

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

**“COMPARATIVO DE RENDIMIENTO DE 12 VARIEDADES DE
QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) EN SIEMBRA
DE VERANO, EN EL CENTRO EXPERIMENTAL
AGRÍCOLA III “LOS PICHONES” - TACNA”**

TESIS

Presentada por:

Bach. Wilber Marca Maquera

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA - PERÚ

2015

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

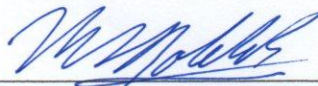
Escuela Académico Profesional de Agronomía

TESIS

**“COMPARATIVO DE RENDIMIENTO DE 12 VARIETADES DE QUINUA
(*Chenopodium quinoa* Willd.) EN SIEMBRA DE VERANO, EN EL
CENTRO EXPERIMENTAL AGRÍCOLA III
“LOS PICHONES” - TACNA”**

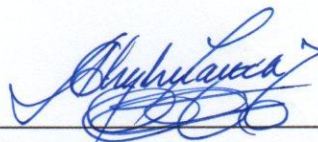
TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 29 DE DICIEMBRE DEL 2015,
SIENDO EL JURADO CALIFICADOR:

PRESIDENTE:



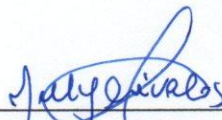
MSc. MAGNO SANTOS ROBLES TELLO

SECRETARIO:



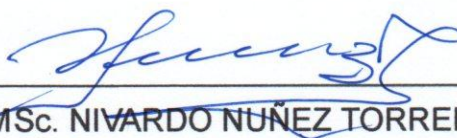
MSc. ARÍSTIDES CHOQUEHUANCA TINTAYA

VOCAL:



Dra. NELLY ARÉVALO SOLSOL

ASESOR:



MSc. NIVARDO NUÑEZ TORREBLANCA

DEDICATORIA

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

A mis hermanos Norma, Maritza y Waldo, 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 Tello, MSc. Arístides 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
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1 Descripción del problema	4
1.2 Formulación del problema	6
1.2.1 Problema principal	6
1.2.2 Problema secundario	6
1.3 Delimitación de la investigación.....	6

1.3.1 Temporal.....	6
1.3.2 Espacial	7
1.4 Justificación	7

CAPÍTULO II: OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos.....	9
2.1.1 Objetivo general	9
2.1.2 Objetivo específico.....	9
2.2 Hipótesis.....	9
2.2.1 Hipótesis general	9
2.2.2 Hipótesis específica	10
2.3 Variables.....	10

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

3.1 Aspectos generales	11
3.1.1 Origen e historia.....	11
3.1.2 Clasificación botánica	12
3.1.3 Características Morfológicas.....	13
3.1.4 Fenología del Cultivo	20
3.1.5 Requerimientos Edafoclimáticos	27
3.2 Características nutricionales de la quinua	33
3.2.1 Marco Referencial.....	35
3.2.2 Antecedentes	39

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Características del Suelo.....	43
4.2 Características Climáticas	44

4.3 Tratamientos.....	45
4.3.1 Salcedo INIA	46
4.3.2 Blanca de Juli.....	46
4.3.3 Illpa INIA	47
4.3.4 Real Rosada.	47
4.3.5 Kancolla	47
4.3.6 Negra Collana:	48
4.3.7 Amarilla Maranganí	48
4.3.8 Amarrilla Sacaca.....	48
4.3.10 Quillahuamán INIA	49
4.3.11 Real Boliviana.	50
4.3.12 Huariponcho.....	50
4.4 Variables de respuesta	51

4.5 Diseño experimental.....	54
4.6 Características del campo experimental.....	54
4.7 Análisis estadístico	55
4.8 Croquis y distribución de tratamientos en el campo experimental.....	55
4.9 Conducción del experimento	57

CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Altura de planta (cm)	62
5.2 Longitud de panoja (cm)	64
5.3 Ancho de Panoja (cm)	66
5.4 Peso fresco de planta (g).....	68
5.5 Peso Seco de Planta (g).....	70
5.6 Peso Fresco de Panoja (g).....	72

5.7	Peso seco de panoja (g).....	74
5.8	Rendimiento de grano por planta (g)	76
5.9	Índice de cosecha.....	78
5.10	Índice de desgrane.....	80
5.11	Rendimiento de grano (kg/ha).....	82
5.12	Fenología (días).....	85
5.13	Tamaño de grano (mm)	87
CONCLUSIONES.....		89
RECOMENDACIONES.....		90
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		91
ANEXOS		96

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Contenido de macro-nutrientes en la quinua y otros alimentos seleccionados, por 100 gramos de peso seco.	34
Cuadro 2. Superficie, producción y rendimientos en Perú	35
Cuadro 3. Rendimiento promedio de quinua (kg/ha)	36
Cuadro 4. Análisis Físico – Químico de suelo	43
Cuadro 5. Datos de la estación meteorológica SENAMHI de enero – mayo 2014. Variables registradas durante el desarrollo del experimento.	44
Cuadro 6. Tratamientos según procedencia.	45
Cuadro 7. Análisis de varianza de altura de planta de 12 variedades de quinua.	62
Cuadro 8. Prueba de significación de Duncan de altura de planta de 12 variedades de quinua.	63

Cuadro 9. Análisis de varianza de longitud de panoja de 12 variedades de quinua.....	64
Cuadro 10. Prueba de significación Duncan de longitud de panoja de 12 variedades de quinua.....	65
Cuadro 11. Análisis de varianza de Ancho de Panoja de 12 variedades de quinua.....	66
Cuadro 12. Prueba de significación de Duncan de ancho de panoja de 12 variedades de quinua.....	67
Cuadro 13. Análisis de varianza de peso fresco de planta de 12 variedades de quinua.....	68
Cuadro 14. Prueba de significación de Duncan de Peso fresco de planta de 12 variedades de quinua.....	69
Cuadro 15. Análisis de varianza de Peso Seco de Planta de 12 variedades de quinua.....	70
Cuadro 16. Prueba de significación de Duncan Peso Seco de Planta de 12 variedades de quinua.....	71

Cuadro 17. Análisis de varianza de Peso Fresco de Panoja de 12 variedades de quinua.....	72
Cuadro 18. Prueba de significación de Duncan para Peso Fresco de Panoja de 12 variedades de quinua.....	73
Cuadro 19. Análisis de varianza de Peso seco de panoja de 12 variedades de quinua.....	74
Cuadro 20. Prueba de significación de Duncan para Peso seco de Panoja de 12 variedades de quinua.....	75
Cuadro 21. Análisis de varianza de rendimiento de grano/planta de 12 variedades de quinua.....	76
Cuadro 22. Prueba de significación de Duncan de rendimiento de grano por planta de 12 variedades de quinua.....	77
Cuadro 23. Análisis de varianza del índice de cosecha de 12 variedades de quinua.....	78
Cuadro 24. Prueba significación de Duncan del índice de cosecha de 12 variedades de quinua.....	79

Cuadro 25. Análisis de varianza del índice de desgrane de 12 variedades de quinua.....	80
Cuadro 26. Prueba significación de Duncan del índice de Desgrane de 12 variedades de quinua.	81
Cuadro 27. Análisis de varianza de rendimiento de grano por hectárea de 12 variedades de quinua.	82
Cuadro 28. Prueba de significación Duncan de rendimiento de grano de 12 variedades de quinua.....	83
Cuadro 29. Fases fenológicas de 12 variedades de quinua (Chenopodium quinoa, Willd), en siembra de verano (enero de 2014).....	85
Cuadro 30. Porcentaje de grano de 12 variedades de quinua según el diámetro - CEA III - “Los Pichones” - Tacna 2014.....	87

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Comparativo de rendimiento de 12 variedades de quinua (*chenopodium quinoa*, willd.) en siembra de verano, se realizó en el Centro Experimental Agrícola III - “Los Pichones” – Tacna en los meses de enero a mayo del 2014, a una altitud de 535 msnm. El material experimental estuvo constituida por doce variedades de quinua y fueron: Illpa INIA, Salcedo INIA, Blanca de Juli, Kancolla, Negra Collana, Quillahuamán, Chullpi, Real Rosada, Huariponcho, Real Boliviana, Amarilla Marangani y Amarilla Sacaca. Se utilizó el Diseño Completamente Aleatorio con doce tratamientos y cuatro repeticiones.

La variedad Quillahuamán obtuvo el mayor rendimiento con un promedio de 4 050,50 kg/ha, seguido de las variedades Amarilla Marangani y en tercer lugar Amarilla Sacaca con promedios de 3 886,67 kg/ha y 3 616,33 kg/ha respectivamente.

Palabras clave: Comparativo, rendimiento, siembra.

ABSTRACT

This research work entitled. "(Chenopodium quinoa, Willd) Comparative performance of 12 varieties of quinoa in summer planting was carried out in the Experimental Agricultural Center III -" The Pigeons "- Tacna in the months of January to May 2014, at an altitude of 535 meters. The experimental material consisted of twelve varieties of quinoa and were Illpa INIA, Salcedo INIA, White Juli, Kancolla, Black Collana, Quillahuamán, Chullpi, Real Rosada, Huariponcho, Real Boliviana, yellow and yellow Sacaca Marangani. Completely Random Design was used with twelve treatments and four repetitions.

The Quillahuamán variety had the highest performance with an average of 4 050,50 kg / ha, followed by yellow varieties Marangani and third yellow Sacaca averaging 3 886,67 kg / ha and 3 616,33 kg / ha respectively .

Keywords: Comparative, performance, planting.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha constatado un progresivo aumento en la producción de quinua, especialmente en los países de Bolivia, Perú y Ecuador, siendo los principales productores, con 80% de la producción mundial.

El interés por las propiedades nutricionales de la quinua y de los derivados que pueden generarse a partir de esta planta se ha multiplicado en los últimos años.

La gran adaptabilidad de la quinua a diferentes altitudes, ha hecho posible su cultivo en zonas de la costa, sierra y selva peruano.

La quinua posee una amplia gama de alternativas de preparación e industrialización, lo que permite elevar el nivel socioeconómico del productor.

La apertura de oportunidades de exportación, principalmente a Estados Unidos, Canadá y la Unión Europea, ha favorecido una dinamización de la producción local, otorgando posibilidades a nuevos mercados.

Las excepcionales condiciones naturales de las zonas Altoandinas, favorecen la producción de quinua, siendo las principales regiones productoras, Puno, Cusco, Junín, Apurímac y Ayacucho, con un rendimiento promedio de 1,2 toneladas por hectárea.

En los últimos años la producción de quinua ha adquirido mayor importancia por sus altos precios internacionales y mayor demanda externa. Esto ha ocasionado el aumento de los precios de la quinua en el mercado nacional, limitando el consumo interno de la misma, por sus altos precios en comparación con otros cereales. Además la FAO declara al 2013 “El año internacional de la Quinua” dando un mayor reconocimiento al valor nutritivo de la quinua, un cereal andino.

El cultivo de la quinua en Tacna se ha incrementado a partir del año 2012 y más aún con la declaratoria del año internacional de quinua – 2013. Estableciéndose en las zonas de Sama Inclán en la irrigación Proter-I, Sama las Yaras, La Yarada y Los Palos, en la campaña agrícola 2013 se ha instalando alrededor de 800 hectáreas aproximadamente, los rendimientos alcanzados fluctúan entre 1 500 kg/ha a 2 500 kg/ha.

Con el presente trabajo de investigación se propone demostrar que es posible cultivar quinua en la costa y ver los rendimientos, en comparación con la producción de zonas Altoandinas.

En Tacna los trabajos de investigación con respecto al cultivo de quinua son pocos y no se ha estudiado la influencia de épocas de siembra. Además los rendimientos pueden mejorar debido a las mejores condiciones ambientales y el manejo del suministro de agua mediante el riego tecnificado.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

La quinua es cultivada desde épocas remotas, siendo utilizados mucho antes que el imperio incaico, como producto alimenticio de gran contenido proteico, se cultiva en la sierra pero también se le puede cultivar en condiciones de costa, es decir desde el nivel del mar hasta los 4 500 msnm.

Puno constituye el principal productor de quinua con aproximadamente el 82%, le siguen Junín, Arequipa, Cuzco, Huancavelica, Ancash, Ayacucho, Apurímac. El rendimiento promedio a nivel nacional es de 1 200 kg/ha.

Las exportaciones de la quinua sumaron más de 80 millones de dólares en el año 2 013 y en el 2 014 disminuyó a 68 millones. El grano andino es enviado a 36 países: Estados Unidos concentra el 66,1% de las exportaciones, seguido de Canadá y Australia.

La región Tacna posee notables condiciones climáticas favorables para el cultivo de la quinua, sus pocas variaciones de temperatura y su ubicación geográfica le permiten obtener buenos rendimientos, debido a esas ventajas el área cultivada se ha incrementado en los últimos años.

En el presente trabajo de investigación se propone una alternativa de que se puede cultivar quinua, y ver los rendimientos en comparación a los que se obtienen en las zonas alto andinas y buscar una alternativa válida, para ser tomada en cuenta en el sistema de rotación de cultivos.

En el valle de Tacna no se conoce con exactitud que variedades pueden tener un buen rendimiento y que sirvan como alternativa para los agricultores.

Con este trabajo de investigación se pretende demostrar e informar sobre las variedades de quinua que se adecuan y su posible adaptación al valle Tacna en condiciones ambientales en siembra de verano.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema principal

¿Qué variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) alcanzaran mayor rendimiento de grano en siembra de verano en el CEA III “Los Pichones”?

1.2.2 Problema secundario

¿Cuál de las variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) tendrá el mayor rendimiento en el Centro Experimental Agrícola III - “Los Pichones” - Tacna?

1.3 Delimitación de la investigación

1.3.1 Temporal

La presente investigación se desarrolló entre los meses de enero a mayo de 2014.

1.3.2 Espacial

La presente investigación se desarrolló en el Centro Experimental Agrícola III “Los Pichones” de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann - Tacna - Perú.

1.4 Justificación

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) como la Organización Mundial de la Salud (OMS), califican a la quinua como un alimento único por su altísimo valor nutricional que permite sustituir las proteínas de origen animal por su contenido balanceado en proteínas y nutrientes más cercano al ideal para el ser humano que cualquier otro alimento (Ministerio de Agricultura, 2008).

En el Perú se obtienen actualmente mayores rendimientos del cultivo de quinua, pues dedica más de 35 000 hectáreas que producen 41 000 toneladas de grano al año. Además, también es más activo en la exportación sumando más de U\$\$ 30 millones en el año 2012. Donde las exportaciones aumentaron en comparación al año 2011, en un 20,3% (FAO-2012)

La quinua está considerada como una especie de muchos usos agroindustriales. En alimenticios, para incluir el producto en preparados basados en harina de quinua, tales como galletas y masas de diversa índole. En medicina e industria farmacéutica, Investigaciones recientes han confirmado su uso como alternativa para pacientes que sufren de trastornos derivados de su condición de celíacos, atendiendo al hecho de que la quinua puede sustituir sin dificultades a las harinas y derivados de trigo cuyo consumo afecta a dichos pacientes, asegurando al mismo tiempo los requerimientos nutricionales que su consumo cubre (Zeballos, 2012 y Thompson, 2011).

En la actualidad en la región Tacna, no se conoce que variedades se pueden adaptarse y que pueden dar mayor rendimiento en las condiciones agroecológicas de la costa y en condiciones ambientales de verano. Además en nuestro medio no existe trabajos de investigación con respecto a la quinua en siembra de verano, por tal razón el presente trabajo es preliminar y será como base para otros trabajos posteriores que puedan realizar, ya que además del alto contenido proteico y alto valor nutritivo de la quinua también es una buena alternativa para generar nuevos ingresos a los agricultores de la zona como un cultivo alternativo ya que es tolerante a la sequía y la salinidad de los suelos, factores característicos del valle de Tacna, por tal motivo se realizó el presente trabajo de investigación.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo general

Evaluar el rendimiento de quinua (*chenopodium quinoa willd*) en siembra de verano en la localidad de Tacna.

2.1.2 Objetivo específico

Determinar las variedades con mayor rendimiento de quinua (*chenopodium quinoa Willd*) en siembra de verano en el CEA III “Los Pichones” – Tacna.

2.2 Hipótesis

2.2.1 Hipótesis general

Existe al menos una variedad de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) que tenga mayores rendimientos en condiciones ambientales de Tacna en siembra de verano.

2.2.2 Hipótesis específica

Al menos una de las variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) tendrá mayor rendimiento de grano que las demás en siembra de verano en el CEA III “Los Pichones” - Tacna.

2.3 Variables

a. Variable independiente

- Variedades de semilla

b. Variable dependiente

- Rendimiento de grano

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

3.1 Aspectos generales

3.1.1 Origen e historia

La zona andina comprende uno de los ocho mayores centros de domesticación de plantas cultivadas del mundo, dando origen a uno de los sistemas agrícolas más sostenibles y con mayor diversidad genética en el mundo. La quinua una planta andina muestra la mayor distribución de formas, diversidad de genotipos y de progenitores silvestres, en los alrededores del Lago Titicaca de Perú y Bolivia (Mujica, 2001)

La quinua se cultiva en todos los Andes, principalmente del Perú y Bolivia, desde hace más de 7000 años por culturas pre incas e incas. Históricamente la quinua se ha cultivado desde el norte de Colombia hasta el sur de Chile desde el nivel del mar hasta los 4000 m, pero su mejor producción 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. En América Latina, Bolivia es el país con mayor

exportación como quinua orgánica a USA y países europeos (Mujica y Jacobsen, 2000).

3.1.2 Clasificación botánica

El cultivo de quinua fue descrito por primera vez por el científico Alemán Luis Christian Willdnow (Tapia, 1979)

Reino : Vegetal

División : Fanerógamas

Clase : Angiospermas

Sub clase : Dicotiledóneas

Orden : Centrospermas

Familia : Quenopodiáceas

Género : *Chenopodium*

Espécie : (*Chenopodium quinoa* Willd)

3.1.3 Características Morfológicas

La quinua es una planta herbácea anual de 1 a 2 m de alto. El ciclo de la planta varía de 120 a 240 días y comprende las fases de emergencia, aparición de hojas verdaderas, ramificación, formación de la inflorescencia (panoja), floración, formación del grano y madurez fisiológica (Hernández y León, 1992).

3.1.3.1 Raíz

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).

3.1.3.2 Tallo

El tallo es erecto, cilíndrico a la altura del cuello, poliédrico, glabro angular. Tiene una hendidura de poca profundidad que abarca casi toda la

cara, la cual se extiende de una rama a otra. A medida que la planta va creciendo, nacen primero las hojas, y en las axilas de éstas, las ramas (Mujica, 1983).

Además el tallo es cilíndrico y herbáceo anual a la altura del cuello cerca a la raíz y de una forma angulosa a la altura donde se insertan las ramas y hojas, estando dispuestas en las cuatro caras del tallo, la altura es variable de acuerdo a las variedades y siempre terminan en una inflorescencia; cuando la planta es joven tiene una médula blanca y cuando va madurando se vuelve esponjosa, hueca sin fibra, sin embargo la corteza se lignifica, el color del tallo es variable, puede ser púrpura como la Pasankalla, blanco cremoso (Blanca de Juli) y con las axilas coloreadas como la blanca de Juli, en toda su longitud; colorada como la kancolla y otros colores según el eco tipo de cada zona (el color varía de acuerdo a las fases fenológicas, se pueden diferenciar bien los colores en la floración) (Hanco,2003).

Normalmente de cada hoja del tallo sale una rama y de éstas otras, según el hábito. En algunas razas las ramas son poco desarrolladas, alcanzando unos pocos centímetros de longitud, en otras son largas y llegan casi hasta la altura de la panoja principal, terminando en otras

panojas, o bien crecen en forma tal que la planta toma una forma cónica con base amplia (Mujica, 1983).

De acuerdo a la variedad, el tallo alcanza diferente altura y termina en inflorescencia. El color del tallo puede ser verde; con axilas coloreadas; verde coloreado con púrpura o rojo desde la base, y finalmente coloreado de rojo en toda la longitud (Mujica, 2000)

Cuando se tiene plantas monopodicas (de un solo tallo), se puede inducir cortando la yema apical para tener plantas simpodicas (de varios tallos); esta técnica se debe realizar antes del inicio de panojamiento (Hanco, 2003).

El diámetro del tallo es variable con los genotipos, distanciamiento de siembra, fertilización, condiciones de cultivo, variando de 1 a 8 cm de diámetro.

3.1.3.3 Hoja

Las hojas tienen la típica forma de pata de ganso de las especies de las Chenopodiáceas, cuentan con lámina y un peciolo alargado y acanalado. Las hojas presentan polimorfismo, son romboidales y triangulares en la base y lanceoladas en la parte superior de la planta. Los

bordes son aserrados, dentados o lisos dependiendo de los ecotipos. El haz y el envés de las hojas se halla cubierto por cristales higroscópicos de oxalato de calcio de diferentes colores, que capturan la humedad nocturna, protegen a la planta del excesivo desecamiento y regulan la transpiración por humedecimiento de las células estomáticas. La coloración roja, púrpura, anaranjado y amarillo de las hojas de algunos ecotipos se debe a la presencia de dos pigmentos: las betacianinas y las betaxantinas. Las hojas tiernas se suelen emplear en la alimentación humana como ensaladas (Mujica, 2000)

La inserción de las hojas en el tallo es alterna, en cada nudo se observan de 5 a 12 hojas de acuerdo a cada variedad y la distancia entre nudos es de 0.8 a 4 cm. La hoja es por excelencia el órgano clorofiliano esencial de la respiración y la asimilación CO₂ (anhídrido carbónico). El número de dientes por hoja varía de 2 a 14 dependiendo de la variedad (Gallardo, 1996).

3.1.3.4 Inflorescencia

La inflorescencia es una panoja, constituida por un eje central, ejes secundarios y terciarios, que sostienen a los glomérulos (grupo de flores). El largo de la panoja varía entre 15 y 70 cm (Mujica, 2000).

3.1.3.4.1 Formas de inflorescencia:

Glomerulada. Cuando las inflorescencias forman grupos de flores esféricas con pedicelos cortos y juntos dando un aspecto apretado y compacto (racimo). Los ejes glomerulados pueden tener de 0,5 a 3 cm. de longitud. A lo largo de estos últimos se agrupan las flores en número de 20 o más, sobre el receptáculo.

Amarantiforme. Cuando los glomérulos son alargados y el eje central tiene numerosas ramas secundarias y terciarias y en ellas se agrupan las flores formando masas bastante laxas, se designan con este nombre por el parecido que tiene con la inflorescencia del género *amaranthus*. El eje glomerular depende del tamaño del glomérulo y de la longitud del eje principal (Mujica, 2000).

3.1.3.5 Flor

Las flores son incompletas, sésiles y desprovistas de sépalos, constituidas por una corola formada de cinco piezas florales tepaloides, sepaloides, pudiendo ser hermafroditas, pistiladas (femeninas), androesteriles lo cual indica que pueden tener hábito autogama y alogama (Hanco,2003).

En una misma inflorescencia pueden presentar flores hermafroditas (perfectas), femeninas y androésteriles (imperfectas). Generalmente se encuentra 50 glomérulos en una planta y cada glomérulo está conformado por 18 a 20 granos aproximadamente.

Las flores son pequeñas de 1 a 2 mm de diámetro como en todas las Quenopodiáceas, son flores incompletas porque carecen de pétalos.

La quinua es una especie autógama (autofecundación) con un cierto porcentaje de alogámia (cruzamiento con otras plantas de la misma especie). El porcentaje de cruzamiento depende de la variedad, de la distancia a las plantas con que se pueda cruzar y oscila entre 2% al 10% (Hancock, 2003).

3.1.3.6 Fruto

Es un aquenio, que se deriva de un ovario súpero unilocular y de simetría dorsiventral, tiene forma cilíndrica (lenticular), levemente ensanchado hacia el centro, en la zona ventral del aquenio se observa un cicatriz que es la inserción del fruto en el receptáculo floral. Está constituido por el perigonio que envuelve a la semilla por completo y contiene una sola semilla, de coloración variable, con un diámetro de 1,5 a 4 mm, la cual se desprende con una facilidad a la madurez y en algunos

casos puede permanecer adherido al grano incluso después de la trilla dificultando la selección. El contenido de humedad del fruto a cosecha es de 14,5% (Gallardo, 1997).

El perigonio tiene un aspecto membranoso, opaco de color ebúrneo, con estructura, alveolar, con un estrato de células de forma poligonal-globosa y de paredes finas y lisas.

3.1.3.7 Semilla

Constituye el fruto sin el perigonio, es de forma lenticular, elipsoidal, cónica o esferoidal, presenta tres partes bien definidas que son: Episperma, embrión y perisperma. La episperma, constituida por capas; una externa de superficie rugosa, quebradiza, la cual se desprende fácilmente al frotarla, en ella se ubica la saponina que le da sabor amargo al grano y cuya adherencia a la semilla es variable con los genotipos (Villacorta y talavera, 1976).

La semilla es usualmente lisa y de color blanco, rosado, naranja como también rojo, marrón y negro), el peso del embrión constituye el 60% del peso de la semilla, formando una especie de anillo alrededor del endospermo que se desprende cuando la semilla es cocida (Ecuarural, 2001; Ceron, 2002).

En forma excepcional a otras semillas. En ella se encuentra la mayor cantidad de proteína que alcanza del 35-40%, mientras que en el perisperma solo del 6,3 al 8,3% de la proteína total del grano (Ayala, 1997).

3.1.4 Fenología del Cultivo

La fenología del cultivo son los cambios externos visibles del proceso de desarrollo de la planta, los cuales son el resultado de las condiciones ambientales, cuyo seguimiento es una tarea muy importante para agrónomos y agricultores, puesto que ello servirá para efectuar futuras programaciones para las labores culturales, riegos, control de plagas y enfermedades, aporques, identificación de épocas críticas; así mismo le permite evaluar la marcha de la campaña agrícola y tener una idea concreta sobre los posibles rendimientos de sus cultivos, mediante pronósticos de cosecha, puesto que el estado del cultivo es el mejor indicador del rendimiento (Mujica,1989).

La duración de las fases fenológicas depende mucho de los factores medio ambientales que se presenta en cada campaña agrícola por ejemplo; si se presenta precipitación pluvial larga de 4 meses continuas (enero, febrero, marzo y abril), sin presentar veranillos las fases

fenológicas se alarga por lo tanto el periodo vegetativo es largo y el rendimiento disminuye. Cuando hay presencia de veranillos sin heladas, la duración de las fases fenológicas se acorta y el periodo vegetativo también es corto y el rendimiento es óptimo. También influye la duración de la humedad del suelo, por ejemplo en un suelo franco arcilloso, las fases fenológicas se alargan debido al alto contenido de humedad en el suelo o alta capacidad de retener agua; en cambio en un suelo franco arenoso sucede todo lo contrario (Aguilar,1999)

La quinua presenta fases fenológicas bien marcadas y diferenciables, las cuales permiten identificar los cambios que ocurren durante el desarrollo de la planta. Mujica (1989), observó doce fases fenológicas, que se describen a continuación:

a) Emergencia

Es cuando la plántula emerge del suelo y extiende las hojas cotiledonales, pudiendo observarse en el surco las plántulas en forma de hileras nítidas, esto depende de la humedad del suelo; si el suelo está húmedo, la semilla emerge al cuarto día o sexto día de la siembra. En esta fase la planta puede resistir a la falta de agua, siempre dependiendo del tipo de suelo; si el suelo es

franco-arcilloso. Si el suelo es franco-arenoso, puede resistir aproximadamente, hasta 7 días. También la resistencia depende mucho, del tipo de siembra; si es al voleo sin hacer surco, no resistirá a la sequía; si se siembra también al voleo pero dentro del surco, podrá resistir a la sequía.

b) Dos hojas verdaderas

Es cuando dos hojas verdaderas, extendidas que ya poseen forma lanceolada y se encuentra en la yema apical el siguiente par de hojas, ocurre a los 10 a 15 días después de la siembra y muestra un crecimiento rápido en las raíces. En esta fase la planta también es resistente a la falta de agua, pueden soportar de 10 a 14 días sin agua, siempre dependiendo de los factores ya mencionados en la emergencia.

c) Cuatro hojas verdaderas

Se observan dos pares de hojas extendidas y aún están presentes las hojas cotiledonales de color verde, encontrándose en la yema apical las siguientes hojas del ápice; en inicio de formación de yemas axilares del primer par de hojas; ocurre aproximadamente a los 25 a 30 días después de la siembra.

d) Seis hojas verdaderas

Se observan tres pares de hojas verdaderas extendidas y las hojas cotiledonales se tornan de color amarillento. Esta fase ocurre aproximadamente a los 35 a 45 días después de la siembra, en la cual se nota claramente una protección del ápice vegetativo por las hojas más adultas.

e) Ramificación

Se observa ocho hojas verdaderas extendidas con presencia de hojas axilares hasta el tercer nudo, las hojas cotiledonales se caen y dejan cicatrices en el tallo, también se nota presencia de inflorescencia protegida por las hojas sin dejar al descubierto la panoja, ocurre de los 45 a 50 días de la siembra. Durante esta fase se efectúa el aporque y fertilización complementaria para las quinuas de valle.

f) Inicio de panojamiento.

La inflorescencia se nota que va emergiendo del ápice de la planta, observando alrededor aglomeración de hojas pequeñas, 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 apreciar amarillamiento del primer par de hojas verdaderas (hojas que ya no son fotosintéticamente activas) y se produce una fuerte elongación del tallo, así como engrosamiento.

g) Panojamiento

La inflorescencia sobresale con claridad por encima de las hojas, notándose los glomérulos que la conforman; así mismo, se puede observar en los glomérulos de la base los botones florales individualizados, ello ocurre de los 65 a los 70 días después de la siembra, a partir de esta etapa hasta inicio de grano lechoso se puede consumir las inflorescencias en reemplazo de las hortalizas de inflorescencia tradicionales.

h) Inicio de floración

Es cuando la flor hermafrodita apical se abre mostrando los estambres separados, ocurre de los 75 a 80 días de la siembra, en esta fase es bastante sensible a la sequía y heladas; se puede notar en los glomérulos las anteras protegidas por el perigonio de un color verde limón.

i) Floración o antesis

La floración es cuando el 50% de las flores de la inflorescencia se encuentran abiertas, lo que ocurre de los 90 a 100 días después de la siembra. Esta fase es muy sensible a las heladas, pudiendo resistir solo hasta -2°C , debe observarse la floración a medio día, ya que en horas de la mañana y al atardecer se encuentran cerradas, así mismo la planta comienza a eliminar las hojas inferiores que son menos activas fotosintéticamente, se ha observado que en esta etapa cuando se presentan altas temperaturas que superan los 38°C se produce aborto de las flores, sobre todo en invernaderos o zonas desérticas calurosas.

j) 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.

k) 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’hona q’hona” (*Eurissacca quinoa*) causa daños considerables al cultivo, formando nidos y consumiendo el grano.

l) 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.

3.1.5 Requerimientos Edafoclimáticos

a) Suelo

En lo referente al suelo la quinua prefiere de un suelo franco arenoso a franco arcilloso, con buen drenaje, con pendientes moderadas, con profundidad promedia y un contenido medio de nutrientes, puesto que la planta depende de los nutrientes aplicados al cultivo anterior que es generalmente papa. La quinua se adapta bien a diferentes tipos de suelos (Gonzales, 1999).

b) pH

La quinua tiene 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).

Últimas investigaciones han demostrado que 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) Agua

En cuanto al 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 en años más o menos seco de 300 – 500 mm de agua, pero sin heladas se obtiene buena producción (Gonzales, 1999).

En general, la quinua prospera con 250 a 500 mm de precipitación pluvial anual en promedio, en caso de utilizar riegoos 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 riegoos 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 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 (Mujica 1998).

d) Temperatura

El cultivo de quinua puede soportar hasta -4°C , en determinadas etapas fenológicas, siendo más tolerante en la ramificación y las más susceptibles la floración y llenado de grano.

La temperatura media adecuada para la quinua está alrededor de $15 - 20^{\circ}\text{C}$, 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, et al 1998).

La presencia de veranillos prolongados, con altas temperaturas diurnas fuerza la formación de la panoja y su maduración, lo que repercute en bajos rendimientos (Gonzales, 1999).

e) Humedad relativa

La humedad relativa es importante para la planta ya que disminuye la transpiración a una temperatura dada. Debe estar entre 65 – 80% de HR. Un exceso de humedad es dañino en las épocas de:

- Floración (polen se convierte inviable).
- Madurez de estado pastoso y completo (la quinua puede germinar en la panoja).
- Cosecha (altos costos de secado).

Durante todo el ciclo del cultivo un exceso de humedad, especialmente en combinación con temperaturas elevadas, favorece al ataque de hongos (Gonzales, 1999).

f) Clima

En cuanto al 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).

g) 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 cal/cm²/día, y en la costa (Arequipa), alcanza a 510 cal/cm²/día (Mujica, 1998).

h) Fotoperiodo

El fotoperiodismo de la quinua es variable, depende de su origen: Variedades que vienen de cerca de la línea ecuatorial son cultivos de día corto en dos aspectos de su desarrollo: Necesitan por lo menos 15 días cortos (menor que 10 horas de luz) para inducir la floración y también para la maduración de los frutos. Este cultivo prospera adecuadamente con 12 horas de luz por día, en el hemisferio sur, sobre todo en el altiplano Perú-Boliviano (Gonzales, 1999).

i) Altitud

La quinua crece y se adapta desde el nivel del mar hasta cerca de los 4,000 metros sobre el nivel del mar. 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).

3.2 Características nutricionales de la quinua

Numerosos estudios recientes muestran la riqueza nutricional de la quinua, tanto en términos absolutos como en comparación con otros alimentos básicos.

Generalmente se destaca el hecho de que las proteínas de la quinua reúnen todos los aminoácidos esenciales en un buen balance, al mismo tiempo que sus contenidos grasos están libres de colesterol.

El cuadro que se presenta a continuación permite apreciar las propiedades nutricionales de la quinua en relación a otros alimentos seleccionados

Cuadro 1. Contenido de macro-nutrientes en la quinua y otros alimentos seleccionados, por 100 gramos de peso seco.

	Quinua	Frijol	Maíz	Arroz	Trigo
Energía (Kcal/100g)	399	367	408	372	392
Proteína (g/100g)	16,5	28,0	10,2	7,6	14,3
Grasa (g/100g)	6,3	1,1	4,7	2,2	2,3
Total Carbohidratos (g/100g)	69,0	61,2	81,1	80,4	78,4

Fuente: Koziol (1992)

De igual manera, los análisis bioquímicos muestran una adecuada presencia de vitaminas, especialmente A, B y C, que son parte fundamental de una dieta saludable.

Se trata de un alimento nutricionalmente completo, con un adecuado balance de proteínas, carbohidratos vitaminas y minerales necesarios para la vida humana.

3.2.1 Marco Referencial

3.2.1.1 Producción de quinua

El Perú llegó a producir alrededor de 88,000 toneladas de quinua anuales en el año 2013. La producción se concentra principalmente en los meses de abril y mayo.

3.2.1.2 Evolución de la producción en Perú

El otro gran productor de quinua es Perú, donde igualmente se constata una recuperación de la superficie cultivada y de la producción doméstica.

Cuadro 2. Superficie, producción y rendimientos en Perú

Año	Superficie (ha)	Producción (tn)	Rendimiento (qq/ha)
2011	35,46	41,17	11,60
2010	35,31	41,08	11,63
2009	34,03	39,34	11,57
2008	31,16	29,87	9,58
2007	30,38	31,82	10,47
2006	29,95	30,43	10,16
2005	28,63	32,59	11,38
2004	27,68	26,99	9,75

Fuente: La FAO y la ALADI (2014)

El principal departamento donde se concentra el mayor volumen de esta producción es Puno, con 84%; los demás departamentos aportan con menos del 5% a la producción nacional, esto se debe a las condiciones agro ecológicas de esta región, a su biodiversidad y al conocimiento ancestral de este cultivo por parte de sus pobladores.

3.2.1.3 Rendimiento promedio de la quinua en regiones del Perú

Cuadro 3. Rendimiento promedio de quinua (kg/ha)

Región	2010	2011
Puno	1,198	1,100
Ayacucho	740	1,149
Cusco	963	997
Apurímac	1,153	1,615
Junín	1,216	1,314
Huancavelica	910	932
Arequipa	2,034	2,834
Huánuco	824	860
La Libertad	1,080	1,264
Cajamarca	934	935
Ancash	1,059	1,033
Ancash	1,238	1,508
Promedio Nacional	1,161	1,148

Fuente: MINAG-DGCA-DIA

El rendimiento promedio del año 2010, fue alrededor de 1,148 kg/ha, en comparación de 1,148 kg/ha al mismo periodo del año 2011. Se destaca el rendimiento del departamento de Arequipa que es aproximadamente de 2,834 kg/ha, el mejor a nivel nacional.

La producción y superficie cosechada de quinua a nivel nacional muestra crecimientos sostenidos desde el año 2002. En tal sentido la tasa de crecimiento promedio de la producción en los últimos 11 años es de 3,8% y la superficie cosechada es aproximadamente de 3,3%. Se registró mayor producción en el año 2012 con 44,2 mil toneladas y 38,5 mil hectáreas a nivel nacional (Cadena productiva de quinua 2013).

3.2.1.4 Exportaciones de la quinua

En cuanto al mercado internacional, el Perú inició sus exportaciones de quinua en el año 1997. Dos toneladas de este cultivo fueron enviadas a los Estados Unidos, posteriormente varios países iniciaron la importación de quinua peruana, como Alemania, Canadá, Israel, Holanda, Japón y Nueva Zelanda entre otros. Hasta la fecha, sin embargo, el país hacia donde más se exporta este cultivo sigue siendo los Estados Unidos, a donde se dirige, aproximadamente, el 60% de nuestras exportaciones de quinua. Durante los últimos diez años el Perú

ha aumentado las exportaciones de esta planta de manera abismal, de 2 toneladas a 1,200 toneladas, con un crecimiento de 95% y 124% en los años 2009 y 2010 (MINAG, 2011).

Las exportaciones de quinua a mercados mundiales ha crecido rápidamente en los últimos años, esto se debe, en gran parte, al aumento de la demanda de alimentos orgánicos en los mercados extranjeros y a la política agroexportadora que ha puesto en marcha el Perú. Estudios realizados por organismos internacionales como el Centro de Promoción de las Importaciones de Países en Desarrollo (CBI, 2007).

3.2.1.5 Destino de las exportaciones regionales de quinua

La estructura por mercado de destino de las exportaciones regionales de quinua también experimentó cambios importantes en los últimos veinte años, tanto por el surgimiento de nuevos mercados, como por la recomposición de los ya existentes. Sin embargo, la gran concentración de las ventas en algunos destinos se mantuvo como rasgo sobresaliente durante todo el período.

En el quinquenio inicial del período considerado el principal importador de quinua eran los Estados Unidos (34%), seguido por Perú (18%), Alemania (18%), Francia (11%) y Holanda (9%). Otros destinos

importantes, aunque de menor significación, eran Japón (4%) y Ecuador (3%). Durante los últimos veinte años los Estados Unidos incrementaron su importancia como mercado de destino, de tal forma que en el quinquenio final ya concentraban más de la mitad (56%) de las importaciones de quinua. Simultáneamente, aparecen como nuevos mercados de relevancia Canadá (5%), Australia (3%), Israel (2%) y Brasil (2%) (La FAO y la ALADI, 2014).

3.2.2 Antecedentes

ARANA (2014), en su estudio de “Comparativo de rendimiento de 10 variedades de quinua (*chenopodium quinua* willd) en siembra de primavera, en el CEA III Los Pichones – Tacna”, Determinó que el mayor rendimiento de grano lo obtuvo la variedad Salcedo INIA con 3 412,62 kg/ha seguido de la variedad Chullpi 3 359,67 kg/ha, en tercer lugar la variedad Pandela 2 659,67 kg/ha. Las variedades Illpa INIA y Choclito obtuvieron menores rendimientos con 2 260,67 y 1 632 kg/ha respectivamente.

BARRIOS (2014), en su investigación de “Rendimiento de 18 cultivares promisorios de quinua (*chenopodium quinoa* willd) en valle siembra de otoño en la Yarada Baja “La esperanza” – Tacna”, en su

resultado señala que el cultivar Amarilla Marangani fue el que presentó mayor peso y longitud de panoja fresca con 119,33 g y 60 cm respectivamente; el cultivar Amarilla Sacaca con 21,57 g/panoja y 4 447 kg/ha fue el que presentó mayor producción de grano por panoja y por ha.

CONDE (2014), En el estudio Comparativo de rendimiento de 7 variedades de quinua (*chenopodium quinoa* willd) en dos épocas de siembra en el CEA III “Los Pichones” –Tacna”. El experimento se realizó durante los meses de Agosto a Diciembre de 2012 para la primera época de siembra; y de Setiembre a Enero de 2013 para la segunda época de siembra. Las variedades de quinua que se utilizaron fueron: Salcedo INIA, Blanca de Juli, Illpa INIA, Kancolla, Negra Collana y Real. Los resultados demostraron que para rendimiento total de grano, Kancolla fue superior a las demás variedades con promedio de 3 112,50 kg/ha para ambas épocas de siembra.

QUISPE (2014), En el estudio “comparativo de rendimiento de 12 variedades de quinua (*chenopodium quinoa* willd.) en siembra de invierno en el CEA III “Los Pichones” - Tacna”, Determinó que las variedades Amarilla Sacaca con 6 975 kg/ha y Chullpi con 3 280 kg/ha fueron la más rendidoras. Simultáneamente se comportaron como las

más tardías con períodos vegetativos de 152 y 123 días respectivamente. Asimismo las variedades Pandela con 88 días, Real Boliviana con 98 días y Pasancalla 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.

SARMIENTO (2011). En su estudio “Comparativo de rendimiento de 10 cultivares de quinua (*chenopodium quinoa willd*) en siembra de invierno - primavera en La Yarada”, concluye que los cultivares de Amarilla Marangani con 2,05 m desarrollaron mayor altura de la planta, la línea LP;18 fue el de menor altura con 1,02 metros. En cuanto a la longitud y ancho de panoja el cultivar Peruano Amarilla Marangani obtuvo los mayores valores con 72,20 cm y 16,90 cm respectivamente.

PILCO (1996). En su trabajo de investigación de “Comparativo de rendimiento de 25 cultivares de quinua (*chenopodium quinoa willd*) en condiciones de la cooperativa hospicio 60 de La Yarada”, demostró que la quinua es una planta que se adapta a las condiciones de la costa de Tacna, superando largamente en rendimiento al promedio nacional que es de 1 000 kg/ha. Los cultivares que resultaron con mayores rendimientos fueron Amarilla Marangani UNSAAC con 7 142,85 kg/ha y el Quillahuamán INIA con 6 190,47 kg/ha.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se llevó a cabo en el Centro Experimental Agrícola III “Los Pichones” de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann” a una altitud de 535 msnm, 17° 59´ 38” latitud sur y 70° 14´22” latitud oeste, en los meses de enero a mayo del 2014.

El tipo de investigación fue experimental

La población estuvo constituida por doce variedades de quinua (*Chenopodium quinoa*, Willd).

4.1 Características del Suelo

Los resultados de los análisis del suelo se observa en el cuadro 04, el muestreo se realizó a una profundidad de 30 cm.

Cuadro 4. Análisis Físico – Químico de suelo

ANÁLISIS FÍSICO	RESULTADOS
Arena	64 %
Limo	26 %
Arcilla	10 %
Textura	Franco arenoso
ANÁLISIS QUÍMICO	RESULTADOS
pH	4,10
C.E.dS/m	3,10
CaCO ₃	0,00 %
M.O.	0,66 %
P	8,2 ppm
K	423 ppm
CIC me/100 g	11,68

Fuente: Laboratorio de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Facultad De Agronomía de la Universidad Agraria La Molina (2013).

Según el cuadro 04, el análisis físico - químico del suelo indica que se trata de un suelo de textura franco arenoso, presenta un pH de 4,10 que según Guerrero (2000) es un suelo fuertemente ácido, el contenido de fósforo es de 8,2 ppm considerado medio, con una conductividad eléctrica de 3,10 dS/m siendo un suelo ligeramente salino, El contenido

de M.O. fue de 0,60% considerado bajo y su CIC de 11,68 siendo poco fértil; necesita aporte de materia orgánica. El contenido de potasio es de 423 ppm considerado elevado según señalado por Domínguez (1990).

4.2 Características Climáticas

Los parámetros meteorológicos del lugar de experimentación en el tiempo que duro el experimento, se muestra en el cuadro 05 que fueron obtenidos de la Estación MAP - Jorge Basadre Grohmann - Servicio Nacional de Meteorología e Hidrológica (SENAMHI) de Tacna – Moquegua.

Cuadro 5. Datos de la estación meteorológica SENAMHI de enero – mayo 2014. Variables registradas durante el desarrollo del experimento.

		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Temperatura (°C)	Máxima	29,1	27,9	27,3	24,0	22,1
	Mínima	17,3	15,6	15,8	15,3	13,5
Humedad relativa (%)		72	74	73	83	84
Precipitación mensual (mm)		0,0	0,0	0,0	0,0	0,3

Fuente: SENAMHI – TACNA (2014)

Según el cuadro 05, las temperaturas registradas se consideran aceptables para el desarrollo del cultivo, la humedad relativa se encuentra dentro de los rangos aceptables, en cuanto a la precipitación no se presentaron durante el desarrollo del cultivo.

4.3 Tratamientos

Cuadro 6. Tratamientos según procedencia.

Tratamientos	Variedades	Procedencia
T ₁	Huariponcho	Puno
T ₂	Illpa INIA	Puno
T ₃	Salcedo INIA	Puno
T ₄	Kancolla	Puno
T ₅	Real Rosada	Bolivia
T ₆	Chullpi	Puno
T ₇	Amarilla Marangani	Cusco
T ₈	Negra Collana	Puno
T ₉	Blanca de Juli	Puno
T ₁₀	Quillahuamán	Cusco
T ₁₁	Real Boliviana	Bolivia
T ₁₂	Amarilla Sacaca	Cusco

Fuente: Elaboración propia

Los tratamientos que se utilizaron fueron variedades de quinua, que a continuación se describen sus características principales:

4.3.1 Salcedo INIA

Es una variedad resultado de selección surco-panoja variedad “real boliviana x sajama”, en la estación experimental de Patacamaya, introducido en Puno en 1,989, es de grano grande de 1,8 a 2,0 mm de diámetro de color blanco, panoja glomerulada, periodo vegetativo de 160 días (precoz), rendimiento 2,500 kg/ha, resistente a heladas (-2C), tolerante al mildiu. Se recomienda su cultivo en la zona circunlacustre. (Obtentor, Ing. Vidal Apaza – INIA).

4.3.2 Blanca de Juli

Es una variedad que resulto de selección de ecotipos locales de Juli-Puno de 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 2,500 kg/ha, tolerancia intermedio al mildiu, apta para zona circunlacustre, zonas de Juli, Pomata, Zepita, Península de Chucuito e llave (INIA, 2010).

4.3.3 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 2,0 mm de diámetro, de color blanquecino, panoja glomerulada, periodo vegetativo de 150 días (precoz), rendimiento promedio 3,083 kg/ha resistente heladas, tolerante al mildiu (Obtentor, Ing. Vidal Apaza – INIA).

4.3.4 Real Rosada.

Procedencia de altiplano boliviana, seleccionada por su gran tamaño, de color de grano rosado, tiene un periodo vegetativo corto.

4.3.5 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 (INIA, 2010).

4.3.6 Negra Collana:

Es una variedad resultado de una selección masal predominante en la zona de llave (Puno), de grano mediano de 1,5 mm a 1,8 mm de diámetro es de color morado a rosado, panoja tipo amarantiforme, es amarga y se le cultiva por la zona de llave, con rendimientos de 1 200 a 1 800 kg/ha, periodo vegetativo de 180 días, resistente al ataque de mildiu (INIA, 2010).

4.3.7 Amarilla 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)

4.3.8 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 en Valles interandinos de 2 750 a 3 650 msnm, Periodo vegetativo 160 – 180 días, rendimiento comercial 2,3 t/ha, rendimiento potencial 3,5 t/ha (INIA-Cusco).

4.3.9 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 3 500 kg/ha, tolerante intermedio al mildiu. (ANPE PERU Y CONCYTEC)

4.3.10 Quillahuamán

Es originaria del valle del Vilcanota-Cusco, seleccionada, desarrollada y evaluada, por el Programa Nacional de Innovación Agraria en Cultivos Andinos del INIA-Cusco. Es una planta erecta sin ramificación de 1,60 m, panoja semi laxa, amarantiforme, que le confiere cierta resistencia al ataque de Q'hona, q'hona, con período vegetativo 160 días, y un tamaño de grano mediano. Tiene un color blanco, un bajo contenido de saponina, resistente al vuelco, de amplia adaptación que va desde nivel del mar

hasta los 3 900 msnm con alto potencial de rendimiento de 3 500 kg/ha y tolerante a la enfermedad causada por el hongo *Peronospora farinosa* f. sp. *chenopodii*, y ataque de Q'hona-q'hona (Obtendor: A. Quillahuaman – INIA 1990).

4.3.11 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.

4.3.12 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 Variables de respuesta

a) Altura de planta

Esta variable se obtuvo en la fase fenológica de madurez fisiológica, de 10 plantas por unidad experimental, empleando una cinta métrica se procedió a medir tomando como punto el cuello de la raíz hasta el ápice de la panoja.

b) longitud de panoja

La medición se realizó en la fase de madurez fisiológica, se consideraron 10 plantas por unidad experimental, se procedió a medir la longitud desde la base de la panoja hasta el ápice de la panoja.

c) Ancho de panoja

Esta variable se midió con la ayuda de una cinta métrica al finalizar la fase fenológica de madurez fisiológica, de 10 plantas por unidad experimental, la medición se realizó de la zona central (medio) de la panoja.

d) Peso fresco de planta

Se evaluó 10 plantas por unidad experimental en la fase de madurez fisiológica, utilizando una balanza, con registro de peso individual.

e) Peso seco de planta

Se evaluó las 10 mismas plantas de peso fresco por unidad experimental, el secado se realizó a medio ambiente, las que se colocaron a una balanza para obtener el peso seco individual.

f) Peso fresco de panoja

Se evaluó 10 plantas por unidad experimental en la fase de madurez fisiológica, utilizando una balanza, con registro de peso individual.

g) Peso seco de panoja

Se evaluó las 10 mismas plantas de peso fresco por unidad experimental, el secado se realizó a medio ambiente, las que se colocaron a una balanza para obtener el peso seco individual.

h) Rendimiento de grano

Se determinó en la etapa de madurez fisiológica, empleando una balanza de precisión, se procedió a pesar el grano limpio procedente de unidad y parcela experimental, luego expresada en kilogramos y convertida a hectárea.

i) Índice de cosecha.

Se determinó después de la cosecha, empleando el cálculo de la siguiente relación matemática:

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

j) Índice de desgrane

Se determinó después de la cosecha, empleando el cálculo de la siguiente relación matemática:

$$I. D. = \frac{\text{Peso seco de grano}}{\text{Peso seco de panoja}}$$

k) Tamaño de grano

El tamaño de grano se evaluó después de la trilla.

Se determinó de una muestra de 1 000 g de grano de cada variedad colocando a tamices con mallas de diferentes medidas: 1,18; 1,70 y 2,00 (mm) para obtener el porcentaje de cada medida.

4.5 Diseño experimental

Se utilizó el Diseño Completamente Aleatorio (DCA) con tratamientos y 4 repeticiones, cuyo modelo fue:

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

Donde:

μ = es el efecto medio

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.)

4.6 Características del campo experimental

a) Campo experimental:

Largo : 23 m

Ancho : 18 m

Área total : 414 m²

Separación entre unidad experimental: 1m

b) Unidad experimental

Largo	:	5 m
Ancho	:	1,5 m
Área total	:	7,5 m ²
Distanciamiento entre plantas	:	chorro continuo
Distanciamiento entre líneas	:	1,5 m
Plantas por unidad experimental	:	50

4.7 Análisis estadístico

El análisis de datos se realizó utilizando la técnica análisis de varianza, la prueba estadística fue la F a un nivel de significación de 0,05 y 0,01 y para las comparaciones de medias se utilizó la prueba de Duncan; a un nivel de significación de 0,05.

4.8 Croquis y distribución de tratamientos en el campo experimental



4.9 Conducción del experimento

a) Preparación de terreno

Se realizó la roturación de terreno con arado de discos, el mullido de los terrones se realizó con una rastra de puntas de manera perpendicular a la rotulación hasta que el terreno quedo mullido y nivelado, el nivelado se efectuó para que el riego sea uniforme en todas las cintas de riego, seguidamente se incorporó humus como materia orgánica a razón de 5 t/ha.

b) Marcación campo experimental y tendido de cintas de riego

Para la marcación se utilizó cinta métrica y estacas, con los cuales se procedió a marcar de acuerdo al croquis del campo experimental ubicando las unidades experimentales y calles. El tendido de cintas de riego se realizó en un distanciamiento de 1,50 m entre surcos.

c) Siembra

La siembra se efectuó el 09 de enero del 2014 en forma directa a chorro continuo a una profundidad de 1 cm aproximadamente, con una densidad de siembra de 6 kg/ha.

d) Fertilización

La fertilización se efectuó de acuerdo a la siguiente formulación 180-50-50 (kg/ha) de N – P₂O₅ – K₂O respectivamente, para lo cual se utilizó Urea (46% de nitrógeno), Fosfato diamónico (46% de fosforo - 16% de nitrógeno) y Sulfato de potasio (50% de potasio)

La primera fertilización se realizó antes de la siembra en cual se incorporó 2/3 de Urea, todo de Fosfato diamónico y de Sulfato de potasio.

El resto de fertilización se aplicó en las etapas de panojamiento y floración mediante el sistema de fertirrigación.

e) Riego

La aplicación de agua se hizo mediante el riego localizado por goteo tratando de mantener la humedad del suelo a capacidad de

campo, el primer riego se realizó antes de la siembra, segundo riego los primeros días después de la siembra con una frecuencia 1,5 días durante la primera semana, para asegurar la germinación; a partir de la segunda semana el riego fue con una frecuencia de 3 veces por semana hasta la madurez fisiológica de la planta.

f) Deshierbo

La labor cultural se realizó semanalmente, para evitar la competencia entre maleza - cultivo por nutrientes.

Las malezas de mayor incidencia fueron: *Malva parviflora* ``Malva``, *Priva leváis* ``Papilla`` y *Distichilis spicata* `` Grama salada``.

g) Raleo

Este labor se realizó las primeras semanas después de la siembra, con la finalidad de reducir y uniformizar la densidad se siembra, eliminando plantas enfermas, pequeñas y débiles.

h) Control fitosanitario

Esta labor se desarrollo durante toda las fases fenológicas del cultivo, se emplearon pesticidas se tipo sistémico y de contacto de forma preventiva para el control de plagas y enfermedades.

i) Plagas

En los primeros fases se presentaron Gusanos (*Prodenia spp.*, *Copitarsia turbata*), la mosca minadora (*Liriomiza huidobrensis*) y pulgones (*Myzus persicae*, *Aphis gossypii*) y en los fases fenológicas de grano pastoso hasta la madurez fisiológica se observaron chinches (*Dagbertus sp.*, *Rynacloa sp.*) y aves (paloma (cuculí "*Zenaida asiática meloda*")).

j) Enfermedades

Se presentó la chupadera fungosa causado por (*Rhizoctonia sp*, *Fusarium sp*) y el mildiu causado por (*Peronospora farinosa*).

k) Cosecha

La cosecha se realizó en forma gradual conforme las variedades fueron alcanzando su madurez fisiológica.

El corte se efectuó de forma manual, empleando una tijera de podar, el corte se realizó a la altura del cuello de la raíz, para el registro de variables evaluadas. Las plantas se secaron al medio ambiente sobre una manta. Luego se efectuó la trilla (apaleo) en forma manual y posteriormente el venteado para obtener grano limpio.

CAPÍTULO V
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Altura de planta (cm)

Cuadro 7. Análisis de varianza de altura de planta de 12 variedades de quinua.

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F α	
					0,05	0,01
Tratamientos	11	35664,24	3242,20	14,48	2,06	2,78 **
Error	36	8061,51	223,93			
TOTAL	47	43725,75			C.V.	8,64%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para altura de planta, cuadro 07, indica que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por lo tanto una de las variedades obtuvo mayor altura de planta. El coeficiente de variabilidad fue 8,64%, indica que los datos son confiables.

Cuadro 8. Prueba de significación de Duncan de altura de planta de 12 variedades de quinua.

O.M.	Tratamientos	Promedio (cm)	Significación $\alpha = 0,05$
1	Amarilla Sacaca	222,70	a
2	Amarilla Marangani	216,05	a
3	Quillahuamán	207,95	a
4	Blanca de Juli	170,93	b
5	Kancolla	169,23	b
6	Huariponcho	168,43	b
7	Negra Collana	168,33	b
8	Salcedo INIA	164,63	b
9	Chullpi	163,40	b
10	Illpa INIA	154,98	b c
11	Real Boliviana	140,08	c d
12	Real Rosada	131,30	d

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación de Duncan ($\alpha=0,05$), cuadro 08, para altura de planta muestra que las variedades Amarilla Sacaca, Amarilla Marangani y Quillahuamán con promedios de 222,70 cm, 216,05 cm 207,95 cm respectivamente, fueron superiores a los demás, sin embargo no existen diferencias estadísticas entre estas tres variedades. En tanto que las variedades Real Boliviana y Real Rosada con promedios de

140,08 cm, 131,30 cm respectivamente fueron plantas con alturas inferiores.

5.2 Longitud de panoja (cm)

Cuadro 9. Análisis de varianza de longitud de panoja de 12 variedades de quinua.

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F α	
					0,05	0,01
Tratamientos	11	1146,03	104,18	5,96	2,06	2,78 **
Error	36	628,93	17,47			
TOTAL	47	1774,96			C.V. 6,87%	

Fuente: Elaboración propia

Análisis de varianza de longitud de panoja, cuadro 09, muestra que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, lo que nos indica que por lo menos una variedad tiene longitud de panoja más grande que los demás. El coeficiente de variabilidad fue 6,87%, señala que los resultados son confiables y se encuentran dentro de un rango aceptable para trabajos en condiciones de campo.

Cuadro 10. Prueba de significación Duncan de longitud de panoja de 12 variedades de quinua.

O.M.	Tratamientos	Promedio (cm)	Significación $\alpha = 0,05$
1	Quillahuamán	69,275	a
2	Blanca de Juli	64,125	a b
3	Huariponcho	64,025	a b
4	Kancolla	63,950	a b
5	Chullpi	63,150	a b
6	Amarilla. Marangani	62,700	a b
7	Negra Collana	61,800	b
8	Amarilla Sacaca	59,600	b c
9	Illpa INIA	59,150	b c
10	Salcedo INIA	58,300	b c
11	Real Boliviana	53,700	c d
12	Real Rosada	50,200	c d

Fuente: Elaboración propia

Prueba de significación de Duncan ($\alpha=0,05$), cuadro 10, para longitud de panoja, muestra que la variedad Quillahuamán alcanzó el mayor promedio con 69,28 cm, seguido de las variedades Blanca de Juli, Huariponcho, Kancolla, Chullpi y Amarilla Marangani con promedios de 64,13 cm, 64,03 cm, 63,95 cm, 63,15 cm y 62,70 cm respectivamente, sin embargo son estadísticamente similares. En tanto que las variedades Amarilla Sacaca, Illpa INIA, Salcedo INIA, Real Boliviana y Real Rosada

con promedios de 59,60 cm, 59,15 cm, 58,30 cm, 53,70 cm y 50,20 cm respectivamente, los cuales se encuentran en orden descendente sin que existan diferencias estadísticas entre ellos, expresando menores longitudes de panoja.

5.3 Ancho de Panoja (cm)

Cuadro 11. Análisis de varianza de Ancho de Panoja de 12 variedades de quinua.

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F α	
					0,05	0,01
Tratamientos	11	17,64	1,60	2,69	2,06	2,78 *
Error	36	21,48	0,60			
TOTAL	47	39,12			C.V. 8,54%	

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para ancho de panoja, cuadro 11, indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos, por lo tanto una de las variedades obtuvo mayor ancho de panoja. El coeficiente de variabilidad fue 8,54%, indica que los datos son confiables.

Cuadro 12. Prueba de significación de Duncan de ancho de panoja de 12 variedades de quinua.

O.M.	Tratamientos	Promedio (cm)	Significación $\alpha = 0,05$
1	Quillahuamán	9,80	a
2	Chullpi	9,60	a
3	Amarilla Marangani	9,60	a
4	Negra Collana	9,53	a
5	Illpa INIA	9,48	a b
6	Kancolla	9,30	a b
7	Amarilla Sacaca	9,23	a b
8	Blanca de Juli	9,08	a b c
9	Real Boliviana	8,58	a b c
10	Salcedo INIA	8,23	b c
11	Huariponcho	8,23	b c
12	Real Rosada	7,98	c

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación de Duncan ($\alpha=0,05$), cuadro 12, para ancho de panoja, se observa en los primeros lugares las variedades Quillahuamán con 9,80 cm, Chullpi 9,60 cm, Amarilla Marangani 9,60 cm y Negra Collana con 9,53 cm, seguido de la variedad Illpa INIA con 9,48 cm, Kancolla con 9,30 cm, Amarilla Sacaca con 9,23 cm, siendo similares estadísticamente. En tanto la variedad Salcedo INIA con 8,23 cm,

Huariponcho con 8,23 cm y Real rosada con 7,98 cm estadísticamente son similares, ocupando los últimos lugares.

5.4 Peso fresco de planta (g)

Cuadro 13. Análisis de varianza de peso fresco de planta de 12 variedades de quinua.

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F α		
					0,05	0,01	
Tratamientos	11	122258,15	11114,38	6,50	2,06	2,78	**
Error	36	61531,45	1709,21				
TOTAL	47	183789,60					C.V. 12,86%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para peso fresco de planta, cuadro 13, indica que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por lo tanto una de las variedades obtuvo mayor peso fresco de planta. El coeficiente de variabilidad fue 12,86%, indica que los datos son confiables.

Cuadro 14. Prueba de significación de Duncan de Peso fresco de planta de 12 variedades de quinua.

O.M.	Tratamientos	Promedio (g)	Significación $\alpha = 0,05$
1	Amarilla Marangani	404,85	a
2	Amarilla Sacaca	383,17	a b
3	Quillahumán	365,98	a b c
4	Chullpi	339,36	b c d
5	Negra Collana	336,05	b c d
6	Kancolla	325,44	b c d
7	Illpa INIA	323,28	b c d
8	Salcedo INIA	314,44	c d
9	Blanca de Juli	309,29	c d
10	Real Boliviana	293,21	d
11	Real Rosada	232,89	e
12	Huariponcho	229,66	e

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación de Duncan ($\alpha=0,05$), cuadro 14, para peso fresco de planta, muestra que la variedad Amarilla Marangani alcanzó el mayor promedio con 404,85 g, seguido de Amarilla Sacaca con 383,17 g, sin embargo son estadísticamente similares. En un segundo grupo se encuentran las variedades Chullpi, Negra Collana y Kancolla con promedios de 339,36 g, 336,05 g y 325,44 g respectivamente, siendo similares estadísticamente entre sí. Finalmente las variedades Real

Rosada y Huariponcho con promedios de 232,89 g y 229,66 g, obtuvieron menores promedios.

5.5 Peso Seco de Planta (g)

Cuadro 15. Análisis de varianza de Peso Seco de Planta de 12 variedades de quinua.

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F α	
					0,05	0,01
Tratamientos	11	29605,54	2691,41	9,18	2,06	2,78 **
Error	36	10551,35	293,09			
TOTAL	47	40156,89			C.V. 11,11%	

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza de peso seco de planta, cuadro 15, muestra que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, lo que indica que por lo menos una variedad obtuvo mayor peso seco de la planta que los demás. El coeficiente de variabilidad fue 11,11%, señala que los resultados son confiables y se encuentran dentro de un rango aceptable para trabajos en condiciones de campo.

Cuadro 16. Prueba de significación de Duncan Peso Seco de Planta de 12 variedades de quinua.

O.M.	Tratamiento	Promedio (g)	Significación $\alpha = 0,05$
1	Amarilla Marangani	196,35	a
2	Quillahuamán	195,59	a
3	Amarilla Sacaca	183,06	a
4	Illpa INIA	156,92	b
5	Negra Collana	151,51	b
6	Chullpi	150,93	b
7	Salcedo INIA	150,91	b
8	Kancolla	142,62	b
9	Real Boliviana	142,10	b
10	Real Rosada	135,63	b
11	Blanca de Juli	133,16	b c
12	Huariponcho	109,77	c

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación de Duncan ($\alpha=0,05$), cuadro 16, para peso seco de planta muestra que la variedad Amarilla Marangani destaca en primer lugar con un promedio de 196,35 g, en el segundo lugar se ubica la variedad Quillahuamán con 195,59 g, en tercer lugar la variedad Amarilla Sacaca con 183,06 g, sin embargo no existen diferencias estadísticas entre estas tres variedades. En tanto que las variedades Blanca de Juli y Huariponcho con promedios de 133,16 g y 109,77 g respectivamente ocuparon los últimos lugares.

5.6 Peso Fresco de Panoja (g)

Cuadro 17. Análisis de varianza de Peso Fresco de Panoja de 12 variedades de quinua.

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F α	
					0,05	0,01
Tratamientos	11	48526,28	4411,48	10,07	2,06	2,78 **
Error	36	15777,63	438,27			
TOTAL	47	64303,91			C.V. 10,57%	

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para peso fresco de panoja, cuadro 17, indica que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por lo tanto una de las variedades obtuvo mayor peso fresco de panoja. El coeficiente de variabilidad fue 10,57%, indica que los datos son confiables.

Cuadro 18. Prueba de significación de Duncan para Peso Fresco de Panoja de 12 variedades de quinua.

O.M.	Tratamientos	Promedio (g)	Significación $\alpha = 0,05$
1	Amarilla Sacaca	234,42	a
2	Amarilla Marangani	234,15	a
3	Chullpi	216,89	a b
4	Kancolla	214,63	a b c
5	Blanca de Juli	213,26	a b c
6	Illpa INIA	211,54	a b c
7	Negra Collana	210,89	a b c
8	Quillahuamán	199,74	b c
9	Salcedo INIA	190,70	b c
10	Real Boliviana	180,83	c
11	Huariponcho	139,87	d
12	Real rosada	130,53	d

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación de Duncan ($\alpha=0,05$), cuadro 18, para peso fresco de panoja, muestra que la variedad Amarilla Sacaca alcanzó el mayor promedio con 234,42 g, seguido de variedad Amarilla Marangani con 234,15 g, ubicándose en tercer lugar la variedad Chullpi con 216,89 g, siendo estadísticamente similares. Las variedades Quillahuamán con 199,74 g, Salcedo INIA con 190,70 g, Real Boliviana con 180,83 g, estadísticamente son similares, ocupan los últimos lugares en forma

descendente. Finalmente las variedades de Huariponcho y Real Rosada con promedios de 139,87g y 130,53g ocupan último lugar siendo similares estadísticamente entre sí.

5.7 Peso seco de panoja (g)

Cuadro 19. Análisis de varianza de Peso seco de panoja de 12 variedades de quinua.

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F α	
					0,05	0,01
Tratamientos	11	6 053,92	550,36	4,83	2,06	2,78 **
Error	36	4 099,91	113,89			
TOTAL	47	10 153,83			C.V. 10,12%	

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza de peso seco de panoja, cuadro 19, muestra que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, lo que indica que por lo menos una variedad tiene mayor peso fresco de panoja que los demás. El coeficiente de variabilidad fue 10,12%, señala que los resultados son confiables y se encuentran dentro de un rango aceptable para trabajos en condiciones de campo.

Cuadro 20. Prueba de significación de Duncan para Peso seco de Panoja de 12 variedades de quinua.

O.M.	Tratamientos	Promedio (g)	Significación $\alpha = 0,05$
1	Quillahuamán	124,09	a
2	Amarilla Marangani	118,52	a b
3	Amarilla Sacaca	115,84	a b
4	Illpa INIA	111,17	a b
5 ^o	Chullpi	105,80	b c
6	Real Boliviana	105,67	b c
7	Blanca de Juli	104,32	b c
8	Salcedo INIA	103,82	b c
9	Kancolla	103,53	b c
10	Negra Collana	101,83	b c
11	Real rosada	89,25	c d
12	Huariponcho	81,55	d

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación de Duncan ($\alpha=0,05$), cuadro 20, para peso seco de panoja, muestra que las variedades Quillahuamán, Amarilla Marangani, Amarilla Sacaca y Illpa INIA alcanzaron los mayores promedios con 124,09 g, 118,52 g, 115,84 g y 111,17 g respectivamente, siendo estadísticamente similares entre sí. Las variedades Real Rosada y Huariponcho con promedios de 89,25 g y 81,55 g respectivamente, ocuparon los últimos lugares.

5.8 Rendimiento de grano por planta (g)

Cuadro 21. Análisis de varianza de rendimiento de grano/planta de 12 variedades de quinua.

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F α	
					0,05	0,01
Tratamientos	11	4 037,49	367,04	20,43	2,06	2,78 **
Error	36	646,69	17,96			
TOTAL	47	4 684,18			C.V.	9,46%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza de rendimiento de grano por planta, cuadro 21, indica que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por lo tanto una de las variedades obtuvo mayor rendimiento de grano por planta. El coeficiente de variabilidad fue 9,46%, indica que los datos son confiables.

Cuadro 22. Prueba de significación de Duncan de rendimiento de grano por planta de 12 variedades de quinua.

O.M.	Tratamientos	Promedio (g)	Significación $\alpha = 0,05$
1	Quillahuamán	60,76	a
2	Amarilla Marangani	58,30	a b
3	Amarilla Sacaca	54,25	b
4	Chullpi	52,05	b
5	Illpa INIA	45,05	c
6	Real Boliviana	44,65	c
7	Blanca de Juli	41,82	c d
8	Negra Collana	39,88	c d e
9	Kancolla	39,09	c d e
10	Salcedo INIA	37,01	d e f
11	Real Rosada	33,48	e f
12	Huariponcho	31,54	f

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación de Duncan ($\alpha=0,05$), cuadro 22, para rendimiento de grano por planta, muestra que la variedad Quillahuamán alcanzó el mayor promedio con 60,76 g y en segundo lugar la variedad Amarilla Marangani con 58,30 g, siendo las dos variedades estadísticamente similares. En tercer lugar se ubica la variedad Amarilla Sacaca con 54,25 g, seguido de la variedad Chullpi con 52,05 g comportándose estadísticamente similares. En tanto las variedades Real

Rosada y Huariponcho con promedios de 33,48 g y 31,54 g respectivamente, estadísticamente son similares y ocupan los últimos lugares.

5.9 Índice de cosecha

Cuadro 23. Análisis de varianza del índice de cosecha de 12 variedades de quinua.

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F α	
					0,05	0,01
Tratamientos	11	0,042	0,004	3,64	2,06	2,78 **
Error	36	0,038	0,001			
TOTAL	47	0,081			C.V. 11,25%	

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para índice de cosecha, cuadro 23, indica que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por lo tanto una variedad es diferente. El coeficiente de variabilidad fue 11,25%, indicando que los datos son confiables.

Cuadro 24. Prueba significación de Duncan del índice de cosecha de 12 variedades de quinua.

O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	Chullpi	0,35	a
2	Blanca de Juli	0,32	a b
3	Real Boliviana	0,32	a b
4	Quillahuamán	0,31	a b
5	Amarilla Sacaca	0,30	a b c
6	Amarilla Marangani	0,30	a b c
7	Huariponcho	0,29	b c d
8	Kancolla	0,28	b c d
9	Illpa INIA	0,28	b c d
10	Negra Collana	0,26	c d
11	Real Rosada	0,25	c d
12	Salcedo INIA	0,24	d

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación de Duncan ($\alpha=0,05$), cuadro 24, para índice de cosecha, muestra que la variedad Chullpi con un promedio 0,35 destaca significativamente superior a los demás, seguidos de las variedades Blanca de Juli y Real Boliviana con promedios de 0,32 y 0,32 respectivamente, superando estadísticamente a las variedades Real Rosada y Salcedo INIA con promedios de 0,24 y 0,25 respectivamente y ocupan los últimos lugares.

5.10 Índice de desgrane

Cuadro 25. Análisis de varianza del índice de desgrane de 12 variedades de quinua.

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F α	
					0,05	0,01
Tratamientos	11	0,125	0,011	8,10	2,06	2,78 **
Error	36	0,051	0,001			
TOTAL	47	0,176			C.V.	8,93%

Fuente: Elaboración propia

Análisis de varianza de índice de desgrane, cuadro 25, muestra que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, lo que indica que una variedad tiene mayor índice de desgrane que los demás. El coeficiente de variabilidad fue 8,93%, señalando que los resultados son confiables y que se encuentran dentro de un rango aceptable para trabajos en condiciones de campo.

Cuadro 26. Prueba significación de Duncan del índice de Desgrane de 12 variedades de quinua.

O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	Amarilla Marangani	0,50	a
2	Chullpi	0,49	a
3	Quillahuamán	0,49	a
4	Amarilla Sacaca	0,47	a b
5	Real Boliviana	0,42	b c
6	Blanca de Juli	0,39	c d
7	Illpa INIA	0,39	c d
8	Huariponcho	0,39	c d
9	Kancolla	0,38	c d
10	Negra Collana	0,38	c d
11	Real Rosada	0,38	c d
12	Salcedo INIA	0,35	d

Fuente: Elaboración propia

Prueba de significación de Duncan ($\alpha=0,05$), cuadro 26, para índice de desgrane, muestra en los primeros lugares a las variedades de Amarilla Marangani, Chullpi y Quillahuamán con promedios de 0,50 y 0,49 respectivamente, superando estadísticamente a las variedades Real Rosada con 0,38 y Salcedo INIA con 0,35 que obtuvieron menores promedios.

5.11 Rendimiento de grano (kg/ha)

Cuadro 27. Análisis de varianza de rendimiento de grano por hectárea de 12 variedades de quinua.

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F α	
					0,05	0,01
Tratamientos	11	18 408 507,78	1 673 500,71	18,04	2,06	2,78 **
Error	36	3 339 087,33	92752,43			
TOTAL	47	21 747 595,11			C.V. 10,27%	

Fuente: Elaboración propia

Análisis de varianza de rendimiento de grano por hectárea, cuadro 27, muestra que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, lo que indica que por lo menos una variedad obtuvo mayor rendimiento de grano que los demás. El coeficiente de variabilidad fue 10,27%, señalando que los resultados son confiables y se encuentran dentro de un rango aceptable para trabajos en condiciones de campo.

Cuadro 28. Prueba de significación Duncan de rendimiento de grano de 12 variedades de quinua.

O.M.	Tratamientos	Promedio (kg/ha)	Significación $\alpha = 0,05$
1	Quillahuamán	4 050,50	a
2	Amarilla Marangani	3 886,67	a b
3	Amarilla Sacaca	3 616,33	a b
4	Chullpi	3 469,83	b
5	Real Boliviana	2 976,67	c
6	Illpa INIA	2 886,33	c d
7	Blanca de Juli	2 721,50	c d
8	Kancolla	2 655,83	c d e
9	Negra Collana	2 575,17	c d e f
10	Salcedo INIA	2 417,17	d e f
11	Real Rosada	2 231,67	e f
12	Huariponcho	2 102,33	f

Fuente: Elaboración propia

Prueba de significación de Duncan ($\alpha=0,05$), cuadro 28, para rendimiento de grano por hectárea, muestra que la variedad Quillahuamán destaca en el primer lugar con un promedio de 4 050,50 kg/ha, en segundo lugar se ubica la variedad Amarilla Marangani con 3 886,67 kg/ha y en tercer lugar Amarilla Sacaca con 3616,33 kg/ha siendo estadísticamente similares y superando estadísticamente a las

variedades Real Rosada y Huariponcho con promedios de 2 231,67 kg/ha y 2 102,33 kg/ha, que ocupan los últimos lugares.

No existen trabajos de investigación del comportamiento de las variedades en estudio en condiciones de verano en la región Tacna; sin embargo si lo comparamos los resultados del presente estudio con otros similares como realizó Barrios (2014) en época de Otoño en La Yarada, en donde obtuvo 4 847 kg/ha de la variedad Amarilla Marangani y 4 447 kg/ha para Amarilla Sacaca, siendo superiores al presente trabajo. Los rendimientos logrados se deben a que dichas variedades se adaptan a condiciones agroclimáticas propias de la época de Otoño. Así también Quispe (2014) obtuvo un promedio de 6 975 kg/ha para la variedad Amarilla Sacaca en época de Otoño.

Los resultados encontrados, en el presente estudio estarían condicionados a las características genotípicas y fenotípicas propias de cada variedad, en relación con las diferentes condiciones climáticas presentes en época de verano. Además los rendimientos en general varían de acuerdo a las variedades, fertilización o abonamiento proporcionado, también dependerá de las labores culturales y controles fitosanitarios oportunos proporcionados durante las fases fenológicas.

5.12 Fenología (días)

Cuadro 29. Fases fenológicas de 12 variedades de quinua (Chenopodium quinoa, Willd), en siembra de verano (enero de 2014).

	Emergencia	2 Hojas	4 Hojas	6 Hojas	Ramificación	Inicio de Panojamiento	Panojamiento	Inicio de Floración	Floración	Grano Lechoso	Grano Pastoso	Madurez Fisiológica
TARDIO (días)	4	9	2	5	8	5	46	54	70	110	121	140
Amarilla Marangani	4	9	2	5	8	5	46	54	70	110	121	140
Amarilla Sacaca	4	9	2	5	8	5	46	54	70	109	121	140
Quillahuamán	4	9	1	4	7	5	44	54	67	108	119	138
SEMITARDIO (días)	4	9	2	5	9	7	37	50	57	90	110	130
Negra Collana	4	9	2	5	8	7	37	50	57	90	110	130
Chullpi	5	9	1	5	8	7	35	50	57	86	109	130
Huariponcho	5	8	2	5	8	7	37	50	57	86	109	130
Kancolla	5	8	1	4	9	7	35	50	57	86	108	126
Blanca de Juli	5	8	1	4	9	7	35	45	55	80	100	125
Illpa INIA	4	8	1	5	8	7	35	45	56	80	100	125
Salcedo INIA	5	9	0	4	8	7	35	45	52	75	95	118
PRECOZ (días)	3	8	0	4	8	6	34	42	52	63	73	105
Real Boliviana	3	8	0	4	8	6	34	42	52	62	72	103
Real Rosada	3	8	0	4	7	5	33	40	50	56	66	95

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 29, muestra de acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación las variedades Amarilla Marangani, Amarilla Sacaca y Quillahumán alcanzaron madurez fisiológica a los 140, 140 y 138 días respectivamente comportándose como tardíos en condiciones de época de verano, además estas variedades obtuvieron los mayores rendimientos de grano. La variedad Real Rosada a los 95 días alcanzó su madurez fisiológica comportándose como precoz, obteniendo menor rendimiento que las variedades tardías.

Los resultados obtenidos del presente trabajo, se acepta considerando que las plantas producen en función de los factores ambientales presentes durante el desarrollo del cultivo y características morfológicas propias de la planta.

5.13 Tamaño de grano (mm)

Cuadro 30. Porcentaje de grano de 12 variedades de quinua según el diámetro - CEA III - “Los Pichones” - Tacna 2014

TRATAMIENTOS	PORCENTAJE DE GRANO		
	2,00(mm)*	1,70(mm)*	1,18(mm)*
Real Boliviana	36,28	36,46	27,35
Amarilla Sacaca	22,55	33,82	43,63
Real Rosada	22,50	30,15	47,35
Quillahuamán	21,90	31,20	44,00
Amarilla Marangani	20,26	35,74	44,00
Salcedo INIA	15,74	30,12	54,14
Huariponcho	14,60	28,40	57,10
Illpa INIA	13,94	28,22	57,84
Negra Collana	13,70	29,40	56,90
Kancolla	13,20	28,20	58,80
Blanca de Juli	11,60	28,20	60,20
Chullpi	10,60	28,70	60,70

Fuente: Elaboración propia

*Diámetro de grano

En el cuadro 30, se observa el diámetro de grano en porcentaje, la Norma Técnica Peruana 205,062:2009 de quinua clasifica el tamaño de grano, menores a 1,40 mm como pequeños, de 1,41 mm a 1,70 mm como medianos y de 1,71 mm hasta 2,00 mm como grandes, Según esta clasificación la variedad Real Boliviana tiene un 36,28% de grano grande, 36,46% grano mediano y 27,35% grano pequeño y la variedad Chullpi tiene un 10,60% grano grande, 28,70% grano mediano y 60,70% grano pequeño, por consiguiente el mayor porcentaje de grano grande obtuvo la variedad real boliviana con respecto a la variedad Chullpi que obtuvo menor porcentaje.

CONCLUSIONES

1. La variedad Quillahuamán obtuvo el mayor rendimiento de grano con un promedio de 4 050,50 kg/ha, seguido de la variedad Amarilla Marangani con promedio de 3 886,67 kg/ha y en tercer lugar Amarilla Sacaca con promedio de 3 616,33 kg/ha.

RECOMENDACIONES

1. Utilizar las variedades Quillahuamán, Amarilla Marangani y Amarilla Sacaca que obtuvieron mayores rendimientos de grano en siembra de verano para las condiciones climáticas de Tacna.
2. Repetir el estudio considerando las mismas y otras variedades en la misma época de siembra, para confirmar los resultados obtenidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, (1992). Manejo del cultivo de la quinua en el altiplano peruano. 200 pp.
- Alfaro, M. (2006) “Comparativo de rendimiento de dieciséis genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa willd*), en condiciones de la localidad de la Yarada.
- Arana, J. (2014), “Comparativo de rendimiento de 10 variedades de quinua (*chenopodium quinoa willd*) en siembra de primavera, en el CEA III Los Pichones – Tacna”
- Barrios, (2014). Rendimiento de 18 cultivares promisorios de quinua (*chenopodium quinoa willd.*) en valle siembra de otoño en la Yarada baja “La esperanza” – Tacna
- Berti, C., Riso, P., Monti, L., and Porrini, M.(2000). In vitro starch digestibility and in vivo glucose response of gluten-free foods and their gluten counterparts. *Eur. J. Nutr.* 43(4), 198–204.
- Cerón, (2002). La Quinoa, Un cultivo para el Desarrollo de la Zona Andina. Editorial UNIGRAF Litografía. Pasto, Colombia. 147 p.

Conde, W. (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.

De Barros y Jacobsen, S.-E. (2003). Impact of Downy Mildew on the Yield of Quinoa. *Andean Roots and Tubers and others Crops*. CIP Program Report 1999 – 2000. Lima, Perú. Páginas: 397 – 401.

Hernández, J. E. y León, J. (1992). Cultivos marginados: otra perspectiva de 1492. Colección FAO: Producción y protección vegetal N° 26: 163- 166.

Gandarillas Gonzales Ponessa (1997). Morfología del fruto y semilla de *Chenopodium quinoa Willd.* (*Quinoa chenopodiaceae*). Lilloa. 145 pág.

German Soldevilla, Ángel Mujica y S-E Jacobsen, (2000). Comparativo de cultivares europeos de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) en condiciones de la costa de Perú. 29 pág.

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".

Gonzales, J. (1999) Fisiología y morfología del estrés debido a factores adversos. En Primer Curso Internacional de Fisiología de la Resistencia a Sequía en Quinoa. Proyecto Quinoa. Puno-Perú.

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

Juvenal M. Leon Hannco, (Setiembre 2003),(Puno – Perú). 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. 16 p.

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

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 ,24-27 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. y Jacobsen (1998). Resistencia a la sequía de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Escuela de Postgrado, Universidad Nacional del Altiplano. Puno Perú. 6p.

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. y Izquierdo M. (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.; Jacobsen,(2000). Agro diversidad de las aynocas de quinua y la seguridad alimentaria. En agrodiversidad en la región andina y amazónica. Lima-Perú.

Mujica, A. (2010). Producción orgánica de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.).Universidad Nacional del Altiplano. Puno Perú.180p.

Quispe, L. (2014). Comparativo de rendimiento de 12 variedades de quinua (*chenopodium quinoa* willd.) en siembra de primavera en el centro experimental agrícola III “los pichones” Tacna.

Reyes Martinez, (1976). Bases agronómicas para la comercialización y conservación del grano de Quinoa (*Chenopodium quinoa willd*). Puno – Perú.

Sarmiento, C. (2 011) Comparativo de rendimiento de 10 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Will)en siembra de invierno – primavera, en la Yarada.Tesis FACAG, UNJBG – Tacna, Perú. 09 pág.

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

ANEXOS

Anexo 1. Altura de planta (cm)

Variedades	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
Illpa INIA	147,50	160,60	172,00	139,80	154,98
Salcedo INIA	154,20	181,40	162,5	160,40	164,63
Negra Collana	170,50	168,50	1679	166,40	168,33
Chullpi	155,30	179,40	155,4	163,50	163,40
Huariponcho	168,70	183,70	146,9	174,40	168,43
Kancolla	173,30	174,10	175,9	153,60	169,23
Blanca de Juli	173,20	177,30	162,7	170,50	170,93
Quillahuamán	228,90	219,90	202,3	180,70	207,95
Amarilla Sacaca	249,30	237,80	216,7	187,00	222,70
Amarilla Marangani	227,20	231,80	213,6	191,60	216,05
Real Boliviana	145,60	125,80	154,3	134,60	140,08
Real Rosada	123,90	147,70	132,4	121,20	131,30

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Longitud de Panoja (cm)

Variedades	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
Illpa INIA	59,00	58,20	65,20	54,20	59,15
Salcedo INIA	51,80	62,70	58,40	60,30	58,30
Negra Collana	62,10	64,00	59,60	61,50	61,80
Chullpi	58,10	73,30	58,80	62,40	63,15
Huariponcho	64,30	63,10	60,10	68,60	64,03
Kancolla	68,60	65,60	59,40	62,20	63,95
Blanca de Juli	60,00	65,70	67,40	63,40	64,13
Quillahuamán	67,40	64,30	79,60	65,80	69,28
Amarilla Sacaca	62,20	59,20	57,50	59,50	59,60
Amarilla Marangani	63,00	60,80	66,20	60,80	62,70
Real Boliviana	58,00	50,20	53,90	52,70	53,70
Real Rosada	50,40	53,50	47,90	49,00	50,20

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Ancho de Panoja (cm)

Variedades	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
Illpa INIA	10,40	8,90	10,80	7,80	9,48
Salcedo INIA	8,70	7,50	8,80	7,90	8,23
Negra Collana	9,30	9,90	9,60	9,30	9,53
Chullpi	8,60	11,60	9,00	9,20	9,60
Huariponcho	8,40	9,10	7,90	7,50	8,23
Kancolla	9,70	9,30	9,20	9,00	9,30
Blanca de Juli	9,60	9,10	8,90	8,70	9,08
Quillahuamán	10,10	9,80	9,50	9,80	9,80
Amarilla Sacaca	8,80	10,30	9,30	8,50	9,23
Amarilla Marangani	10,40	9,40	8,60	10,00	9,60
Real Boliviana	9,70	7,90	8,90	7,80	8,58
Real Rosada	8,20	7,60	8,30	7,80	7,98

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Peso fresco de Planta (g)

Variedades	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
Illpa INIA	311,20	358,00	387,43	236,50	323,28
Salcedo INIA	318,70	305,29	319,55	314,19	314,44
Negra Collana	338,00	349,14	335,29	321,76	336,05
Chullpi	337,70	374,17	252,20	393,35	339,36
Huariponcho	244,90	263,34	196,57	213,85	229,66
Kancolla	382,70	265,00	357,29	296,80	325,44
Blanca de Juli	326,80	240,67	344,43	325,88	309,29
Quillahuamán	447,90	370,00	346,57	299,50	365,98
Amarilla Sacaca	408,80	385,50	366,50	371,84	383,17
Amarilla Marangani	434,00	397,60	373,00	414,80	404,85
Real Boliviana	301,29	295,60	293,67	282,29	293,21
Real Rosada	219,43	282,50	225,63	204,00	232,89

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Peso seco de Planta (g)

Variedades	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
Illpa INIA	139,20	157,50	176,29	154,67	156,92
Salcedo INIA	155,29	146,57	149,45	152,33	150,91
Negra Collana	150,75	163,60	142,50	149,20	151,51
Chullpi	142,29	165,14	139,80	156,50	150,93
Huariponcho	116,00	125,67	85,86	111,54	109,77
Kancolla	168,50	120,29	160,29	121,40	142,62
Blanca de Juli	110,00	100,17	145,86	176,60	133,16
Quillahuamán	219,72	190,29	189,86	182,50	195,59
Amarilla Sacaca	205,40	177,67	173,34	175,84	183,06
Amarilla Marangani	212,40	192,60	197,80	182,60	196,35
Real Boliviana	141,50	143,30	153,40	130,20	142,10
Real Rosada	125,40	146,40	146,20	124,50	135,63

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Peso fresco de Panoja (g)

Variedades	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
Illpa INIA	203,60	209,83	233,57	199,17	211,54
Salcedo INIA	196,43	189,57	194,13	182,67	190,70
Negra Collana	206,88	212,10	219,29	205,28	210,89
Chullpi	199,14	242,33	180,00	246,10	216,89
Huariponcho	167,29	172,34	106,43	113,40	139,87
Kancolla	246,17	194,29	219,86	198,20	214,63
Blanca de Juli	213,33	197,67	225,72	216,32	213,26
Quillahuamán	218,86	198,86	199,57	181,67	199,74
Amarilla Sacaca	259,50	230,04	235,34	212,50	234,42
Amarilla Marangani	267,00	209,00	210,20	250,40	234,15
Real Boliviana	188,16	149,40	197,33	188,43	180,83
Real Rosada	137,00	137,75	123,38	124,00	130,53

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Peso seco de Panoja (g)

Variedades	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
Illpa INIA	100,20	114,00	116,14	114,34	111,17
Salcedo INIA	108,43	98,43	112,75	95,67	103,82
Negra Collana	99,13	100,56	98,25	109,36	101,83
Chullpi	99,00	122,57	98,40	103,24	105,80
Huariponcho	85,43	91,34	70,00	79,43	81,55
Kancolla	122,17	99,86	101,29	90,80	103,53
Blanca de Juli	95,00	94,30	105,57	122,40	104,32
Quillahuamán	138,14	118,86	125,86	113,50	124,09
Amarilla Sacaca	128,34	121,50	112,67	100,84	115,84
Amarilla Marangani	142,28	126,40	102,00	103,40	118,52
Real Boliviana	103,12	102,56	107,48	109,50	105,67
Real Rosada	92,30	93,50	84,90	86,30	89,25

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Rendimiento de Grano por Planta (g)

Variedades	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
Illpa INIA	39,80	45,50	50,21	44,67	45,05
Salcedo INIA	37,43	33,43	38,50	38,67	37,01
Negra Collana	43,38	35,53	40,20	40,40	39,88
Chullpi	53,86	55,43	49,40	49,50	52,05
Huariponcho	31,43	35,00	31,86	27,85	31,54
Kancolla	50,34	33,29	35,72	37,00	39,09
Blanca de Juli	36,50	40,50	43,29	47,00	41,82
Quillahuamán	67,43	55,57	59,86	60,17	60,76
Amarilla Sacaca	55,67	54,50	52,14	54,67	54,25
Amarilla Marangani	69,20	55,40	53,40	55,20	58,30
Real Boliviana	45,20	42,80	46,20	44,40	44,65
Real Rosada	34,20	35,30	32,60	31,80	33,48

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8. Índice de Cosecha

Variedades	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
Illpa INIA	0,29	0,29	0,25	0,29	0,28
Salcedo INIA	0,24	0,23	0,24	0,25	0,24
Negra Collana	0,29	0,22	0,28	0,24	0,26
Chullpi	0,38	0,34	0,35	0,32	0,35
Huariponcho	0,27	0,28	0,37	0,25	0,29
Kancolla	0,32	0,28	0,22	0,30	0,28
Blanca de Juli	0,30	0,40	0,30	0,27	0,32
Quillahuamán	0,31	0,29	0,32	0,33	0,31
Amarilla Sacaca	0,27	0,31	0,30	0,31	0,30
Amarilla Marangani	0,33	0,29	0,27	0,30	0,30
Real Boliviana	0,32	0,30	0,30	0,34	0,32
Real Rosada	0,27	0,24	0,22	0,26	0,25

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9. Índice de Desgrane

Variedades	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
Illpa INIA	0,40	0,40	0,37	0,39	0,39
Salcedo INIA	0,35	0,34	0,31	0,40	0,35
Negra Collana	0,44	0,35	0,41	0,32	0,38
Chullpi	0,54	0,45	0,50	0,48	0,49
Huariponcho	0,37	0,38	0,46	0,35	0,39
Kancolla	0,44	0,33	0,35	0,41	0,38
Blanca de Juli	0,34	0,43	0,41	0,38	0,39
Quillahuamán	0,49	0,47	0,48	0,53	0,49
Amarilla Sacaca	0,43	0,45	0,46	0,54	0,47
Amarilla Marangani	0,49	0,44	0,52	0,53	0,50
Real Boliviana	0,44	0,42	0,43	0,41	0,42
Real Rosada	0,37	0,38	0,38	0,37	0,38

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10. Rendimiento de grano por hectárea (kg/ha)

Variedades	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
Illpa INIA	2 653,33	3 033,33	2 880,67	2 978,00	2 886,33
Salcedo INIA	2 495,33	2 228,67	2 366,67	2 578,00	2 417,17
Negra Collana	2 892,00	2 368,67	2 680,00	2 360,00	2 575,17
Chullpi	3 590,67	3 695,33	3 293,33	3 300,00	3 469,83
Huariponcho	2 095,33	2 333,33	2 124,00	1 856,67	2 102,33
Kancolla	3 556,00	2 219,33	2 381,33	2 466,67	2 655,83
Blanca de Juli	2 166,67	2 700,00	2 886,00	3 133,33	2 721,50
Quillahuamán	4 495,33	3 704,67	3 990,67	4 011,33	4 050,50
Amarilla Sacaca	3 711,33	3 633,33	3 476,00	3 644,67	3 616,33
Amarilla Marangani	4 613,33	3 693,33	3 560,00	3 680,00	3 886,67
Real Boliviana	3 013,33	2 853,33	3 080,00	2 960,00	2 976,67
Real Rosada	2 280,00	2 353,33	2 173,33	2 120,00	2 231,67

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11. DATOS METEOROLÓGICAS, SENAMHI – TACNA 2014

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	570.4	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


MELR

Fecha : 29/10/14



[Handwritten Signature]
 Ing. GUADALUPE MIRANDA ESPINOZA
 C.I.P. 37705
 Directora Regional SENAMHI TACNA

Anexo 12. ANÁLISIS DE SUELO



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN

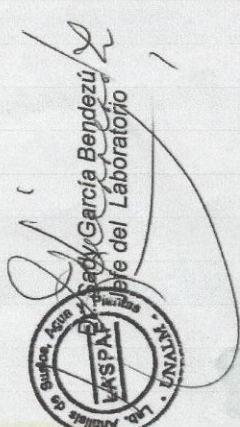


Provincia : C.E.A. III LOS PICHONES
Predio :
Fecha : 27/03/14

Solicitante : WILBER MARCA MAQUERA
Departamento : TACNA
Distrito :
Referencia : H.R. 44377-028C-14

Lab	Número de Muestra	Claves	pH (1:1)	CE (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico		Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables meq/100g				Suma de Cationes Bases	Suma de Sat. De Bases %			
									Arena %	Limo %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Nb ⁺			Al ⁺³ + H ⁺		
4958			4.10	3.10	0.00	0.66	8.2	423	64	26	10	Fr.A.	11.88	8.08	1.50	1.03	0.51	0.60	11.72	11.12	95

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso



Lady Garcia Berdezú
Jefe del Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM - Telef.: 614-7800 Anexo 222 Telefax: 349-5622 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Anexo 13. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO SIEMBRA



**Anexo 14. FASES FENOLÓGICAS
DOS, CUATRO Y SEIS HOJAS VERDADERAS**



RAMIFICACIÓN



**Anexo 15. FASES FENOLÓGICAS
INICIO DE PANOJAMIENTO**



**Anexo 16. FASES FENOLÓGICAS
PANOJAMIENTO**



**Anexo 17. FASES FENOLÓGICAS
INICIO DE FLORACIÓN**



FLORACIÓN



Anexo 18. FASES FENOLÓGICAS



ESTADO LECHOSO



**Anexo 19. FASES FENOLÓGICAS
ESTADO PASTOSO**



**Anexo 20. FASES FENOLÓGICAS
MADUREZ FISIOLÓGICA**



VISTA PANORÁMICA DEL CAMPO EXPERIMENTAL

