

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

TESIS

**COMPARATIVO DE RENDIMIENTO DE DIEZ VARIEDADES DE QUINUA
(*Chenopodium quinoa* Willd.) EN EL PROYECTO: PRODUCTIVIDAD
TECNOLOGÍA Y RIEGO DEL DISTRITO DE SAMA INCLÁN**

Presentada por:

Bach. Adela Pierina Pilco Osco

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA – PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

TESIS

**COMPARATIVO DE RENDIMIENTO DE DIEZ VARIEDADES DE QUINUA
(Chenopodium quinoa Willd.) EN EL PROYECTO: PRODUCTIVIDAD
TECNOLOGÍA Y RIEGO DEL DISTRITO DE SAMA INCLÁN**

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 5 DE JULIO DEL 2018,
SIENDO EL JURADO CALIFICADOR:

PRESIDENTE:


MSc. MAGNO SANTOS ROBLES TELLO

SECRETARIO:


Ing. RODI DAVID ALFÉREZ GARCÍA

VOCAL:


Dr. OSCAR OCTAVIO FERNÁNDEZ CUTIRE

ASESOR:


MSc. NIVARDO NUÑEZ TORREBLANCA

DEDICATORIA

A Dios, por guiar con claridad y certeza cada uno de los pasos en mi vida, que me han llevado a cumplir mis propósitos y metas. A mis seres queridos que han sido mi soporte y fortaleza durante estos 25 años de mi vida.

A mis padres Mauricio y Valeria por ser fuente de sabiduría durante todo momento, por brindarme apoyo y esfuerzo durante muchos años para hacer posible mis sueños.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por su confianza incondicional y brindarme todo el apoyo necesario para poder concluir mis estudios.

Agradezco a mi alma mater, la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela Profesional de Agronomía, por brindarme la formación, y darme las herramientas necesarias durante mis estudios.

A los docentes de la Escuela Profesional de Agronomía; por su dedicada labor de verter sus enseñanzas y experiencias inculcadas durante mi formación profesional.

A mi asesor Ing. Mg. Sc. Nivardo Núñez Torreblanca, por su eficiente asesoramiento, interés, comentarios, sugerencias que hicieron posible la culminación del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del problema	4
1.2 Formulación y sistematización del problema	6
1.2.1 Problema principal.....	6
1.2.2 Problemas secundarios	6
1.3 Delimitación de la investigación.....	6
1.4 Justificación.....	7
1.5 Limitaciones	9
CAPÍTULO II: OBJETIVOS E HIPÓTESIS	
2.1 Objetivos	10
2.1.1 Objetivo general	10

2.1.2 Objetivo específico	10
2.2 Hipótesis.....	10
2.2.1 Hipótesis general.....	10
2.2.2 Hipótesis específica	11
2.3 Variables	11
2.3.1 Variables e indicadores	11

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

3.1 La Quinua.....	13
3.1.1 Aspectos generales.....	13
3.1.2 Taxonomía	14
3.1.3 Origen	15
3.2 Variedades de quinua.....	17
3.3 Características morfológicas.....	22
3.3.1 Raíz.....	22
3.3.2 Tallo	22
3.2.3 Hojas.....	24
3.2.4 Inflorescencia	25
3.2.5 Flores	25
3.2.6 Fruto.....	26
3.2.7 Semilla	27
3.4 Fases fenológicas del cultivo	28

3.4.1 Emergencia	29
3.4.2 Dos hojas verdaderas	29
3.4.3 Cuatro hojas verdaderas	30
3.4.4 Seis hojas verdaderas	30
3.4.5 Ramificación.....	31
3.4.6 Inicio de panojamiento	31
3.4.7 Panojamiento	32
3.4.8 Inicio de floración	32
3.4.9 Floración	32
3.4.10 Grano lechoso	33
3.4.11 Grano pastoso.....	34
3.4.12 Madurez fisiológica.....	34
3.5 Requerimientos edafoclimáticos	35
3.5.1 Suelo.....	35
3.5.2 Agua.....	35
3.5.3 Temperatura.....	36
3.5.4 Humedad relativa	36
3.5.5 Fotoperiodo	37
3.5.6 Altitud	37
3.6 Enfoques teóricos técnicos	38
3.6.1 Rendimiento	38

3.6.2 Variedad.....	38
3.6.3 Suelo.....	38
3.6.4 Temperatura.....	39
3.7 Marco referencial.....	39
3.7.1 Antecedentes de investigación.....	39

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo de investigación.....	44
4.2 material experimental.....	44
4.2.1 Material genético.....	44
4.2.2 Instrumentos de medición.....	44
4.3 Población y muestra.....	45
4.3.1 Población.....	45
4.3.2 Muestra.....	45
4.4 Tratamientos.....	45
4.5 Características del suelo.....	46
4.6 Características Climáticas.....	47
4.7 Variables en estudio.....	48
4.7.1 Altura de planta (cm).....	48
4.7.2 Peso seco de planta (g).....	48
4.7.3 Longitud de panoja (cm).....	48
4.7.4 Ancho de panoja (cm).....	49

4.7.5	Peso de grano/planta (g)	49
4.7.6	Rendimiento de grano (kg/ha)	49
4.7.7	Índice de desgrane (%)	49
4.7.8	Calibre de grano (mm).....	50
4.7.9	Días a floración	50
4.7.10	Días a maduración fisiológica	50
4.8	Diseño experimental	50
4.9	Características del campo experimental	51
4.9.1	características de la parcela.	51
4.9.2	características de los bloques.	51
4.9.3	características de la unidad experimental.....	51
4.10	Aleatorización del campo experimental	52
4.11	Análisis estadístico	52
4.12	Conducción del experimento	52
4.12.1	Preparación de terreno.....	52
4.12.2	Medición de la parcela experimental	53
4.12.3	Siembra.....	53
4.12.4	Riego.....	53
4.12.5	Aplicación de los fertilizantes.....	54
4.12.6	Deshierbo.....	54
4.12.7	Raleo o entresaque	54

4.12.8 Enfermedades y plagas	55
4.12.9 Cosecha	56
CAPÍTULO V: TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS	
5.1. Resultados y discusión	57
5.1.1 Altura de planta (cm)	57
5.1.2 Longitud de la panoja (m).....	59
5.1.3 Ancho de panoja	60
5.1.4 Peso de grano/planta (g)	62
5.1.5 Rendimiento de grano	63
5.1.6 Índice desgrane (%)	65
5.1.7 Tamaño de grano (mm).....	66
5.1.8 Días de maduración fisiológica.....	67
CONCLUSIONES.....	70
RECOMENDACIONES.....	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
ANEXOS	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	12
Tabla 2. Descripción de los tratamientos en estudio	45
Tabla 3. Temperaturas registradas en el campo experimental.....	47
Tabla 4. Análisis de varianza de altura de planta.....	57
Tabla 5. Prueba de significación de Duncan para altura	58
Tabla 6. Análisis de varianza de longitud de la panoja.....	59
Tabla 7. Prueba de significación de Duncan longitud de panoja	59
Tabla 8. Análisis de varianza de ancho de panoja	60
Tabla 9. Prueba de significación de Duncan ancho de panoja	61
Tabla 10. Análisis de varianza de peso de grano planta	62
Tabla 11. Prueba de significación de Duncan de peso de grano planta.....	62
Tabla 12. Análisis de varianza de rendimiento (kg /ha).....	63
Tabla 13. Prueba de significación de Duncan de rendimiento de grano (kg/ha).....	64
Tabla 14. Análisis de varianza de índice desgrane	65
Tabla 15. Prueba de significación de Duncan índice de desgrane	65
Tabla 16. Tamaño de grano de variedades de quinua	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de los tratamientos en el campo experimental ..52

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Altura de planta (cm).....	79
Anexo 2. Peso de grano por planta (g)	79
Anexo 3. Peso seco de planta (g)	80
Anexo 4. Días a la floración (días)	81
Anexo 5. Peso hectolítrico	82
Anexo 6. Manejo del cultivo	82
Anexo 7. Análisis de Suelo	88

RESUMEN

La presente tesis titulada “Comparativo de rendimiento de diez variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el proyecto: Productividad Tecnología y Riego del distrito de Sama Inclán”, tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de diez variedades de quinua. Se utilizó como material experimental 10 variedades de quinua procedentes del banco de germoplasma del INIA Puno: Salcedo-INIA (T₁); Negra Collana (T₂); Chullpi (T₃); Illpa-INIA (T₄); Coito (T₅); Blanca de Juli (T₆); Kancolla (T₇); Pasancalla (T₈); INIA 431 – Altiplano (T₉) y Blanca de Junín (T₁₀). Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con 4 repeticiones; para el análisis de datos se utilizaron el ANVA y la prueba de significación de Duncan. En los resultados para el rendimiento se observó que los tratamientos Illpa-INIA (T₄) y Salcedo-INIA (T₁) obtuvieron el mayor promedio con 3 825 y 3 675 kg/ha respectivamente, seguido de los tratamientos Coito (T₅) y Kancolla (T₇) que obtuvieron los menores promedios con 3 325 y 3 125 kg/ha respectivamente los tratamientos Pasancalla (T₈) y Kancolla (T₇) obtuvieron los menores promedios con 2 688 y 2 600 kg/ha respectivamente.

Palabras claves: *Comparativo, Quinua, Rendimiento, Variedades.*

ABSTRACT

This thesis entitled "Comparative performance of ten varieties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) In the project: Productivity Technology and Irrigation of the district of Sama Inlán", the objective was to evaluate the behavior of ten varieties of quinoa. Ten varieties of quinoa were used as experimental material from the INIA Puno germplasm bank: Salcedo-INIA (T₁); Negra Collana (T₂); Chullpi (T₃); Illpa-INIA (T₄); Coitus (T₅); Blanca de Juli (T₆); Kancolla (T₇); Pasancalla (T₈); INIA 431 - Altiplano (T₉) and Blanca de Junín (T₁₀). The experimental design of randomized complete blocks with 4 repetitions was used for the analysis of data, the ANVA and the Duncan significance test were used. The results obtained for the yield, it was observed that the Illpa-INIA (T₄) and Salcedo-INIA (T₁) treatments obtained the highest average with 3825 and 3675 kg / ha respectively, followed by the Coito (T₅) and Kancolla treatments (T₇) that obtained the lowest averages with 3325 and 3125 kg / ha respectively Pasancalla treatments (T₈) and Kancolla (T₇) obtained the lowest averages with 2688 and 2600 kg / ha respectively.

Keywords: *Quinoa, Comparative, Yield, Varieties.*

INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es una especie cuyo centro de origen se considera en los andes Sudamericanos (Cárdenas, 1994). La mayor variabilidad de genotipos y progenitores silvestres se encuentran en las proximidades del lago Titicaca (Perú – Bolivia) y la mayor diversidad se ubica entre Potosí en Bolivia y Sicuani en Perú (Mujica, 2000).

A partir de mediados de la década de los años 50 del siglo XX, los estudios por ampliar los conocimientos sobre esta planta toman mayor impulso y comienzan a realizarse colecciones de ecotipos y accesiones en Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia (Lescano, 1994).

Por ello, Mujica & Canahua (1989), citados por Estrada (2014), refieren que la quinua es una de las especies con mayor plasticidad genética, lo que ha permitido producirla desde los niveles del mar como monocultivo, asociada con maíz en las zonas quechua (2 500 a 3 500 msnm), como cultivo de rotación a la papa en la zona suni (3 600 a 3 800 msnm), y como cultivo solo en las áreas más altas de los Andes alrededor del Lago Titicaca (3 810 msnm), en el propio Altiplano a 3 900 msnm, y en los

salares del sur de Bolivia (3 600 msnm). Eso hace que el estudio del comportamiento fenológico de distintas variedades de la quinua, y su adaptación a las diferentes condiciones climáticas sea una de las aproximaciones más importantes para desarrollar su industria.

En la región Tacna se cultiva desde el distrito La Yarada – Los Palos hasta la zona alto andina, es así que, en los últimos años, la puesta en vitrina mundial de este antiguo grano andino y la elevada presión de su demanda, permitió la mejora de sus precios y el incentivo para sembrar mayores áreas de quinua en especial en ciertas regiones de la costa donde antes no se había producido; tales como Arequipa (parte costa), Lambayeque, La Libertad, Tacna, Lima e Ica. Asimismo, se amplió y consolidó su producción en regiones serranas como Ayacucho, Junín y Huánuco.

El año 2016, en toda la región Tacna, la superficie cosechada de quinua fue de 508 has, el rendimiento promedio fue de 2 100 kg/ha, con una producción de 1 019 t y su precio promedio fue de 4,30 Soles.

La baja producción y productividad del cultivo de quinua en ciertos sectores de la región se debe principalmente a un bajo nivel tecnológico en la producción de quinua, como consecuencia de la utilización de variedades de semillas de baja calidad sin conocer sus rendimientos en la

zona, deficiente manejo de malezas, inadecuado manejo de suelos y control fitosanitario; por lo tanto, las prácticas de labores culturales aplicadas, no son las más adecuadas, influyendo negativamente en el rendimiento del cultivo de quinua; para contrarrestar lo anteriormente mencionado se hace necesario el comparativo de rendimiento de 10 variedades.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

Actualmente existe gran cantidad de variedades utilizadas comercialmente en la producción de quinua, esto debido a que el mercado internacional demanda volúmenes significativos de quinua y su amplia variabilidad genética le permite adaptarse a diversos ambientes ecológicos como valles interandinos y zonas costeras con diferentes condiciones de humedad relativa, temperatura y altitud; haciendo que su cultivo se extienda a valles de la costa. Es necesario determinar variedades con mayor adaptación y mayor potencial de producción, determinar épocas de siembra favorables. Hace falta una mayor promoción al consumo de este gran alimento, mejorando su presentación y también un incremento de su rentabilidad al ofertarlo en el mercado externo ya sea como grano o con valor agregado.

En el PROTER Sama no se encuentra bien difundida las variedades que tienen altos rendimientos, entonces con este trabajo lo que se pretende es observar qué variedad alcanza los más altos rendimientos, de grano en el

Proyecto: Productividad Tecnología y Riego (PROTER) del Distrito de Sama Inclán.

También en este trabajo se puede observar preliminarmente su adaptabilidad a condiciones adversas de clima y suelo, dado que pueden obtenerse cosechas desde el nivel del mar hasta los 400 metros de altitud, donde otros cultivos no pueden desarrollarse, su diversidad de formas de utilización tradicional y en innovaciones industriales, también se puede ver sus bajos costos de producción, ya que el cultivo es poco exigente en insumo y mano de obra.

Por los aspectos mencionados anteriormente, se pretende evaluar las variedades de quinua tolerantes a las condiciones medioambientales, climáticas y sobre todo que tengan un alto potencial de rendimiento para las condiciones del PROTER- Sama.

Este trabajo de investigación tiene como propósito contribuir con el desarrollo agronómico en el PROTER Sama Inclán, con un cultivo milenario, que en estos tiempos se puso de moda por su alto contenido nutricional y comercial como un alternativo de cultivo y próspero en la región Tacna.

1.2 Formulación y sistematización del problema

1.2.1 Problema principal

¿Cuál será el rendimiento en grano de diez variedades de quinua en el Proyecto: Productividad Tecnología y Riego (PROTER) distrito de Sama Inclán?

1.2.2 Problemas secundarios

¿Cuál será la diferencia entre las diez variedades de quinua con respecto a la altura de planta, peso seco de planta, longitud de panoja, ancho de panoja, peso de grano por planta, índice de desgrane, calibre de grano, días de floración, días de maduración fisiológica?

1.3 Delimitación de la investigación

El presente experimento se realizó en la Parcela de la Sra. Valeria Osco Mamani, que se encuentra ubicada en el pozo 12, filtro 6 en el PROTER del Distrito de Sama Inclán, a una altitud de 517 msnm, con coordenadas latitud Sur 17° 48' 16.07" S y longitud 70° 34' 49.39" Oeste.

1.4 Justificación

En el Perú, se cultivan diferentes variedades de quinua, especialmente en la región Puno donde se produce aproximadamente el 70% de la producción nacional, el resto se produce en otras regiones de la sierra peruana y parte de la costa.

Es preciso señalar que pese a que la quinua es una planta que caracteriza al altiplano el cual es un medio frío y seco, al parecer las variedades mejoradas no pueden soportar estos cambios sin que afecten su comportamiento agronómico durante su crecimiento y desarrollo, así como también en la cantidad y calidad del rendimiento. Por tanto, es necesario seguir investigando e identificando características propias de tolerancia y adaptabilidad a condiciones climatológicas adversas a la producción mediante la evaluación del comportamiento agronómico de variedades mejoradas y originarias de diferentes lugares en el Proter Sama. Un factor que también puede beneficiar o afectar un buen rendimiento del cultivo de quinua es la altura donde indican algunos especialistas y productores que a mayor altitud menor rendimiento, a la que se suma los factores meteorológicos que puedan afectar en algunos lugares, como en la sierra.

La capacidad de adaptación fisiológica que permite a esta especie crecer bajo sequía y otras condiciones adversas representa una valiosa

oportunidad y un potencial con respecto a los desafíos presentes y futuros del cambio climático. Es importante precisar lo indicado por el Ministerio de Agricultura y Riego (2015): en la costa, junto con una tecnología alta se puede obtener hasta 7 toneladas de quinua por hectárea, aunque el promedio en Tacna es de 2,06 toneladas por hectárea. Cabe precisar, que, al no ser orgánica, este grano va tener una menor cotización, pero su rentabilidad va estar basada en su rendimiento.

En los últimos años el cultivo de quinua en la región Tacna viene adquiriendo importancia económica, técnico-científico y social; principalmente como fuente de generación de empleo e ingresos económicos para las familias del PROTER, para las pequeñas y medianas organizaciones y grandes empresas dedicadas a la producción, agroindustria y comercialización del producto; por su gran aporte como una alternativa para la seguridad alimentaria de la humanidad.

Por tanto, es necesario seguir investigando e identificando características propias de tolerancia y adaptabilidad a condiciones climatológicas adversas a la producción mediante la evaluación del comportamiento agronómico de variedades mejoradas y originarias de diferentes lugares en el PROTER del Distrito de Sama Inclán.

1.5 Limitaciones

La presente investigación se vio enfrentada a limitaciones de diversos tipos, tanto desde el punto de vista teórico como práctico.

La principal limitación de la investigación es la falta de antecedentes respecto al tema de investigación en el PROTER Sama.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo general

Evaluar el comportamiento del rendimiento de la quinua en el Proyecto: Productividad Tecnología y Riego (PROTER) Distrito de Sama Inclán.

2.1.2 Objetivo específico

Determinar el rendimiento en grano de diez variedades de quinua en el Proyecto: Productividad Tecnología y Riego (PROTER) Distrito de Sama Inclán.

2.2 Hipótesis

2.2.1 Hipótesis general

Una o más variedades de quinua tendrán un comportamiento del rendimiento destacado en condiciones del Proyecto: Productividad Tecnología y Riego (PROTER) Distrito de Sama Inclán.

2.2.2 Hipótesis específica

Al menos una de las 10 variedades de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) tendrá mayor rendimiento de grano que las demás.

2.3 Variables

2.3.1 Variables e indicadores

A) Variable dependiente

Rendimiento de grano de quinoa (t/ha)

Indicadores:

- a) Altura de planta
- b) Peso seco de planta
- c) Longitud de panoja
- d) Ancho de panoja
- e) Peso de grano /planta
- f) Rendimiento de grano de la unidad experimental
- g) Índice de desgrane
- h) Calibre de grano
- i) Días a floración
- j) Días a maduración fisiológica

B) Variables independientes

Variedades de quinua

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variables	Dimensión	Indicadores
Variable independiente (X)		Salcedo INIA
		Negra collana
		Ilpa-INIA
		Coito
Variedades	Variedades de quinua	Blanca de juli
		Kcancolla
		Pasankalla
		INIA 431 - altiplano
		Blanca de Junín
Variable dependiente (Y)		
	Altura de planta	cm
	Peso seco de planta	g
	Longitud de planta	cm
	Ancho de panoja	Cm
Rendimiento de grano (t/ha)	Peso de grano/planta	g/planta
	Índice de desgrane	%
	Calibre de grano	mm
	Días a la floración	N°
	Días a la maduración fisiológica	N°

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

3.1 La Quinua

3.1.1 Aspectos generales

La quinua es un grano andino de la familia *Quenopodiáceas*, es una especie cultivada y domesticada en el Perú desde tiempos prehispánicos, en la cuenca del Lago Titicaca donde existe la mayor diversidad biológica de este cultivo (CENDOC, 2013).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO 2012), así como la Organización Mundial de la Salud (OMS), han calificado a la quinua como un alimento único, por su altísimo valor nutricional que permite sustituir las proteínas de origen animal, además por su contenido balanceado en proteínas y nutrientes más cercano al ideal para el ser humano que cualquier otro alimento.

La quinua por su gran poder nutricional, provee las proteínas y los aminoácidos esenciales para el ser humano como la metionina, fenilamina, treonina, triptófano y valina. La concentración de lisina en la proteína de la quinua es casi el doble con relación a otros cereales y

gramíneas. Contiene las vitaminas del complejo B, vitaminas C, E, tiamina, riboflavina y un alto contenido de potasio y fósforo, entre otros minerales. El valor calórico es mayor que otros cereales; en grano y harina alcanza 350 calorías/100 g (CENDOC, 2013).

3.1.2 Taxonomía

Mujica (2013), menciona que la quinua es una planta de la familia Chenopodeacea, genero *Chenopodium*, sección Chenopodia y subsección Cellulata. El género *Chenopodium* es el principal dentro de la familia Chenopodeacea y tiene amplia distribución mundial, con cerca de 250 especies. Este cultivo fue descrito por primera vez por el científico alemán Luis Chirstian Willdenow; siendo la descripción taxonómica de la quinua la siguiente:

Clase: Dicotiledónea

Sub Clase: Angiosperma

Orden: Centrospermas

Familia: Quenopodiácea

Género: *Chenopodium*

Sección: Chenopodia

Sub Sección: Cellulata

Especie: *Chenopodium quinoa* Willd.

3.1.3 Origen

La quinua es un nutritivo pseudo cereal autóctono de los Andes, cuyo centro de origen se encuentra en alguno de los valles de la zona andina, encontrándose que la mayor variabilidad de este cultivo se encuentra a orillas del lago Titicaca entre las repúblicas de Perú y Bolivia.

a) Quinua de los valles

Que crecen en los valles interandinos de 2 000 a 3 600 msnm, se caracterizan porque tienen gran desarrollo, pueden llegar de 2 a 2,5 m de altura, son ramificadas, su periodo vegetativo es largo, con panojas laxas, con inflorescencia amarantiforme, son tolerantes al mildiu, en este grupo tenemos a la blanca de Junín, amarilla de Marangani y rosada de Junín.

b) Quinuas altiplánicas

Crece en lugares aledaños al lago Titicaca a una altura de 3 800 msnm, estos cultivos se caracterizan por tener buena resistencia a las heladas, son bajos en tamaño, no ramificados (tienen un solo tallo y panoja terminal que es glomerulada densa), llegan a tener una altura de 1,00 a 2,00 m., con periodo vegetativo corto, se tiene quinuas precoces como: Illpa-INIA y Salcedo-INIA, semi-tardías: blanca de Juli, tardías: como la kancolla, chewecca, tahuaco, Amarilla de Marangani.

c) Quinuas de los salares

Son nativas de los salares de Bolivia, como su nombre lo indica son resistentes y se adaptan a suelos salinos y alcalinos, los granos son amargos y tienen alto porcentaje de proteínas miden de 1 a 1,5 m., de altura, presentan un solo tallo desarrollado; tenemos: la real boliviana, ratuqui, rabura, sayaña (variedades del altiplano boliviano).

d) Quinuas al nivel del mar

Crece en el Sur de Chile, son en su generalidad no ramificadas y los granos son de color amarillo a rosados y a su vez amargas, como en el sur de Chile en Concepción, las quinuas se caracterizan por tener un período largo y la coloración de los granos de color verde intenso y al madurar toman una coloración anaranjada y los granos son de tamaño pequeño y de color blanco o anaranjado.

e) Quinuas sub-tropicales

Crece en los valles interandinos de Bolivia, se caracterizan por ser plantas de color intenso y al madurar toman una coloración anaranjada y los granos son de tamaño pequeño y de color blanco o anaranjado (León, 2003).

3.2 Variedades de quinua

Elliott (1964), menciona que las variedades cultivadas modernas representan, en muchos aspectos, conquistas científicas notables respecto a sus ancestros silvestres, sobre todo en su adaptación y utilidad para la agricultura mecanizada.

3.2.1 Variedad

Variedad es una unidad, tanto para los fitomejoradores como para los agricultores, desde el punto de vista agronómico. La variedad agrícola es un grupo de plantas similares que, debido a sus características estructurales y comportamiento, se puede diferenciar de otras variedades dentro de la misma especie. Una variedad que sea sobresaliente para cualquier lugar tendrá una combinación de caracteres que le permiten producir altos rendimientos de calidad aceptable (Poehlman, 1992).

Variedad Salcedo-INIA

Indican la procedencia de esta variedad, selección surco-panoja var. “real boliviana x sajama”, en la estación experimental de Patacamaya, introducido en Puno en 1989, Álvarez (2009). Es una variedad que puede ser utilizada para el graneado, harina y sopa; esta nueva especie fue descubierta en la comunidad de Ccapaya el distrito de Acora, se

caracteriza por tener una panoja extensa y uniformidad en los granos, lo que ayuda a tener una producción de hasta medio kilo por panoja glomerulada, periodo vegetativo de 160 días (precoz), rendimiento 2 500 kg/ha, resistente a heladas (-2°C), tolerante al mildiu. Se recomienda su cultivo en la zona circunlacustre (Mujica & Apaza, 2002).

Variedad Negra Collana

Es un compuesto de 13 accesiones en 12 localidades, comúnmente conocidas como “Quytu jiwras”. Su mejor desarrollo se logra en la zona agroecológica Suni del altiplano, entre los 3 815 y 3 900 msnm, con clima frío seco, precipitación de 400 a 550 mm y temperatura de 4 a 15°C.

La altura de planta varía de 94 a 110 cm, el ciclo de vida de 136 a 140 días. Las semillas tienen el pericarpio de color plomo y el episema de color negro. Se informa de un rendimiento promedio de 3,1 t/ha (Gómez & Aguilar, 2013).

Variedad Chullpi

Es una variedad exquisita y Premium de las muchas quinuas de color de grano cristalino existente en el Perú, de forma esférica aplanado, es más menuda que las demás con 1,2- 1,8 mm en tamaño (Chachi, 2009).

Variedad Illpa-INIA

Variedad obtenida en 1997, de la cruce de Sajama por Blanca de July y por selección masal y panoja surco de la generación F8, posee hábito de crecimiento erecto, planta de color verde oscuro, con altura de planta de 107 cm, panoja grande glomerulada, con un período vegetativo de 150 días (precoz), de tamaño de grano grande, de color blanco, libre de saponina (dulce), rendimiento promedio de 3 100 kg/ha, tolerante al mildiu y a las heladas (Mujica, 1997).

Variedad Coito

Es una variedad de color marrón ceniciento, su forma es esferoidal, tamaño del grano de 1,8 – 2,0 mm (Chacchi, 2009).

Variedad Blanca de Juli

Originaria de Juli, Puno, selección efectuado a partir del ecotipo local, semi-tardía, con 160 días de periodo vegetativo, planta de color verde, de tamaño mediano de 80 cm de altura, panoja intermedia, a la madurez la panoja adquiere un color muy claro blanquecino, de ahí su nombre, grano bien blanco, pequeño, semi-dulce, rendimiento que supera los 2 300 kg/ha, relativamente resistente al frío, susceptible al mildiu y al granizo,

excesivamente susceptible al exceso de agua. Se utiliza generalmente para la elaboración de harina (Mujica, 1997).

Variedad kancolla

Seleccionada a partir del ecotipo local de la zona de Cabanillas, Puno, planta de color verde, de tamaño mediano alcanzando 80 cm. de altura, de ciclo vegetativo tardío, más de 10 días, grano blanco, tamaño mediano, con alto contenido de saponina, panoja generalmente amarantiforme, resistente al frío, granizo y al mildiu, rendimiento promedio de 2 500 kg/ha, segrega a otros colores desde el verde hasta el púrpura, muy difundida en el altiplano peruano. Se usa generalmente para sopas y elaboración de kispíño (panecillo frito en grasa animal que tiene una duración de varios meses) (Mujica, 1997).

Variedad Pasankalla

Refiere que a variedad pasankalla se distingue por plantas que tienen tallo rojo y tallo blanco, el color de semilla es plomo, la altura de la planta alcanza hasta 0,88m y Rendimiento grano es de 2 510 kg/ha Contenido saponina (grano) trazas (dulce), ciclo vegetativo (días, promedio) es de 170 días; la respuesta a factores bióticos y abióticos es susceptible a heladas (-2°C) y al granizo. Tolerante al mildiu 19 (*Peronospora effusa*).

Susceptible al ataque de aves y los usos que se les da, es útil para harina tostada, expandido, graneado, ideal para pasteles (Tapia, 1979).

Variedad INIA 431 – Altiplano

De grano grande, dulce y de color, fue generada de variedades precoces, es resistente a sequías y tolerante al mildiu (principal enfermedad que afecta a este cultivo).

Variedad Blanca de Junín

Es una variedad propia de la región central del Perú. Se cultiva intensamente en la zona del valle del Mantaro aunque también ha sido introducida con éxito en Antapampa, Cuzco. En la actualidad es una de las variedades que se cultiva más en Ayacucho. Esta variedad presenta dos tipos blanca y rosada. Es resistente al mildiu (*Peronospora farinosa*), su periodo vegetativo es largo de 180 a 200 días, con granos blancos medianos hasta 2,5 mm), de bajo contenido de saponina. La panoja es glomerulada, laxa y la planta alcanza una altura de 1,60 a 2,00 m. Sus rendimientos varían mucho según el nivel de fertilización, pudiendo obtenerse hasta 2 500 kg/ha (Tapia, 1979).

3.3 Características morfológicas

3.3.1 Raíz

El tipo de raíz varía de acuerdo a las fases fenológicas. Empieza con raíz pivotante terminando en raíz ramificado con una longitud de 25 a 30 cm., según el ecotipo, profundidad del suelo y altura de la planta; la raíz se caracteriza por tener numerosas raíces secundarias y terciarias (Mujica & Canahua, 1989).

3.3.2 Tallo

El tallo en la unión con el cuello de raíz es cilíndrico y a medida que se aleja del suelo se vuelve anguloso en las zonas de nacimiento de hojas y ramas. La corteza es firme y compacta formada por tejidos fuertes y lignificados. Cuando los tallos son jóvenes la médula es suave, cuando los tallos maduran la médula es esponjosa y seca y en la cosecha se cae y el tallo queda hueco o vacío. El color básico del tallo en la época de floración, puede ser verde, verde-amarillo, naranja, rosado, rojo y púrpura. En algunas variedades se puede apreciar la presencia de estrías con colores variables como el verde, amarillo, rosado y púrpura y en otras la presencia de axilas de color rosado, rojo y púrpura. Las combinaciones resultantes del color básico del tallo, el color de las estrías y el color de axilas puede ser empleado para identificar variedades. A la madurez el

color del tallo, en general, se torna de un color crema o rosado con diferentes intensidades. De acuerdo al hábito de ramificación el tallo puede ser de: Hábito sencillo, con un solo tallo y una inflorescencia terminal definida. Este tipo de tallo; se encuentra predominantemente en variedades de los ecotipos del altiplano y los de los salares.

Hábito ramificado con las variantes: a) las ramas laterales tienen casi la misma longitud que el tallo principal y todas terminan en panojas, y b) el tallo principal tiene mayor longitud que los tallos secundarios dando a la planta una forma cónica con la base bastante amplia. Este tipo de ramificación es más frecuente en los ecotipos de Valle. El hábito de ramificación depende del genotipo y está altamente influenciado por la densidad de siembra, nutrientes y otros factores. La cosecha mecánica puede dificultarse en las variedades ramificadas, debido a la longitud de las diversas ramificaciones con inflorescencia y al excesivo follaje. La altura de planta, desde la base del tallo al ápice de la inflorescencia, varía de 0,5 m a más de 3 m; depende de la variedad, de la densidad de siembra, de la nutrición y del medio ambiente. Generalmente las variedades de los ecotipos de valle son más altas que las del Altiplano (Gómez & Aguilar, 2016).

3.2.3 Hojas

Las hojas tienen dos partes diferenciadas: el peciolo y la lámina. El peciolo de las hojas es largo y acanalado, su longitud depende de su origen; son más largos los peciolos que se originan directamente del tallo y más cortos los que se originan en las ramas. El color del peciolo puede ser verde, rosado, rojo y púrpura. La lámina de la hoja tiene tres venas principales que se originan del peciolo. Las láminas son más grandes en el follaje y más pequeñas en la inflorescencia. Las láminas son polimórficas en la misma planta. Las láminas de la planta o el follaje pueden ser triangulares o romboidales y las de la inflorescencia pueden ser triangulares o lanceoladas. Las hojas pueden tener márgenes enteros, dentados o aserrados. El número de dientes es variable, puede variar de 3 a 20. Las hojas y las partes tiernas de la planta están generalmente cubiertas con una pubescencia vesicular– granular blanca, rosada o púrpura. Esta pubescencia granular contiene oxalato de calcio capaz de absorber agua del medio ambiente e incrementar la humedad relativa de la atmósfera que rodea las hojas, influenciando el comportamiento de las células que guarda de las estomas; por lo tanto, en la transpiración. El color de la lámina predominantemente es verde; en algunas variedades puede observarse hojas de color verde-púrpura. A la madurez las láminas

se tornan amarillas, naranjas, rosadas, rojas o púrpuras (Gómez & Aguilar, 2016).

3.2.4 Inflorescencia

Es de tipo racimosa y por la disposición de las flores en el racimo se le denomina como una panoja, por el hábito de crecimiento algunas inflorescencias se difieren por que pueden ser axilares y terminales.

En algunas variedades no se tiene una diferencia clara y pueden ser ramificadas teniendo una forma cónica, el eje principal de la inflorescencia es de forma angulosa o piramidal y tiene dos surcos, donde se ubican las flores. De acuerdo a la forma de panoja; se le considera amarantiforme, cuando sus glomérulos están insertados en el eje secundario y glomerulado, cuando los glomérulos están insertos en el eje primario o principal y toda la panoja tiene la forma, de un solo glomérulo. De acuerdo a la densidad de panoja que se presentan estas son considerados: compactas, semicompactas o semilaxas y laxas (León, 2003).

3.2.5 Flores

Las flores son sésiles o pediceladas y están agrupadas en glomérulos. La posición del glomérulo en la inflorescencia y la posición de las flores dentro del glomérulo, determinan el tamaño y el número de los granos o

frutos. Es una planta ginomonoica porque presenta dos tipos de flores en la misma planta; hermafroditas y pistiladas. Las flores hermafroditas se encuentran en el ápice del glomérulo y son más grandes que las pistiladas, con un diámetro de 3 a 5 mm; tienen cinco sépalos, cinco anteras y un ovario súpero con dos o tres ramificaciones estigmáticas. Las flores pistiladas se encuentran alrededor y debajo de las flores hermafroditas, están formadas de cinco sépalos, un ovario súpero y dos o tres ramificaciones estigmáticas y tienen un diámetro de 2 a 3 mm. La proporción de flores hermafroditas y pistiladas es variable; el rango encontrado varía de 2 a 98%; esta proporción es importante si el cultivo se siembra en forma aislada, ya que influye en la cantidad de frutos formados. Además de ello, algunas variedades de quinua tienen esterilidad masculina. La quinua se considera autógena con un porcentaje de cruzamiento de 17%, aproximadamente (Gómez & Aguilar, 2016).

3.2.6 Fruto

Es un aquenio de forma lenticular, elipsoidal, cónico o esferoidal, cubierto por el perigonio sepaloide o las envolturas florales que rodean el fruto y se desprenden con facilidad a la madurez; sin embargo, en algunos casos puede permanecer adherido al grano incluso después de la

trilla dificultando la cosecha y el procesamiento industrial de los granos. El fruto está constituido del pericarpio (capa del fruto) y la semilla. El pericarpio está adherido a la capa de las semillas y el nivel de adherencia es variable, tiene alveolos en su superficie y la saponina que le da el sabor amargo al grano. El fruto puede alcanzar un diámetro de 1,5 a 3 mm (Gómez & Aguilar, 2016).

3.2.7 Semilla

Constituye el fruto maduro sin el perigónio, es de forma lenticular, elipsoidal, cónica o esferoidal, presenta tres partes bien definidas que son: episperma, embrión y perisperma. La episperma, está constituida por cuatro capas: una externa de superficie rugosa, quebradiza, la cual se desprende fácilmente al frotarla, en ella se ubica la saponina que le da el sabor amargo al grano y cuya adherencia a la semilla es variable con los genotipos, tiene células de forma alargada con paredes rectas; la segunda capa es muy delgada y lisa, se observa solo cuando la capa externa es translúcida; la tercera capa es de coloración amarillenta, delgada y opaca y la cuarta capa, translúcida, está constituida por un solo estrato de células.

El perisperma es el principal tejido de almacenamiento y está constituido mayormente por granos de almidón, es de color blanquecino y

representa prácticamente el 60% de la superficie de la semilla, sus células son grandes de mayor tamaño que las del endosperma, de forma poligonal con paredes delgadas, rectas y con grandes agregados de almidón, estos agregados están compuestos por miles de gránulos de almidón individuales, de forma hexagonal en la mayoría de los casos.

Indican que la quinua también posee endosperma el cual es de tipo celular, formado por varias capas rodeando completamente al embrión y separado de él por una capa de aire y que probablemente, después que la semilla se hidrata, las células del endosperma se ponen en contacto con el embrión que lo consume rápidamente durante su crecimiento (Danz & Olaguivel, 2016).

3.4 Fases fenológicas del cultivo

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 (Mujica & Canahua, 1989).

3.4.1 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 (Mujica & Canahua, 1989).

3.4.2 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 (Mujica & Canahua, 1989).

3.4.3 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 (Mujica & Canahua, 1989).

3.4.4 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 (Mujica & Canahua, 1989).

3.4.5 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 aproximadamente a los 45 a 50 días de la siembra. Durante esta fase se efectúa el aporque y fertilización complementaria. Desde la fase de cuatro hojas verdaderas hasta fase se puede consumir las hojas en reemplazo a la espinaca (Mujica & Canahua, 1989).

3.4.6 Inicio de panojamiento

La inflorescencia se nota que va emergiendo del ápice de la planta, observado alrededor aglomeración de hojas pequeñas, las cuales van cubriendo la panoja en sus tres cuartas partes; ello puede ocurrir aproximadamente a 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 (Mujica & Canahua, 1989).

3.4.7 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, puede ocurrir aproximadamente a los 65 a los 75 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, como por ejemplo a la coliflor (Mujica & Canahua, 1989).

3.4.8 Inicio de floración

Es cuando la flor hermafrodita apical se abre mostrando los estambres separados, aproximadamente puede ocurrir a los 75 a 80 días después de la siembra, esta fase es bastante sensible a la sequía con helada; se puede notar en los glomérulos las anteras protegidas por es perigonio de un color verde limón (Mujica & Canahua, 1989).

3.4.9 Floración

Se considera a esta fase cuando el 50% de las flores de la inflorescencia de las panojas se encuentran abiertas, puede ocurrir aproximadamente a los 90 u 80 días después de la siembra, esta fase

es muy sensible a las heladas y granizadas, debe observarse la floración a medio día cuando hay intensa luminosidad solar, ya que en horas de la mañana y al atardecer se encuentra 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. Cuando hay presencia de veranillos o sequías de 10 a 15 días de duración en esta fase es beneficioso para una buena polinización; cruzada o autopolinizada, siempre en cuanto no haya presencia de heladas (Mujica & Canahua, 1989).

3.4.10 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, aproximadamente ocurre a los 100 a 130 días de la siembra, en esta fase el déficit hídrico es sumamente perjudicial para el rendimiento disminuyendo drásticamente el llenado de grano (en suelos franco-arenoso), pero en suelos franco-arcilloso es normal (León, 2003).

3.4.11 Grano pastoso

El estado de grano pastoso es cuando los granos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blanco, puede ocurrir aproximadamente a los 130 a 160 días de la siembra, en esta fase el ataque, de Kcona-kcona (*Eurysacca quinoa*) y aves (gorriones, palomas) causa daños considerables al cultivo, formando nidos y consumiendo el grano. En esta fase ya no es necesario las precipitaciones pluviales (lluvia) (León, 2003).

3.4.12 Madurez fisiológica

Es cuando el grano formado es presionado por las uñas, presenta resistencia a la penetración, aproximadamente ocurre a los 160 a 180 días a más 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 periodo de llenado del grano, asimismo en esta etapa ocurre un amarillamiento y defoliación completa de la planta. En esta fase la presencia de lluvia es perjudicial porque hace perder la calidad y sabor del grano (León, 2003).

3.5 Requerimientos edafoclimáticos

3.5.1 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 promedio 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 (Barrios, 2014).

La quinua tiene un amplio rango de crecimiento y producción a diferentes pH del suelo de 6,5- 8,5, y con 12 mmhos/cm. de C.E. (Barrios, 2014).

3.5.2 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 al 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 (Barrios, 2014).

3.5.3 Temperatura

La temperatura óptima para la quinua esta alrededor de 8 – 15 °C, 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 está determinada por la altura, la inclinación y exposición del campo y por la densidad del cultivo. La única posibilidad del productor de influir sobre la temperatura es mediante la selección de un campo bien ubicado y de la densidad de la siembra.

Para una germinación aceptable la temperatura mínima para la quinua es de 5° C. Temperaturas mayores a 15 °C, causan pérdidas por respiración, traen el riesgo de ataques de insectos (sí las condiciones son secas) u hongos (sí las condiciones son húmedas). La presencia de veranillos prolongados, con altas temperaturas diurnas forzar la formación de la panoja y su maduración, lo que repercute en bajos rendimientos (Barrios, 2014).

3.5.4 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 (Barrios, 2014).

3.5.5 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 (< 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 (Barrios, 2014).

3.5.6 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 alargan su periodo vegetativo, debido a la alta humedad comparada a la

zona andina, observándose que el mayor potencial productivo se obtiene al nivel del mar habiendo obtenido hasta 6 000 kg. /ha, con riego y buena fertilización (Chávez, 2014).

3.6 Enfoques teóricos técnicos

3.6.1 Rendimiento

Es la relación de la producción total de un cierto cultivo cosechado por hectárea de terreno utilizada. Se mide usualmente en toneladas métricas por hectárea (FAO, 2012).

3.6.2 Variedad

Es una población con caracteres que la hacen reconocible a pesar de que hibrida libremente con otras poblaciones de la misma especie. Es un rango taxonómico por debajo de la subespecie y por encima de la forma.

3.6.3 Suelo

Está compuesto por minerales, materia orgánica, diminutos organismos vegetales y animales, aire y agua. Es una capa delgada que se ha formado muy lentamente, a través de los siglos, con la desintegración de las rocas superficiales por la acción del agua, los cambios de temperatura y el viento. Las plantas y animales que crecen y mueren dentro y sobre el

suelo son descompuestos por los microorganismos, transformados en materia orgánica y mezclados con el suelo (Gonzales, 1999).

3.6.4 Temperatura

La temperatura es una magnitud que mide el nivel térmico o el calor que un cuerpo posee toda sustancia en determinado estado de agregación (sólido, líquido o gas), está constituida por moléculas que se encuentran en continuo movimiento. La suma de las energías de todas las moléculas del cuerpo se conoce como energía térmica; y la temperatura es la medida de esa energía promedio (Gonzales, 1999).

3.7 Marco referencial

3.7.1 Antecedentes de investigación

Quispe (2014), en su estudio el “Comparativo de rendimiento de 12 variedades de quinua (*Chenopodium Quinoa Willd.*), en dos siembras de primavera en el Centro Experimental Agrícola III Los Pichones” Tacna, obtuvo como resultado que las variedades de quinua más rendidoras de grano en siembra de invierno fueron Sacasa con 6 975 kg/ha, Witulla con 5 670 kg/ha y Chullpi con 3 280 kg/ha.

Simultáneamente se comportaron como las tardías con periodos vegetativos de 152, 143 y 123 días respectivamente. Las variedades Pandela con 88 días, Real Boliviana con 98 días y Pasankalla con 111 días de periodo vegetativo, se comportan como precoces, con rendimientos de grano de 2 273,4 kg/ha, 2 261,7 kg/ha y 2 168,4 respectivamente. Las variedades con menor longitud de panoja fueron Pasankalla con 43,05 cm.

Aquino (2006), en su investigación titulada “Rendimiento de diez cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la provincia de Tarata” concluyó que la longitud de panoja, el cultivar blanca de Junín fue superior en promedio con 28,850 seguido de Ayara con 26,850 y el cultivar BB con 25,525 cm. La Panoja con menor longitud le correspondió al cultivar Koyto con 18,525 cm. El cultivar Nariño, desarrolló panojas más anchas en promedio con 4,625 cm, seguido de Blanca de Junín con 4,550 cm y BB con 4,050 cm; en el último lugar se encuentra el cultivar Achachino con 3, 050 cm. Los cultivares que expresaron, los mayores rendimientos de grano fueron Nariño con 3 621 kg/ha, Ratuqui con 3 550,9 kg/ha, Achachino con 3 080,2 kg/ha, que se comportan estadísticamente en forma similar. Los cultivares Pasankalla y Koyto fueron los menos rendidores de grano con 886,000 kg/ha, que tienen también el mismo comportamiento estadístico.

Arteaga (2013), en su investigación titulada “Evaluación del efecto de la aplicación de dos abonos orgánicos y un fertilizante químico en dos variedades de quinua (*Chenopodium quínoa* Willd.) en la zona de Canchaguano, Carchi”, se realizó el experimento con el propósito de evaluar el comportamiento agronómico de las dos variedades de quinua sometida a dos abonos orgánicos y un fertilizante químico; identificar el fertilizante orgánico más adecuado, las variables evaluadas fueron: altura de planta a los 30; 60; 90 y 120 días; días a la panoja; días a la floración; días a la cosecha; peso seco; rendimiento de grano por hectárea; peso hectolítrico y análisis económico. Se reconoció que los abonos y fertilizantes influyeron de manera diferente en cada etapa del cultivo, así en altura de planta a los 30; 60; 90 y 120 días, el mejor 120 fertilizante fue el químico (F3) seguido por el abono Ecoabonaza (F1); en los días al panojamiento resultó ser el mejor tratamiento T3 (variedad Tunkahuan + fertilizante químico), con una media de 42 días. Para la variable días a la floración mostraron ser los mejores tratamientos el T8; T7; T6 y T5, con una media de 51 días para los cuatro tratamientos. En cuanto a los días a la cosecha, el tratamiento que aceleró su proceso fisiológico fue el T6 presentando una media de 148 días. Para el peso seco, se distinguió mejores resultados con el F3, con una media de 103 g/planta. Se

consideró que para el rendimiento de grano por hectárea resultó ser el mejor tratamiento el T3, con un promedio de 4,6 t/ha.

Llaca (2014), en su trabajo de tesis titulado “Influencia de la fertilización nitrogenada y fosfórica en el rendimiento de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el Proter Sama, Región Tacna” utilizó dosis de nitrógeno (00; 80; 160 y 240 kg/ha) y dosis de fósforo (00; 40; 80 y 120 kg/ha) y los resultados evidenciaron lo siguiente: que la dosis óptima de nitrógeno fue de 100 kg/ha, sin embargo, para el fósforo se encontró la dosis óptima de 80 kg/ha. Para la interacción no hubo significación estadística.

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

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

tendencia a disminuir en la segunda época con respecto a la primera, con excepción de Real que incremento en 6 cm.

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

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo de investigación

Experimental

4.2 Material experimental

4.2.1 Material genético

Se utilizó 10 variedades de quinua, la semilla se adquirió de Puno.

4.2.2 Instrumentos de medición

- Fichas de campo para la recolección de datos.
- Regla milimetrada o vernier
- Balanza de precisión
- Tamices

4.3 Población y muestra

4.3.1 Población

Por las características del estudio no se pudo precisar la población.

4.3.2 Muestra

La muestra estuvo constituida por las plantas de quinua de cada unidad experimental.

4.4 Tratamientos

Los tratamientos utilizados en el experimento son los siguientes (tabla 2)

Tabla 2. Descripción de los tratamientos en estudio

Número	Variedad	Tratamiento
1	Salcedo-INIA	T1
2	Negra Collana	T2
3	Chullpi	T3
4	Illpa-INIA	T4
5	Coito	T5
6	Blanca de Juli	T6
7	Kancolla	T7
8	Pasancalla	T8
9	INIA 431 – Altiplano	T9
10	Blanca de Junín	T10

Fuente: Elaboración propia.

4.5 Características del suelo

Tabla 3. Análisis físico - químico del suelo

Análisis físico	Resultados
Arena	77 %
Limo	20 %
Arcilla	3 %
Clase textural	Franco arenoso
Análisis químico	Resultados
Ph	8,29
C.E.	10,35 mS/cm
CaCO ₃	0,90%
Materia orgánica	0,06%
Fósforo	3,50 ppm
Potasio	782 ppm
CIC	25,60 meq/100 g
Ca	19,36 meq/100 g
K	2,82 meq/100 g
Na	1,23 meq/100 g
Mg	2,18 meq/100 g

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos - UNALM (2015)

La tabla 3, del análisis físico químico muestra que se trata de un suelo franco arenoso, presenta un pH de 8,29 siendo un suelo básico; en lo relacionado al contenido de materia orgánica fue de 0,06% considerado deseable; el contenido de fósforo fue de 3,50 ppm considerado muy bajo, con una conductividad eléctrica de 10,35 siendo un suelo salino, que puede afectar los rendimientos de cultivos muy sensibles. El contenido de potasio es de 782 ppm considerado alto referido por Domínguez (1990).

Como el contenido de sodio es de 1,23 meq/100 g el PSI es de 4,80 que no afecta a cultivos sensibles; en relación al contenido del calcio es de 19,36 meq/100g de suelo, la CIC es de 25,60 es de nivel alto según lo referido por Rioja (2002); no presentará dificultades en la nutrición de los cultivos.

4.6 Características climáticas

Tabla 4. Temperaturas registradas en el campo experimental

Meses	Promedios de temperatura	
	Máxima	Mínima
Octubre	24,27	13,26
Noviembre	27,8	15,2
Diciembre	26,94	15,28
Enero	28,89	16,78
Febrero	30,17	18,03

Fuente: SENAMHI, TACNA (2015 - 2016)

Si bien algunas referencias señalan que las temperaturas mayores a 15°C puedan causar pérdidas por respiración (Gonzales, 1999). Las temperaturas medias en el periodo de crecimiento y maduración de las variedades varían entre 21,05 y 23,1°C; las mismas que no habrían afectado significativamente el rendimiento, puesto que se ha demostrado que la quinua puede crecer en ambientes desde los cero a 4 000 msnm.

4.7 Variables en estudio

Se evaluaron las siguientes variables durante la ejecución del experimento:

4.7.1 Altura de planta (cm)

La altura de planta se midió con una cinta métrica después de la floración, se tomaron 10 plantas al azar por unidad experimental la medición se realizó desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la panoja.

4.7.2 Peso seco de planta (g)

El peso seco de la planta se obtuvo después de su secado al aire libre, se consideraron 10 plantas al azar por unidad experimental después de la cosecha.

4.7.3 Longitud de panoja (cm)

Se realizó seguidamente de la cosecha para la cual se tomaron las 10 plantas al azar, para medir la longitud de la panoja se tuvo en cuenta como el punto inicial de la base hasta el ápice de la misma.

4.7.4 Ancho de panoja (cm)

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

4.7.5 Peso de grano/planta (g)

Se obtuvo del grano limpio cosechado después de la trilla y se expresó en gramos por planta.

4.7.6 Rendimiento de grano (kg/ha)

Después del trillado se pesó los granos limpios de quinua empleando una balanza de precisión de cada unidad experimental y seguidamente se convirtió a rendimiento por hectárea.

4.7.7 Índice de desgrane (%)

El índice de desgrane se calculó después de la cosecha empleando la siguiente fórmula:

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

4.7.8 Calibre de grano (mm)

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

4.7.9 Días a floración

Se contaron los días desde la siembra hasta el momento que el cultivo presentó el 50% de la floración.

4.7.10 Días a maduración fisiológica

Se contaron los días desde la siembra hasta la madurez fisiológica del cultivo.

4.8 Diseño experimental

Se utilizó fue el diseño experimental de Bloques Completos al Azar, con 10 tratamientos y con cuatro repeticiones.

4.9 Características del campo experimental

4.9.1 Características de la parcela

Ancho: 30m

Largo: 40m

Área total: 1 200m²

4.9.2 Características de los bloques

Largo: 10m

Ancho: 30m

Área total: 300m²

Número de bloques: 4

4.9.3 Características de la unidad experimental

Largo: 10m

Ancho: 3m

Área total: 30m²

Número de unidades experimentales: 40

Distancia entre surco: 1,50 m

4.10 Aleatorización del campo experimental

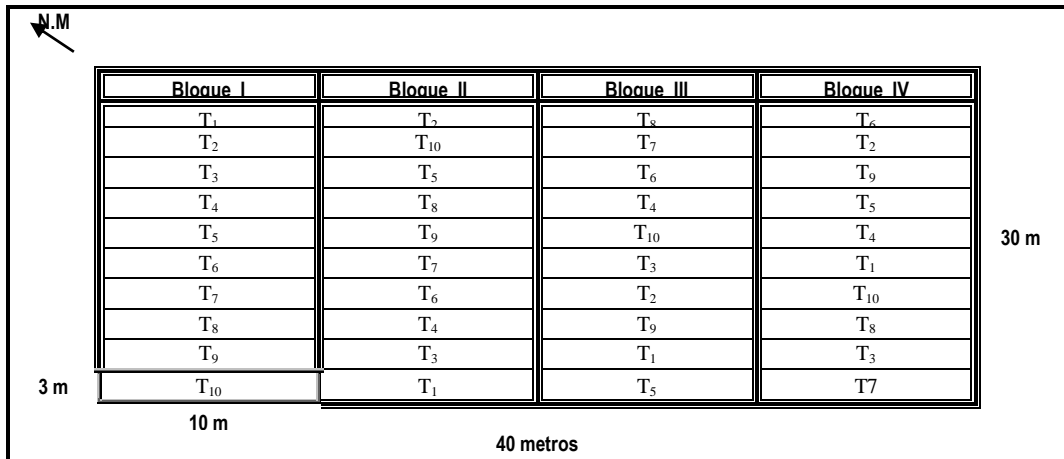


Figura 1. Distribución de los tratamientos en el campo experimental
Fuente: Elaboración propia.

4. 11 Análisis estadístico

Los resultados se analizaron mediante el análisis de varianza (ANVA); a una prueba de F de 0,05 y 0,01, para la comparación de medias en los diferentes tratamientos se realizó la prueba de significación de Duncan al α 0,05.

4.12 Conducción del experimento

4.12.1 Preparación de terreno

Esta labor se ejecutó el 27 de septiembre, utilizando arado y se realizó en forma mecánica, utilizando arado de discos y ranfla para su

nivelado, seguidamente se incorporó humus como materia orgánica a razón de 5 t/ha.

4.12.2 Medición de la parcela experimental

La medición de la parcela experimental se realizó el 27 de septiembre del 2015 con la utilización de una cinta métrica de 50 m; se procedió a la medición del terreno separando los bloques y unidades experimentales, luego se incorporó materia orgánica.

4.12.3 Siembra

Se realizó el 04 de octubre del 2015, donde a cada 10 cm se colocó 5 semillas de quinua, para ello se utilizó bolsas para separar las semillas de quinua por cada tratamiento.

4.12.4 Riego

En el experimento se utilizó el sistema de riego por goteo, se realizaron riegos ligeros los primeros días y luego se aplicó riegos moderados (cada día por medio) hasta el grano duro, pues es la etapa donde se cortó el agua para la cosecha.

4.12.5 Aplicación de los fertilizantes

La formulación para la fertilización fue la siguiente: de 200 N – 100 P₂O₅ – 40 K₂O kg/ha respectivamente, los insumos usados para la siguiente investigación fueron Fosfato di amónico, Sulfato de potasio y Urea.

La aplicación de los fertilizantes se distribuyó de la siguiente manera: La primera aplicación fue antes de la siembra donde se depositó todo el fertilizante fosforado, todo el fertilizante potásico, así como también abono orgánico antes de la siembra luego se procedió a tapar con una capa de tierra y aplicar riego ligero.

4.12.6 Deshierbo

El control de malezas se realizó en forma manual cada 15 días en las primeras etapas de desarrollo de la planta y posteriormente una vez al mes. La maleza de mayor incidencia fue: *Nolana sp.*, *Spatulatha sp.*

4.12.7 Raleo o entresaque

Se realizó a los 10 días que consistió en eliminar plantas sobrantes cada 10 cm, plantas débiles y enfermas, se eliminó plantas para ajustar la población de plantas por unidad experimental.

4.12.8 Enfermedades y plagas

Las principales plagas y/o enfermedades que se presentaron durante la ejecución del ensayo fueron:

Plagas: Durante la emergencia de la quinua la plaga de mayor incidencia fue el gusano de tierra *Prodenia spp*, que se controló con la aplicación de Lorsban a una dosis de 25 ml/20 litros, se aplicó por aspersión de manera ligera con la ayuda de una mochila Jacto.

En plena ramificación se observó la presencia de la Mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*) y se controló con Lannate 90 a una dosis de 20 g/25 litros.

Durante la floración se observó la presencia de plagas comedores y perforadores de hojas, Bellotero (*Heliothis virescens*) Gusano medidor (*Pseudoplusia includens*) y Rosquilla (*Spodoptera eridania*), se controló con Lannate 90 a una dosis de 30 g/250 litros.

En relación a las enfermedades durante la emergencia seis hojas verdaderas se presentó la Chupadera fungosa (*Rizoctonia spp.*) que se controló con la aplicación de Rizolex a una dosis de 20 g/25 litros, en la etapa de floración se presentó Mildiu (*Peronospora farinosa*) que se

controló con la aplicación con Ridomil 20g/25 litros. Lo cual se observó que la quinua tiene tolerancia a estas enfermedades primarias.

4.12.9 Cosecha

Se realizó en forma gradual conforme las variedades fueron alcanzando la madurez; la siega se hizo aproximadamente a los 115 días después de la siembra, las características que determinarían la madurez son: grano duro, cambio de color de la panoja y cambio de color de las hojas.

La cosecha se inició el 29 de enero del 2016, para variedades precoces, el 17 de marzo de 2016 para semi tardías y finalizando el 19 de marzo de 2016.

CAPÍTULO V
TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS

5.1. Resultados y discusión

5.1.1 Altura de planta (cm)

Tabla 5. Análisis de varianza de altura de planta

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	F α		
					0,05	0,01	
Bloques	3	142,950	47,650	1,207	2,96	4,60	ns
Tratamientos	9	1133,031	125,892	3,190	2,25	3,14	**
Error	27	1065,363	39,457				
Total	39	2341,344					

CV: 5,939 %

Fuente: Elaboración propia

La tabla 5 del análisis de varianza para la altura de planta, evidencia que no existen diferencias estadísticas entre bloques, para tratamientos sí existen diferencias estadísticas altamente significativas, por lo tanto, las variedades presentaron promedios diferentes; el valor del coeficiente de variabilidad de 5,939% señala que los datos son confiables.

Tabla 6. Prueba de significación de Duncan para altura

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	Illpa-INIA	117,936	a
2	Salcedo-INIA	110,893	a b
3	Blanca de Juli	107,635	b c
4	Pasancalla	107,535	b c
5	Blanca de Junín	104,474	b c
6	INIA 431 - Altiplano	104,679	b c
7	Chullpi	102,678	b c
8	Negra Collana	102,499	b c
9	Kancolla	100,785	c
10	Coito	98,356	c

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación Duncan según la tabla 6, muestra los valores de los promedios de altura de planta, donde se observa que existen 3 grupos homogéneos, estadísticamente son similares los tratamientos Illpa-INIA (T_4) y Salcedo-INIA (T_1) que presentaron los mayores promedios con 117,93 y 110,893 cm; le siguen los tratamientos Blanca de Juli (T_6) y Pasancalla (T_8) con valores promedio de 107,735 y 106,535 cm superando estadísticamente a los tratamientos Kancolla (T_7) y Coito (T_5) que obtuvieron los menores promedios de 100,784 y 98,356 cm. respectivamente.

5.1.2 Longitud de la panoja (m)

Tabla 7. Análisis de varianza de longitud de la panoja

F. de V.	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	F α	
					0,05	0,01
Bloques	3	11,697	3,899			
Tratamientos	9	258,309	28,700	1,296	2,96	4,60 ns
Error	27	82,908	3,070	9,346	2,25	3,14 **
Total	39	352,914				

CV: 5,274 %

Fuente: Elaboración propia.

En el análisis de varianza de longitud de panoja (tabla 7), se observa que no existen diferencias estadísticas entre bloques; para tratamientos las diferencias fueron altamente significativas, por lo tanto, las variedades tienen promedios estadísticamente diferentes. El valor del coeficiente de variabilidad de 5,274% señala que los datos son confiables y que evidencia que hubo buen manejo del ensayo.

Tabla 8. Prueba de significación de Duncan longitud de panoja

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	T ₂ : Negra Collana	39,249	a
2	T ₁₀ : Blanca de Junín	34,642	b
3	T ₄ : Illpa-INIA	34,249	b c
4	T ₁ : Salcedo-INIA	33,892	b c
5	T ₃ : Chullpi	33,142	b c
6	T ₇ : Kancolla	32,819	b c
7	T ₉ : INIA 431 - Altiplano	31,820	b c
8	T ₆ : Blanca de Juli	31,748	c
9	T ₅ : Coito	31,711	c
10	T ₈ : Pasancalla	28,963	d

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8, la prueba de significación Duncan muestra los valores de los promedios de longitud de panoja, se observa que la variedad Negra Collana (T₂), logro el mayor promedio con 39,249 cm. Superando estadísticamente a los demás tratamientos; en orden de mérito le siguen los tratamientos: Blanca de Junín(T₁₀), Illpa-INIA (T₄), Salcedo-INIA(T₁), Chullpi(T₃), Kancolla(T₇), INIA 431 – Altiplano(T₉); la variedad Pasancalla (T₈) ocupó el último lugar con 28,963 cm.

5.1.3 Ancho de panoja

Tabla 9. Análisis de varianza de ancho de panoja

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	F α	
					0,05	0,01
Bloques	3	2,722	0,907	1,313	2,96	4,60 ns
Tratamientos	9	92,663	10,295	14,904	2,25	3,14 **
Error	27	18,652	0,690			
Total	39	114,038				

CV: 9,815 %

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 9, del análisis de varianza para el ancho de panoja, se evidencia que no existen diferencias estadísticas entre bloques; sin embargo, para tratamientos se halló alta significación estadística por lo tanto las variedades tienen promedios estadísticamente diferentes. El valor del coeficiente de variabilidad de 9,185 % señala que los datos son confiables.

Tabla 10. Prueba de significación de Duncan ancho de panoja

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	T ₉ : INIA 431 – Altiplano	12,928	a
2	T ₁₀ : Blanca de Junín	9,891	b
3	T ₄ : Illpa-INIA	9,462	b c
4	T ₆ : Blanca de Juli	9,036	b c d
5	T ₇ : Kancolla	8,964	b c d
6	T ₂ : Negra Collana	8,813	b c d
7	T ₅ : Coito	8,392	c d
8	T ₃ : Chullpi	8,285	c d
9	T ₈ : Pasancalla	7,820	d e
10	T ₁ : Salcedo-INIA	6,892	e

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación Duncan de la tabla 10, muestra los valores de los promedios de ancho de la panoja donde se aprecia que existen la variedad: INIA 431 – Altiplano(T₉) que logró el mayor promedio con 12,928 cm superando estadísticamente al resto; le siguen Blanca de Junín(T₁₀) con 9,891 cm superando significativamente al resto, luego los tratamientos Illpa-INIA (T₄) y Blanca de Juli (T₆) con valores promedios de 9,462 y 9,036 cm superando estadísticamente a los tratamientos Pasancalla (T₈)y Salcedo-INIA (T₁) que obtuvieron los menores promedios de 7,820 y 6,892 cm respectivamente.

5.1.4 Peso de grano/planta (g)

Tabla 11. Análisis de varianza de peso de grano planta

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	F α	
					0,05	0,01
Bloques	3	3,446	1,148			
Tratamientos	9	4631,734	514,637	0,0420	2,96	4,60 ns
Error	27	738,076	27,336	18,826	2,25	3,14 **
Total	39	5373,256				

CV: 13,243%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 11, del análisis de varianza de peso de grano por planta, evidencia que no existen diferencias estadísticas entre bloques, en el caso de los tratamientos existen diferencias altamente significativas, por lo tanto, las variedades tienen promedios estadísticamente diferentes con el valor del coeficiente de variabilidad de 13,24 % señala que los datos son confiables.

Tabla 12. Prueba de significación de Duncan de peso de grano planta

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	T ₉ : INIA 431 – Altiplano	54,53	a
2	T ₄ : Illpa-INIA	53,64	a
3	T ₁ : Salcedo-INIA	53,61	a b
4	T ₆ : Blanca de Juli	43,93	b c
5	T ₅ : Coito	38,93	b c
6	T ₇ : Kancolla	35,85	c d
7	T ₂ : Negra Collana	30,28	c d
8	T ₁₀ : Blanca de Junín	29,92	c d
9	T ₈ : Pasancalla	29,60	c d
10	T ₃ : Chullpi	24,49	d

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 12 de la prueba de significación de Duncan de peso de grano, se observa que existen 4 grupos de tratamientos que estadísticamente son similares destacando el tratamiento INIA 431 – Altiplano (T₉) con el mayor promedio con 54,53g, seguido de los tratamientos Illpa-INIA (T₄), Salcedo-INIA (T₁) con 53,64g; 53,61g respectivamente; los tratamientos Pasancalla (T₈) y Chullpi (T₃) obtuvieron los menores promedios de 29,60 y 24,49 g respectivamente.

5.1.5 Rendimiento de grano

Tabla 13. Análisis de varianza de rendimiento (kg /ha)

F. de V.	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	F α	
					0,05	0,01
Bloques	3	993 702,400	331 234,10	3,129	2,96	4,60 *
Tratamientos	9	5 465 056,00	607 228,40	5,736	2,25	3,14 **
Error	27	2 858 106,00	105 855,80			
Total	39	93 116 864,00				

CV: 17,340 %

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 13 del análisis de varianza de rendimiento se evidencia que existen diferencias estadísticas significativas entre bloques; en el caso de los tratamientos existen diferencias altamente significativas, por lo tanto, las variedades tienen promedios estadísticamente diferentes. El valor del coeficiente de variabilidad de 17,340 % señala que los datos son aceptables.

Tabla 14. Prueba de significación de Duncan de rendimiento de grano (kg/ha)

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	T ₄ : Illpa-INIA	3 825	a
2	T ₁ : Salcedo-INIA	3 675	a b
3	T ₅ : Coito	3 325	b c
4	T ₇ : Kancolla	3 125	c d
5	T ₉ : INIA 431 – Altiplano	3 100	c d
6	T ₂ : Negra Collana	3 100	c d
7	T ₃ : Chullpi	3 000	c d
8	T ₁₀ : Blanca de Junín	2 900	c d
9	T ₆ : Blanca de Juli	2 688	d
10	T ₈ : Pasancalla	2 600	d

Fuente: Elaboración propia.

Según la tabla 14 de la prueba de significación de Duncan de rendimiento de grano se observa que existen 2 grupos de tratamientos que estadísticamente son similares, donde los tratamientos Illpa-INIA (T₄) y Salcedo-INIA(T₁) obtuvieron los mayores promedios con 3 825 y 3 675 kg/ha respectivamente, seguido de los tratamientos Coito(T₅) y Kancolla (T₇) con 3 325 y 3 125 kg/ha respectivamente; los tratamientos Pasancalla (T₈) con 2 688 y Kancolla (T₇) con 2 600 kg/ha dieron los menores promedios de rendimiento de grano.

5.1.6 Índice desgrane (%)

Tabla 15. Análisis de varianza de índice desgrane

F. de V.	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	F α	
					0,05	0,01
Bloques	3	406,319	135,439	4,064	2,96	4,60 **
Tratamientos	9	3767,098	418,566	12,562	2,25	3,14 **
Error	27	899,625	33,319			
Total	39	5073,043				

CV: 14,401 %

Fuente: Elaboración propia

La tabla 15 del análisis de varianza de índice de desgrane evidencia que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre bloques, en el caso de los tratamientos también existen diferencias altamente significativas, por lo tanto, las variedades tienen promedios estadísticamente diferentes. El valor del coeficiente de variabilidad de 14,401% señala que los datos son confiables.

Tabla 16. Prueba de significación de Duncan índice de desgrane

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	T ₁ : Salcedo-INIA	55,92	a
2	T ₉ : INIA 431 – Altiplano	46,01	a b
3	T ₂ : Negra Collana	33,81	b c
4	T ₄ : Illpa-INIA	33,06	b c
5	T ₅ : Coito	31,07	c
6	T ₆ : Blanca de Juli	30,13	c
7	T ₁₀ : Blanca de Junín	29,21	c
8	T ₃ : Chullpi	26,21	c
9	T ₈ : Pasancalla	24,98	c
10	T ₇ : Kancolla	22,47	c

Fuente: Elaboración propia.

Según la tabla 16 de la prueba de Duncan de índice de desgrane se observa que existen 3 grupos de tratamientos que estadísticamente son similares, donde destacan los tratamientos Salcedo-INIA (T1) y INIA 431 – Altiplano(T9) con 55,92 y 46,01 seguido de los tratamientos Negra Collana (T2) y Illpa-INIA (T4) que obtuvieron promedios de 33,81 y 33,06 respectivamente; los tratamientos Pasancalla (T8) con 24,98 y Kancolla (T7) con 22,47 kg/ha dieron los menores promedios de rendimiento de grano.

5.1.7 Tamaño de grano (mm)

Tabla 17. Tamaño de grano de variedades de quinua

Tratamientos	2,0mm	1,4mm	0,60 mm
	%	%	%
T ₁ : Salcedo-INIA	8,8	80,225	10,825
T ₄ : Illpa-INIA	5,5	87,575	6,85
T ₈ : Pasancalla	22,875	64,05	13,075
T ₉ : INIA 431 - Altiplano	2,05	91,20	6,725
T ₆ : Blanca de Juli	5,375	86,20	8,35
T ₁₀ : Blanca de Junín	0,625	75,55	23,775
T ₅ : Coito	0,00	47,75	46,1
T ₇ : Kancolla	4,375	55,15	40,475
T ₃ : Chullpi	4,925	65,825	29,25
T ₂ : Negra Collana	0,37	53,75	45,975

Fuente: Elaboración propia

La tabla 17, muestra que en el tamiz de 2mm el tratamiento Pasancalla (T₈) obtuvo el mayor porcentaje con 22,875 %, seguido del Salcedo-INIA

(T₁) con 8,8 %. En relación al tamiz de 1,4 mm destacan los tratamientos INIA 431 – Altiplano (T₉); Illpa-INIA (T₄) y Salcedo-INIA (T₁) con 91,2 %; 87,575 % y 80,225 % los tratamientos con menor porcentaje fueron Coito (T₅) y Negra Collana (T₂) con 47,75 % y 53,75 % respectivamente.

5.1.8 Días de maduración fisiológica

Tabla 18. Días de maduración fisiológica

Variedades	Días de maduración fisiológica
T ₁ :Salcedo INIA	112.25
T ₅ :Coito	113
T ₉ :INIA 431 – Altiplano	114.5
T ₇ :Kancolla	118.75
T ₈ :Pasancalla	119.75
T ₄ :Illpa INIA	120
T ₆ :Blanca de Juli	120.25
T ₁₀ :Blanca de Junín	120.5
T ₂ :Negra Collana	123
T ₃ :Chullpi	127.5

Fuente Elaboración propia.

En la presente investigación las variedades que dieron los mayores rendimientos de granos fueron la variedad Illpa-INIA con 3 825 kg/ha, Salcedo INIA con 3 675 kg/ha; Coito con 3 325 kg/ha, INIA 431 – Altiplano con 3 125 kg/ha.

Estos resultados difieren de reportados por Arana (2014), quien comparo diez variedades de quinua en el Distrito de Tacna donde el

mayor rendimiento de grano fue de 3 412,62 kg/ha que lo obtuvo con el cultivar Salcedo INIA, promedio inferior obtenido en la presente investigación; al respecto, es preciso señalar que Mújica (1983), indica que el rendimiento va de acuerdo a variedades, puesto que existen unas con mayor capacidad genética de producción que otras, también de acuerdo a la fertilización o abonamiento proporcionado, debido a que la quinua responde favorablemente a una mayor fertilización sobre todo nitrogenada y fosfórica. También dependerá directamente de las labores culturales y controles fitosanitarios oportunos proporcionados durante su ciclo. Por otra parte, también es superior al obtenido por Quispe (2014), quien reportó rendimiento de Salcedo INIA (3 188,40), sin embargo, la variedad Chullpi es ligeramente superior (3 280 kg/ha) que la observada en el presente trabajo (3 000 kg/ha).

Conde (2014), al identificar el rendimiento de siete variedades de quinua en dos épocas de siembra (agosto y septiembre) en el CEA III Los Pichones encontró que la variedad Kancolla fue la que dio el mayor rendimiento promedio para ambas épocas con 3 112,50 kg/ha; en tanto que en el presente estudio la variedad Kancolla rindió 3 125 kg/ha rendimientos que son muy similares; en cambio la variedad Illpa INIA en esta investigación supera en rendimiento (3 825 kg/ha) a lo informado por Conde (2 578,75 kg/ha). Estas diferencias podrían obedecer a las

características de las variedades. Por otro lado, los resultados son superiores a los obtenidos por Barrios (2014), en la Yarada Baja (La Esperanza), quien obtuvo 3 623 kg/ha con la variedad Illpa INIA; sin embargo, la variedad Salcedo – INIA es ligeramente superior (3 897 kg/ha) que la observada en el presente trabajo.

Aguilar (2015), en su investigación determinó el efecto de la aplicación de cinco ácidos húmicos comerciales en dos variedades de quinua en Magollo y encontró (3 640 kg/ha) la variedad Salcedo INIA en rendimiento de grano es similar al encontrado en el presente trabajo de investigación.

CONCLUSIONES

Primera:

En relación al rendimiento, la variedad Illpa-INIA con 3 825 kg/ha logró el mayor promedio, seguida de la variedad Salcedo INIA; Coito, INIA 431 – Altiplano, que obtuvieron promedios de 3 675; 3 325 y 3 125 kg/ha respectivamente. Las variedades Pasancalla y Kancolla obtuvieron los menores promedios de 2 688 y 2 600 kg/ha.

Segunda:

La mayor altura de planta lo obtuvieron los tratamientos Illpa-INIA y Salcedo-INIA: con 117,93 y 110,893 cm; en relación a la longitud de panoja la variedad Negra Collana logró el mayor promedio con 39,249 cm, para el ancho de la panoja destaca INIA 431 - Altiplano con 12, 928 cm, le sigue Blanca de Junín con 9,891 cm. En el peso de grano la variedad Salcedo-INIA obtuvo el mayor promedio con 56,60 g.

Tercera:

En cuanto al índice desgrane la variedad Salcedo-INIA obtuvo el mayor promedio con 55,92% seguido de las variedades, INIA 431 - Altiplano;

Negra Collana y Illpa-INIA que obtuvieron promedios de 46,01; 33,81 y 36,036% respectivamente. Las variedades Blanca de Junín y Kancolla obtuvieron los menores promedios de 24,98 y 22,47%.

RECOMENDACIONES

Primera:

Para la zona del Proyecto: Productividad Tecnología y Riego (PROTER) del distrito de Sama Inclán se recomienda cultivar las variedades Illpa -INIA, Salcedo INIA, Coito, INIA 431 – Altiplano.

Segunda:

Se recomienda repetir el experimento en otras zonas de cultivo de quinua y en diferentes estaciones del año para su mejor habitad de cada variedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aquino, J. (2006). *Rendimiento de diez cultivares de quinua en la provincia de Tarata*. (Tesis Ing. agrónomo). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna
- Aguilar, H. (2015). *Efecto de la aplicación de cinco ácidos húmicos comerciales en dos variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en Magollo Tacna 2015*. (Tesis Ing. Agrónomo). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna.
- Arteaga, V. (2013). *Evaluación del efecto de la aplicación de dos abonos orgánicos en dos variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en la zona de Canchaguano, Carchi* (Tesis de Ingeniero Agropecuario). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. p. 152
- Barrios, T. (2014). *Prueba de rendimiento de 18 cultivares promisorios de quinua (Chenopodium quinoa Willd) en siembra de otoño en la Yarada Baja "La Esperanza"- Tacna*. (Tesis Ing. Agrónomo). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna.

- Cárdenas, M. (1994). *Descripción preliminar de las variedades de Chenopodium quinoa de Bolivia*. Universidad Mayor de San Simón de Cochabamba. Bolivia.
- Cendoc. (2013). *Principales aspectos de la cadena agroproductiva de la quinua*. Lima, Perú. Centro de documentación agraria.
- Chacchi, T. K. (2009). *Demanda de la Quinoa (Chenopodium quinoa Willd) a nivel industrial*. (Tesis Magister Scientiae). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú. 11 pág.
- Chávez, B. (2014). *Estudio de pre-factibilidad de una planta productora de hojuelas de tarwi y quinua para el mercado peruano*. (Tesis de grado). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima.
- 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*. (Tesis de Ing. Agrónomo). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna.
- Danz, L., & Olaguivel, Q. A. (2016). *Diseño y evaluación de una escarificadora para la extracción de saponina de la quinua - Región*

Puno. (Tesis Ing. Agrónomo). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. 27 pág.

Domínguez, A. (1990). *El abonado de los cultivos*. Madrid, España: Mundi-Prensa.

Elliott F. (1964). *Citogenética aplicada y mejoramiento de plantas*. Traducido del inglés de la obra de Plant Breeding And Cytogenetics., por Antonio Marino A., 1ed. en español. México. Continental.

FAO (2012). *Cultivo de quinua*. Lima, Perú. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Gómez, P. L. y Aguilar, C. E. (2016). *Guía de Cultivo de la Quinua*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. pp 130

Gonzales, J. (1999). *Ecofisiología y morfología del estrés debido a factores adversos*. En Proyecto Quinua. *Primer Curso Internacional de Fisiología de la Resistencia a Sequía en Quinua*. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

- León, J. M. (2003). *Cultivo de la quinua. Descripción, manejo y producción*. Puno, Perú. UNA. 63 pág.
- Lescano, J. L. (1988). Recursos filogenéticos alto andinos. En *Genética y mejoramiento en cultivos alto andinos*. (Ed) Convenio INADE/PELT. Puno, Perú.
- Llaca, G. (2014). *Influencia de la fertilización nitrogenada y fosfórica en el rendimiento de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en el PROTER Sama*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.
- Ministerio de Agricultura y Riego (2015). *Quinua Peruana. Situación actual y Perspectivas en el Mercado Nacional e Internacional al 2015*.
- Mujica, A. (1997). *Manual cultivo de quinua*. Instituto Nacional de Investigación Agraria, Dirección General de Investigación Agraria. Lima, Perú. 130 p.
- Mujica, A. & Canahua, A. (1989). *Fenología del cultivo de la quinua*. En: Fenología de los cultivos andinos y uso de la información agrometeorológica. INIA. PISA. Puno, Perú.
- Mujica, A. & Jacobsen, S. E. (1999). *Tecnología de poscosecha de granos andinos: Quinua (Chenopodium quinoa Willd.)*. En CONADI. Proc. I

Curso taller sobre Producción, Comercialización y Uso de la Quinoa para Agricultura de la Zona de Iquique, Chile. Puno, Perú.

Mujica, A., Izquierdo, J. & Marathee, J. P. (2000). *Origen y descripción de la quinoa*. En: Quinoa: *Chenopodium quinoa* Willd. *Ancestral cultivo andino, alimento del presente y del futuro*. Red de Cooperación en Producción de Cultivos Alimenticios, FAO, UNA. Ed. Mujica, A., Izquierdo, J., Marathee, J. P, y Jacobsen, S. E. Santiago, Chile. pp 9-29.

Poehlman, J. (1992). *Mejoramiento genético de las cosechas*. México: Limusa.

Quispe, M. (2014). *Comparativo de rendimiento de 12 variedades de quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) en siembra de invierno, en el centro experimental agrícola III Los pichones Tacna – 2013*. (Tesis Ing. Agrónomo). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna.

Rioja, A. (2002), *Apuntes de Fitotecnia General*. España. E.U.I.T.A., Ciudad Real.

Tapia, M. (1979). *La quinoa y la kañiwa Cultivos andinos*. Bogotá, Colombia: Editorial IICA. 225 p.

ANEXOS

Anexo 1. Altura de planta (cm)

Variedades	Bloques				PROM
	I	II	III	IV	
T1: Salcedo-INIA	109,71	109,57	114,43	109,86	110,89
T2: Negra Collana	103,86	104,43	103,00	107,57	104,72
T3: Chullpi	105,86	98,14	106,57	108,43	104,75
T4: Illpa-INIA	103,71	104,00	96,00	106,29	102,50
T5: Coito	90,00	97,57	105,14	110,43	100,79
T6: Blanca de Juli	100,00	107,00	83,29	103,14	98,36
T7: Kancolla	108,00	98,86	110,14	113,14	107,54
T8: Pasancalla	106,71	103,00	98,29	102,71	102,68
T9: INIA 431 – Altipl.	115,11	111,35	123,57	119,71	117,44
T10: Blanca de Junín	116,40	101,29	98,29	114,57	107,64

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Peso de grano por planta (g)

Variedades	Bloques				PROM
	I	II	III	IV	
T1: Salcedo-INIA	42,86	59,29	50,86	73,43	56,61
T2: Negra Collana	45,43	36,86	29,00	25,43	34,18
T3: Chullpi	52,00	57,71	32,29	106,71	62,18
T4: Illpa-INIA	30,00	30,00	30,86	30,29	30,29
T5: Coito	37,86	34,00	35,00	43,57	37,61
T6: Blanca de Juli	47,29	49,71	43,43	40,29	45,18
T7: Kancolla	25,43	32,86	29,00	28,14	28,86
T8: Pasancalla	14,43	22,29	36,57	19,71	23,25
T9: INIA 431 – Altipl.	39,43	58,14	51,00	51,00	49,89
T10: Blanca de Junín	35,29	44,71	46,57	39,14	41,43

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. Peso seco de planta (g)

Variedades	Bloques				PROM
	I	II	III	IV	
T1: Salcedo-INIA	98,43	132,86	116,86	140,14	122,07
T2: Negra Collana	161,14	96,14	146,14	130,57	133,50
T3: Chullpi	223,57	137,57	141,86	293,71	199,18
T4: Illpa-INIA	85,86	81,43	94,71	146,57	102,14
T5: Coito	125,43	99,14	118,00	114,14	114,18
T6: Blanca de Juli	125,43	138,00	143,71	129,00	134,04
T7: Kancolla	126,00	137,71	114,29	125,14	125,79
T8: Pasancalla	62,43	49,00	92,71	81,14	71,32
T9: INIA 431 – Altipl.	80,71	92,14	94,71	88,14	88,93
T10: Blanca de Junín	149,71	207,00	169,57	143,29	167,39

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4: Longitud y ancho de panoja de quinua (cm)

Variedades	Bloque I		Bloque II		Bloque III		Bloque IV	
	Longitud	ancho	Longitud	ancho	Longitud	ancho	Longitud	ancho
T1: Salcedo-INIA	34,28	6,57	32,71	8,14	33,42	8,14	35,14	7,71
T2: Negra Collana	35,86	9,86	34,29	9,71	35,71	9,71	32,71	10,28
T3: Chullpi	31,29	13,71	31,43	12,57	30,29	12,57	34,29	12,86
T4: Illpa-INIA	40,00	9,71	39,71	7,29	37,29	9,29	40,00	8,97
T5: Coito	31,00	9,14	33,29	8,43	34,14	9,29	32,85	9,00
T6: Blanca de Juli	35,57	8,00	31,57	9,29	36,14	7,43	33,71	8,86
T7: Kancolla	29,57	8,86	30,00	7,29	25,14	8,71	31,14	6,42
T8: Pasancalla	31,86	8,43	31,00	8,14	34,00	8,00	35,71	8,57
T9: INIA 431 – Altiplano	41,14	9,71	39,14	9,85	41,71	9,29	42,71	9,00
T10: Blanca de Junín	32,14	9,71	32,71	8,71	30,14	9,57	30,43	8,15

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4. Días a la floración (días)

Variedades	Bloques				PROM
	I	II	III	IV	
T1: Salcedo-INIA	49,00	47,00	45,00	44,00	46,25
T2: Negra Collana	64,00	63,00	62,00	65,00	63,50
T3: Chullpi	50,00	48,00	47,00	49,00	48,50
T4: Illpa-INIA	56,00	55,00	57,00	46,00	53,50
T5: Coito	49,00	50,00	51,00	50,00	50,00
T6: Blanca de Juli	56,00	55,00	54,00	57,00	55,50
T7: Kancolla	56,00	55,00	54,00	57,00	55,50
T8: Pasancalla	56,00	55,00	54,00	56,00	55,25
T9: INIA 431 – Altipl.	49,00	50,00	48,00	47,00	48,50
T10: Blanca de Junín	56,00	55,00	54,00	56,00	55,25

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 10: Rendimiento de grano (kg/ha)

Variedades	Bloques				PROM
	I	II	III	IV	
T1: Salcedo-INIA	3 800,00	4 000,00	3 500,00	4 000,00	3 825,00
T2: Negra Collana	3 000,00	3 500,00	3 000,00	2 500,00	3 000,00
T3: Chullpi	3 500,00	3 000,00	3 500,00	4 500,00	3 625,00
T4: Illpa-INIA	3 000,00	3 000,00	3 800,00	3 500,00	3 325,00
T5: Coito	2 250,00	2 500,00	2 600,00	3 500,00	2 712,50
T6: Blanca de Juli	2 900,00	3 000,00	3 000,00	3 500,00	3 100,00
T7: Kancolla	3 800,00	3 500,00	3 400,00	4 000,00	3 675,00
T8: Pasancalla	2 500,00	3 000,00	3 000,00	3 100,00	2 900,00
T9: INIA 431 – Altiplano	3 000,00	3 500,00	2 500,00	3 500,00	3 125,00
T10: Blanca de Junín	2 500,00	3 000,00	2 400,00	2 500,00	2 600,00

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5. Peso hectolítrico

Tratamientos	Peso de granos en gr/l	Peso de granos en gk/he
Salcedo-INIA	638	63.8
Negra Collana	642	64.2
Chullpi	614	61.4
Illpa-INIA	644	64.4
Coito	658	65.8
Blanca de Juli	604	60.4
Kancolla	490	49
Pasancalla	641	64.1
INIA 431 - Altiplano	669	66.9
Blanca de Junín	633	63.3

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6. Manejo del cultivo



Fotografía 01: Preparación del terreno



Fotografía 02: Siembra



Fotografía 03: Abonado de fondo



Fotografía 04: Fertilización



Fotografía 05: Desmalezado del cultivo



Fotografía 06: Raleo o entresaque



Fotografía 07: Aporque del cultivo



Fotografía 08: Cosecha de la quinua



Fotografía 09: Toma de datos (peso de grano)



Fotografía 10: Peso por hectolitro



Fotografía 11: Tamaño de grano

Anexo 7. 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

Solicitante : ADELA PIERINA PILCO OSCO

Departamento : TACNA Provincia : TACNA
 Distrito : SAMA PROTER Predio : NRO 750
 Referencia : H.R. 49512-043C-15 Botl: 12004 Fecha : 04/05/15

Número de Muestra	Claves	pH	C.E. (1:1)	CaCO ₃ dSm	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺			
4720		8.29	10.35	0.90	0.06	3.5	782	77	20	3	A.Fr.	25.60	19.36	2.18	2.82	1.23	0.00	25.60	25.60	100

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


Sady Garcia Bendezú
 Jefe del Laboratorio

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

METODOS SEGUIDOS EN EL ANALISIS DE SUELOS

- Textura de suelo: % de arena, limo y arcilla; método del hidrómetro.
- Salinidad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 o en el extracto de la pasta de saturación(es).
- pH: medida en el potenciómetro de la suspensión suelo: agua relación 1:1 ó en suspensión suelo: KCl N, relación 1:2.5.
- Calcáreo total (CaCO₃): método gaso-volumétrico utilizando un calcimetro.
- Materia orgánica: método de Walkley y Black; oxidación del carbono Orgánico con dicromato de potasio. %M.O. = %Cx1.724.
- Nitrogeno total: método del micro-Kjeldahl.
- Fósforo disponible: método del Olsen modificado, extracción con NaHCO₃-0.5M, pH 8.5.
- Potasio disponible: extracción con acetato de amonio (CH₃-COONH₄), pH 7.0.
- Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio (CH₃-COONH₄), pH 7.0.
- Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺ cambiables: reemplazamiento con acetato de amonio (CH₃-COONH₄), pH 7.0 cuantificación por fotometría de llama y/o absorción atómica.
- Al³⁺ + H⁺: método de Yuan. Extracción con KCl, N
- iones solubles:
 - Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺ solubles: fotometría de llama y/o absorción atómica.
 - Cl⁻, CO₃²⁻, HCO₃⁻, NO₃⁻ solubles: volumetría y colorimetría. SO₄²⁻ turbidimetría con cloruro de Bario.
 - Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con curcumina.
 - Yeso soluble: solubilización con agua y precipitación con acetona.

Equivalencias:
 1 ppm=1 mg/kilogramo
 1 milimho (mmho/cm) = 1 deciSiemens/metro
 1 miliequivalente / 100 g = 1 cmol(+) / kg
 Sales solubles totales (TDS) en ppm ó mg/kg = 640 x CEes
 CE (1 : 1) mmho/cm x 2 = CE(es) mmho/cm

TABLA DE INTERPRETACION

Salinidad		Materia Orgánica			Fósforo disponible		Potasio disponible		Relaciones Cationicas		
Clasificación del Suelo	CE(es)	CLASIFICACIÓN	%	ppm P	ppm K	ppm P	ppm K	Clasificación	K/Mg	Ca/Mg	
*muy ligeramente salino	<2	*bajo	<2.0	<7.0	<100	<7.0	<100	*Normal	0.2 - 0.3	5 - 9	
*ligeramente salino	2 - 4	*medio	2 - 4	7.0 - 14.0	100 - 240	2 - 4	100 - 240	*defic. Mg	>0.5		
*moderadamente salino	4 - 8	*alto	>4.0	>14.0	>240			*defic. K	>0.2		
*fuertemente salino	>8							*defic. Mg		>10	

Reacción o pH		CLASES TEXTURALES				Distribución de Cationes %	
Clasificación del Suelo	pH	A	Fr.Ar.A	Fr.Ar	Fr.Ar.L	Ca ²⁺	
*fuertemente ácido	<5.5	= arena	= franco arcillo arenoso	= franco arcilloso	= franco arcilloso limoso	=	60 - 75
*moderadamente ácido	5.6 - 6.0	A.Fr. = arena franca				=	15 - 20
*ligeramente ácido	6.1 - 6.5	Fr.A. = franco arenoso				=	3 - 7
*neutro	6.6 - 7.0	Fr. = franco				=	<15
*ligeramente alcalino	7.1 - 7.8	Fr.L. = franco limoso					
*moderadamente alcalino	7.9 - 8.4	L = limoso					
*fuertemente alcalino	>8.5						