>	Clp 01	2,00 a 2,36	grande
t <sub>13</sub>	Real Boliviana	2,00 a 2,36	grande
t <sub>14</sub>	Pasankalla	2,00 a 2,36	grande
t <sub>15</sub>	Jacha Grano	2,00 a 2,36	grande
t <sub>16</sub>	Blanca Juli	1,18 a 1,70	pequeño

Fuente: Elaboración propia.

#### 5.14 Análisis de correlación lineal

El análisis de correlación se realizó para determinar el grado de intensidad de asociación entre variables evaluadas y el rendimiento.

**Cuadro 29.** Correlación peso fresco de planta- rendimiento.

$r =$	0,8366
$r^2 =$	0,7000

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 29, muestra que existe una correlación significativa perfecta entre el peso fresco de planta y el rendimiento con un coeficiente de correlación de Pearson de 0,83. El coeficiente determinación señala que el 70 % del rendimiento se debe al peso fresco de la planta

**Cuadro 30.** Correlación peso fresco panoja - rendimiento

$r =$	0,8173
$r^2 =$	0,6680

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 30, muestra que existe una correlación significativa perfecta entre el peso fresco de la panoja y el rendimiento con un coeficiente de correlación de Pearson de 0,8173. El coeficiente determinación señala que el 66,80 % del rendimiento se debe al peso fresco de la panoja

**Cuadro 31.** Correlación peso seco planta- rendimiento

$r =$	0,8724
$r^2 =$	0,7611

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 31, muestra que existe una correlación significativa perfecta entre el peso seco de la planta y el rendimiento con un coeficiente de correlación de Pearson de 0,8724. El coeficiente determinación señala que el 76,11 % del rendimiento se debe al peso seco de la planta

**Cuadro 32.** Correlación peso seco de panoja- rendimiento

$r =$	0,8632
$r^2 =$	0,7451

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 32, muestra que existe una correlación significativa perfecta entre el peso seco de la panoja y el rendimiento con un coeficiente de correlación de Pearson de 0,86. El coeficiente determinación señala que el 74,51 % del rendimiento se debe al peso seco de la panoja.

**Cuadro 33.** Correlación rendimiento / planta- rendimiento

$r =$	0,8768
$r^2 =$	0,7689

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 33, muestra que existe una correlación significativa perfecta entre el peso de planta y el rendimiento con un coeficiente de correlación de Pearson de 0,87. El coeficiente determinación señala que el 76,89 % del rendimiento se debe al peso de la planta.

## **CONCLUSIONES**

De los resultados obtenidos en el presente trabajo se llega a la siguiente conclusión.

El mayor rendimiento de grano lo obtuvo el cultivar Amarilla Sacaca 4 773,89 kg/ha y en segundo lugar Amarilla Marangani 4 391,67 kg/ha.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda utilizar el cultivar Amarilla Sacaca para siembras de otoño debido al rendimiento y al tamaño de grano para las condiciones edafoclimáticas de Tacna

Repetir el ensayo en una zona productora de quinua con los cultivares del presente trabajo para confirmar los resultados obtenidos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, P.C, (1992). Manejo del cultivo de la quinua en el altiplano peruano.200 pp.

Alfaro (2006) “Comparativo de rendimiento de dieciséis genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa willd*), en condiciones de la localidad de La Yarada. Tesis Ing. Agrónomo UNJBG

Aquino (2006). En su investigación titulada “rendimiento de diez cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) en la provincia de Tarata”

Cerón, E. (2002). La Quinoa, Un cultivo para el Desarrollo de la Zona Andina. Editorial UNIGRAF Litografía. Pasto, Colombia.147 p.

Barrios (2014), en su estudio “prueba de rendimiento de 18 cultivares promisorios de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*)en valle siembra de Otoño en La Yarada Baja “La Esperanza” – Tacna.

Carpio (2013), en su estudio el “comparativo de rendimiento de 7 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*)en el valle de Ite, Provincia Jorge Basadre, Región Tacna”

Conde (2014). “comparativo de rendimiento de 7 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en dos épocas de siembra en el Centro Experimental Agrícola III “Los Pichones” –Tacna

Fontúrbel, f. (2003). Problemática de la Producción y comercialización de *Chenopodium quinoa* Willd. (Chenopodiaceae), debido a la presencia de las saponinas.

Gallardo, M.G. y J.A. Gonzalez. (1992). Efecto de algunos factores ambientales sobre la germinación de *Chenopodium quinoa* W. y sus posibilidades de cultivo en algunas zonas de la Provincia de Tucumán (Argentina). LILLOA XXXVIII, 55-64.

Gutiérrez. A. (1994). Determinación del rendimiento de ocho cultivares de quinua, para las condiciones del Alto la Villa “Moquegua”.

Jacobsen, S.-E. (1998). FAO. *El potencial de quinua* (*Chenopodium quinoa* Willd) para Europa.

Juvenal M. Leon Hannco, Setiembre (2003). *Cultivo de la quinua en Puno* – Perú: Descripción, manejo y producción. 149 pág.

Nieto, C., Peralta, E. y R. Castillo. (1986). INIAP- Inbaya e INIAP- Cochasqui, Primeras Variedades para la Sierra Ecuatoriana. INIAP, EE. Santa Catalina. Boletín divulgativo No.187. Quito, Ecuador. 16p.

Mamani, J, (2007) respuesta a cinco niveles de nitrógeno en dos cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* willd.) en condiciones de la localidad la Yarada

Mamani, H (2002) Efecto de la densidad de siembra en el tamaño del grano, en la irrigación de Magollo

Ministerio de agricultura (2011) Cultivo de quinua en el Perú

Mujica y Canahua (1989). Fenología del cultivo de la quinua. En: curso – taller de fitopatología de cultivos andinos y uso de la información agrometeorológica. PICA.INIA. Puno – Perú ,27 pág.

Mujica, Izquierdo Marathee (2000) Origen y Descripción de la quinua. En Química: *Chenopodium quinoa* will. Ancestral cultivo, alimento del presente y futuro. FAO. Santiago de Chile. 56 pág.

Mujica, A. (1998). Descriptores para la caracterización del cultivo de quinua. Manual para caracterización in situ de cultivos nativos. INIEA. Lima, Perú. Páginas: 90 – 94.

Mujica, A. and S. Jacobsen. (1999). Resistencia de la quinua a la sequía y otros factores abióticos adversos y su mejoramiento. I Curso Internacional sobre Fisiología de la Resistencia a Sequía en Quinua: 25-38 pág.

Mujica, A. (2013). Producción orgánica de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Universidad Nacional Agro diversidad de las aynocas de quinua y la seguridad alimentaria. En agrodiversidad *en la* región andina y amazónica del Altiplano. Puno Perú. 180p

Quispe (2013). “Comparativo de rendimiento de 12 variedades de quinua (*Chenopodium Quinoa* willd.) en dos siembra de Primavera en el Centro Experimental Agrícola III “Los Pichones” Tacna.

Sarmiento, C. (2011) Comparativo de rendimiento de 10 cultivares de de quinua (*Chenopodium quinoa* Will) en siembra de invierno – primavera, en la Yarada Tesis ing. Agrónomo UNJBG UNJBG – Tacna, Perú. 09 pág.

Soldevilla, G Mujica, A. y Jacobsen E., (2000). Comparativo de cultivares europeos de quinua (*Chenodium quinoa* will) en condiciones de la costa de Perú. 29 pág.

Tapia, M. (1979). La quinua y la Kañiwa. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. IICA.

Tapia, Gandarillas y A. Mujica (1997). *Quinoa*. Puno – Perú. 152 pág

## **ANEXOS**

**Anexo 1.** Altura de planta (cm).

<b>Cultivares</b>	<b>Bloque I</b>	<b>Bloque II</b>	<b>Bloque III</b>	<b>Bloque IV</b>	<b>Promedio</b>
Salcedo INIA	136,20	131,20	135,40	132,30	133,78
CLP 01	118,20	116,60	115,50	116,10	116,60
Pasankalla	121,80	129,70	125,60	125,40	125,63
Blanca Real	145,70	141,90	139,00	145,50	143,03
Jacha grano	116,30	125,10	116,30	117,50	118,80
Blanca de Juli	127,90	121,80	125,40	128,80	125,98
Amarilla Marangani	200,50	155,50	181,50	202,00	184,88
Amarilla Sacaca	201,20	164,00	175,00	172,00	178,05
Illpainia	121,70	127,20	127,90	126,00	125,70
Witulla	159,70	163,80	160,90	164,30	162,18
Kancolla	131,80	131,70	123,70	132,30	129,88
Negra collana	141,50	139,90	142,30	136,70	140,10
Chullpi	125,30	131,10	145,40	131,00	133,20
Huariponcho	125,00	130,20	117,50	126,00	124,68
Real Boliviana	127,20	119,00	128,40	128,30	125,73
Pandela	130,60	131,70	126,00	132,40	130,18

Fuente datos propios

## Anexo 2. Longitud de panoja (cm).

<b>Cultivares</b>	<b>Bloque I</b>	<b>Bloque II</b>	<b>Bloque III</b>	<b>Bloque IV</b>	<b>Promedio</b>
Salcedo INIA	35,10	31,70	33,20	30,90	32,73
CLP 01	35,80	34,10	31,00	34,10	33,75
Pasankalla	44,30	42,40	45,00	41,60	43,33
Blanca Real	39,10	38,70	37,80	39,90	38,88
Jacha grano	35,50	42,30	35,50	41,40	38,68
Blanca de Juli	40,50	41,00	41,40	42,00	41,23
Amarilla Marangani	39,70	42,30	40,30	37,80	40,03
Amarilla Sacaca	40,70	36,50	38,80	39,30	38,83
Illpainia	32,60	38,50	31,20	29,10	32,85
Witulla	50,30	54,50	54,50	55,30	53,65
Kancolla	51,30	48,40	41,50	44,00	46,30
Negra collana	53,30	51,20	48,50	44,90	49,48
Chullpi	39,80	41,60	42,60	37,30	40,33
Huariponcho	45,90	44,00	41,70	43,00	43,65
Real Boliviana	40,50	41,40	41,30	40,50	40,93
Pandela	48,80	48,50	43,80	44,00	46,28

Fuente: Datos propios

### Anexo 3. Ancho de panoja (cm)

<b>Cultivares</b>	<b>Bloque I</b>	<b>Bloque II</b>	<b>Bloque III</b>	<b>Bloque IV</b>	<b>Promedio</b>
Salcedo INIA	6,60	6,50	5,60	6,25	6,24
CLP 01	6,90	6,85	6,90	7,25	6,98
Pasankalla	9,90	10,80	9,80	8,40	9,73
Blanca Real	7,50	7,65	7,60	7,50	7,56
Jacha grano	7,75	8,20	7,75	7,70	7,85
Blanca de Juli	6,95	6,20	6,35	6,90	6,60
Amarilla Marangani	9,90	9,60	10,00	10,40	9,98
Amarilla Sacaca	10,50	9,80	9,95	10,00	10,06
Illpainia	5,75	7,15	7,20	6,30	6,60
Witulla	8,21	9,63	8,50	8,30	8,66
Kancolla	7,00	7,25	6,02	6,40	6,67
Negra Collana	5,55	4,90	5,10	4,70	5,06
Chullpi	7,30	7,05	6,45	6,60	6,85
Huariponcho	5,10	5,10	5,15	5,00	5,09
Real Boliviana	7,00	6,10	6,40	6,80	6,58
Pandela	7,15	7,00	6,17	6,40	6,68

Fuente: Datos propios

#### Anexo 4. Peso fresco de planta (g).

<b>Cultivares</b>	<b>Bloque I</b>	<b>Bloque II</b>	<b>Bloque III</b>	<b>Bloque IV</b>	<b>Promedio</b>
Salcedo INIA	215,80	220,90	196,40	211,40	211,13
CLP 01	154,60	156,30	155,30	150,10	154,08
Pasankalla	152,30	161,10	155,10	142,90	152,85
Blanca Real	206,20	203,30	209,70	197,20	204,10
Jacha grano	251,00	276,70	253,00	250,60	257,83
Blanca de Juli	177,20	142,70	150,90	190,40	165,30
Amarilla Marangani	519,00	785,40	570,50	553,30	607,05
Amarilla Sacaca	873,70	659,50	625,30	618,00	694,13
Illpainia	205,90	262,90	218,70	166,10	213,40
Witulla	210,80	321,60	262,30	301,70	274,10
Kancolla	201,50	209,60	142,40	154,00	176,88
Negra collana	143,30	85,10	110,70	95,00	108,53
Chulpi	102,50	131,30	130,60	92,80	114,30
Huariponcho	98,50	110,00	111,80	110,50	107,70
Real Boliviana	161,10	137,60	153,60	178,60	157,73
Pandela	179,10	198,30	154,50	156,90	172,20

Fuente datos propios

### Anexo 5. Peso fresco panoja (g).

<b>Cultivares</b>	<b>Bloque I</b>	<b>Bloque II</b>	<b>Bloque III</b>	<b>Bloque IV</b>	<b>Promedio</b>
Salcedo INIA	116,20	111,60	103,90	113,30	111,25
CLP 01	77,30	80,30	81,70	75,90	78,80
Pasankalla	105,60	110,20	106,00	97,00	104,70
Blanca Real	133,40	133,80	119,50	125,40	128,03
Jacha grano	176,10	157,80	177,30	167,70	169,73
Blanca de Juli	97,10	93,00	97,80	105,00	98,23
Amarilla Marangani	273,60	366,30	278,30	300,80	304,75
Amarilla Sacaca	458,30	339,10	344,10	301,90	360,85
Illpainia	119,20	150,90	134,10	112,70	129,23
Witulla	144,50	215,80	172,60	185,80	179,68
Kancolla	125,10	133,90	88,40	95,40	110,70
Negra collana	90,70	68,40	67,80	68,80	73,93
Chulpi	75,20	79,50	82,30	64,90	75,48
Huariponcho	65,70	78,00	73,50	75,70	73,23
Real Boliviana	91,20	90,90	98,10	97,70	94,48
Pandela	111,50	130,20	97,90	98,70	109,58

Fuente datos propios

## Anexo 6. Peso seco de planta (g).

<b>Cultivares</b>	<b>Bloque I</b>	<b>Bloque II</b>	<b>Bloque III</b>	<b>Bloque IV</b>	<b>Promedio</b>
Salcedo INIA	92,60	92,50	94,20	90,30	92,40
CLP 01	76,30	75,00	79,80	70,00	75,28
Pasankalla	84,30	78,80	77,40	75,90	79,10
Blanca Real	94,70	99,70	110,50	101,30	101,55
Jacha grano	79,20	76,40	79,30	77,30	78,05
Blanca de Juli	72,10	62,50	64,90	77,50	69,25
Amarilla Marangani	251,40	398,70	291,40	253,80	298,83
Amarilla Sacaca	330,20	304,70	296,40	306,20	309,38
Illpainia	83,40	113,50	89,30	84,00	92,55
Witulla	157,40	207,50	178,80	176,70	180,10
Kancolla	77,40	78,40	68,80	67,50	73,03
Negra Collana	82,00	71,60	71,10	74,90	74,90
Chulpi	76,90	88,90	88,80	74,50	82,28
Huariponcho	67,20	83,90	69,80	75,60	74,13
Real Boliviana	67,20	60,80	63,10	72,10	65,80
Pandela	71,40	74,90	72,80	69,10	72,05

Fuente: datos propios

**Anexo 7. Peso seco de panoja (g).**

<b>Cultivares</b>	<b>Bloque I</b>	<b>Bloque II</b>	<b>Bloque III</b>	<b>Bloque IV</b>	<b>Promedio</b>
Salcedo INIA	64,70	65,10	62,50	65,20	64,38
CLP 01	55,80	55,90	56,90	53,50	55,53
Pasankalla	66,70	59,10	61,50	60,40	61,93
Blanca Real	70,40	74,70	84,40	75,60	76,28
Jacha grano	58,70	53,50	59,00	56,60	56,95
Blanca de Juli	56,30	52,40	53,40	58,70	55,20
Amarilla Marangani	156,50	240,60	177,70	163,50	184,58
Amarilla Sacaca	219,10	196,90	195,50	185,40	199,23
Illpainia	64,40	83,70	66,40	67,10	70,40
Witulla	123,00	161,20	136,30	130,80	137,83
Kancolla	59,10	62,60	56,00	54,60	58,08
Negra Collana	64,40	57,00	55,20	61,80	59,60
Chulpi	66,00	67,50	66,30	56,60	64,10
Huariponcho	56,30	65,10	60,70	62,50	61,15
Real Boliviana	67,20	60,80	63,10	72,10	65,80
Pandela	55,70	61,00	60,30	56,60	58,40

Fuente datos propios

### Anexo 8. Índice de cosecha (IC).

<b>Cultivares</b>	<b>Bloque I</b>	<b>Bloque II</b>	<b>Bloque III</b>	<b>Bloque IV</b>	<b>Promedio</b>
Salcedo INIA	0,44	0,44	0,41	0,45	0,43
CLP 01	0,44	0,47	0,44	0,48	0,46
Pasankalla	0,41	0,44	0,42	0,46	0,43
Blanca Real	0,48	0,47	0,47	0,49	0,48
Jacha grano	0,43	0,41	0,44	0,43	0,43
Blanca de Juli	0,51	0,54	0,54	0,48	0,52
Amarilla Marangani	0,40	0,31	0,36	0,41	0,37
Amarilla Sacaca	0,36	0,37	0,38	0,36	0,37
Illpa inia	0,48	0,45	0,50	0,52	0,49
Witulla	0,50	0,46	0,45	0,44	0,46
Kancolla	0,46	0,48	0,46	0,46	0,47
Negra Collana	0,51	0,49	0,48	0,48	0,49
Chulpi	0,49	0,46	0,43	0,47	0,46
Huariponcho	0,52	0,53	0,51	0,49	0,51
Real Boliviana	0,51	0,54	0,53	0,49	0,52
Pandela	0,47	0,49	0,47	0,46	0,47

Fuente: datos propios

### Anexo 9. Índice de desgrane (ID).

<b>Cultivares</b>	<b>Bloque I</b>	<b>Bloque II</b>	<b>Bloque III</b>	<b>Bloque IV</b>	<b>Promedio</b>
Salcedo INIA	0,62	0,63	0,62	0,63	0,62
CLP 01	0,60	0,63	0,44	0,48	0,54
Pasankalla	0,52	0,44	0,53	0,57	0,52
Blanca Real	0,65	0,62	0,47	0,49	0,56
Jacha grano	0,43	0,59	0,58	0,43	0,51
Blanca de Juli	0,64	0,63	0,64	0,63	0,63
Amarilla Marangani	0,64	0,59	0,36	0,64	0,56
Amarilla Sacaca	0,53	0,57	0,57	0,59	0,57
Illpa inia	0,63	0,61	0,66	0,65	0,64
Witulla	0,63	0,59	0,59	0,59	0,60
Kancolla	0,61	0,61	0,57	0,57	0,59
Negra Collana	0,65	0,62	0,62	0,58	0,62
Chulpi	0,58	0,61	0,59	0,62	0,60
Huariponcho	0,61	0,66	0,58	0,58	0,61
Real Boliviana	0,65	0,62	0,64	0,62	0,63
Pandela	0,60	0,60	0,57	0,57	0,59

Fuente datos propios

### Anexo 10. Rendimiento de grano por planta (g).

<b>Cultivares</b>	<b>Bloque I</b>	<b>Bloque II</b>	<b>Bloque III</b>	<b>Bloque IV</b>	<b>Promedio</b>
Salcedo INIA	40,60	40,40	38,90	40,30	40,05
CLP 01	33,60	35,00	34,60	33,30	34,13
Pasankalla	35,30	34,00	33,20	34,60	34,28
Blanca Real	45,30	47,10	52,00	49,50	48,48
Jacha grano	33,00	31,70	33,40	32,30	32,60
Blanca de Juli	35,40	33,30	34,10	36,90	34,93
Amarilla Marangani	98,90	125,10	105,00	103,60	108,15
Amarilla Sacaca	116,40	112,70	111,70	110,00	112,70
Illpa inia	40,40	50,80	43,50	44,00	44,68
Witulla	77,40	94,80	79,80	76,60	82,15
Kancolla	35,60	37,80	31,70	30,40	33,88
Negra Collana	42,50	35,20	34,40	35,90	37,00
Chulpi	37,30	41,70	38,40	34,50	37,98
Huariponcho	34,00	43,90	35,10	36,90	37,48
Real Boliviana	33,70	32,00	32,10	34,30	33,03
Pandela	33,30	36,50	34,10	31,60	33,88

Fuente: datos propios

**Anexo 11.** Rendimiento de grano (kg/ha).

<b>Cultivares</b>	<b>Bloque I</b>	<b>Bloque II</b>	<b>Bloque III</b>	<b>Bloque IV</b>	<b>Promedio</b>
Amarilla Sacaca	5176,30	4787,41	4700,00	4431,85	4773,89
Amarilla Marangani	4560,00	4429,63	4535,56	4041,48	4391,67
Salcedo INIA	3607,41	3051,85	2814,81	3407,41	3220,37
Witulla	2807,41	3333,33	3185,19	3051,85	3094,44
Blanca real	3037,04	2881,48	3281,48	2785,19	2996,30
Chullpi	2777,78	3522,96	2948,15	2607,41	2964,07
Kancolla	2518,52	2807,41	2666,67	2555,56	2637,04
Illpa INIA	2555,56	2592,59	2444,44	2703,70	2574,07
Negra Collana	2592,59	2370,37	2370,37	2666,67	2500,00
Huariponcho	2296,30	2681,48	2296,30	2592,59	2466,67
BLANCA JULI	2000,00	2222,22	2592,59	2814,81	2407,41
Real Boliviana	2365,19	2542,22	2067,41	2400,00	2343,70
Jacha Grano	2414,81	1948,15	2345,93	1884,44	2148,33
Pandela	2060,74	2097,78	2015,56	1983,70	2039,44
CLP 01	1820,74	2131,11	2099,26	1814,81	1966,48
Pasankalla	1901,48	1654,81	2403,70	1761,48	1930,37

Fuente datos propios

## Anexo 12. Datos meteorológicos SENAMHI - TACNA

### SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DIRECCION REGIONAL TACNA - MOQUEGUA

ESTACION : MAP-JORGE BASADRE G. LAT.: 18° 01' 36" DPTO.: TACNA  
 PARAMETRO : TEMP. MAXIMA MEDIA (°C) LONG.: 70° 15' 2,4" PROV.: TACNA  
 CODIGO : 110901 ALT.: 560 msnm. DIST.: TACNA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2013	27.6	28.9	27.2	24.3	21.9	19.7	18.9	19.2	21.6	22.9	24.9	26.9
2014	29.1	27.9	27.3	24.0	22.1	19.3	18.9	20.2	19.9			

PARAMETRO : TEMP. MINIMA MENSUAL (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2013	16.4	17.5	16.1	12.8	12.7	10.8	10.0	10.3	11.5	12.3	13.4	15.4
2014	17.3	15.6	15.8	15.3	13.5	11.4	9.9	10.8	11.8			

PARAMETRO : HUMEDAD RELATIVA MENSUAL (%)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2013	74	67	74	73	78	80	82	82	80	78	72	70
2014	72	74	73	83	84	85	79	80	84			

PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm.)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2013	0.0	0.4	1.2	0.0	0.2	0.4	0.9	1.9	0.9	0.2	0.2	0.0
2014	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	5.4	1.6	0.9	12.5			

PARAMETRO : HELIOFANIA MENSUAL (h/s.)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2013	7.3	8.6	8.3	8.8	5.7	5	5.6	6.2	6.8	7.6	9.1	8.8
2014	276.2	221.4	169.2	184.6	192.6	142.9	189.6	210.8	135.6			

PARAMETRO : EVAPORACION TANQUE MEDIA (mm.)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2013	150.8	146.8	131.2	98.1	65.8	59.6	56.3	73.2	83.0	115.1	130.5	154.5
2014	161.8	136.6	129.3	91.4	79.0	5704	43.5	70.7	73.2			

PARAMETRO : DIRECCION DEL VIENTO (m/s)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2013	SW-2	SW-3	SW-2	SW-2	SW-2	SW-2	SW-2	SW-2	SW-2	SW-2	SW-3	SW-3
2014	SW-2	SW-3	SW-3	SW-2	SW-2	SW-2	SW-2	SW-2	SW-2			

Información preparada para UNJGB - FCAG

Fecha : 29/10/14

MELR



Ing. GUADALUPE MIRANDA ESPINOZA  
 C.I.P. 37705  
 Directora Regional SENAMHI TACNA