

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

**“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CINCO ÁCIDOS HÚMICOS
COMERCIALES EN DOS VARIEDADES DE QUINUA
(*Chenopodium quinoa* willd.) EN
MAGOLLO TACNA 2015”**

TESIS

Presentada por:

Bach. GLADYS ELIZABETH AGUILAR HUAMANI

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA - PERÚ

2015

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

TESIS

**“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CINCO ÁCIDOS HÚMICOS
COMERCIALES EN DOS VARIEDADES DE QUINUA
(*Chenopodium quinoa willd.*) EN
MAGOLLO TACNA 2015”**

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 18 DE DICIEMBRE DEL 2015,
SIENDO EL JURADO CALIFICADOR:

PRESIDENTE:



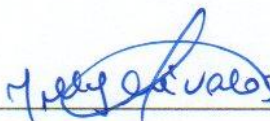
MSc. MAGNO ROBLES TELLO

SECRETARIO:



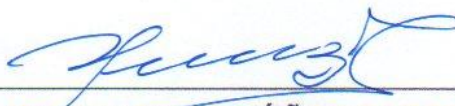
MSc. ARÍSTIDES CHOQUEHUANCA TINTAYA

VOCAL:



Dra. NELLY ARÉVALO SOLSOL

ASESOR:



MSc. NIVARDO NÚÑEZ TORREBLANCA

DEDICATORIA

*A mi querida madre por darme
consejos y motivación constante.*

*A mi querido padre por su ejemplo y
sabiduría.*

*A mis pequeñas hermanas y a Ren
por acompañarme cada día.*

*Las palabras no son suficientes
pero demuestran mi gran aprecio.*

AGRADECIMIENTOS

Al M.Sc. Nivardo Núñez Torreblanca, por su asesoría y voluntad incondicional en la culminación del presente trabajo.

A mis jurados M.Sc. Magno Robles Tello, M.Sc. Arístides Choquehuanca Tintaya y Dra. Nelly Arévalo Solsol.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNJBG de Tacna, por inculcarme conocimientos y valores.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 Formulación y sistematización del problema	3
1.2.1 Problema general.....	3
1.3 Delimitación de la investigación.....	3
1.4 Justificación.....	3
1.5 Limitaciones	4

CAPÍTULO II: OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	5
2.1 Objetivos	5
2.1.1 Objetivo general	5
2.1.2 Objetivos específicos	5
2.2 Hipótesis	5
2.2.1 Hipótesis general	5
2.2.2 Hipótesis específica	6
2.3 Variables	6
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	7
3.1 El cultivo de quinua	7
3.1.1 Ubicación sistemática y características botánicas	7
3.1.2 Aspectos fisiológicos del cultivo	12
3.1.3 Crecimiento y desarrollo de la planta	14
3.1.4 Labores culturales	18
3.2 Cosecha	19
3.2.1 Procesos de cosecha	19
3.3 Ácidos húmicos	21
3.3.1 Definición de los ácidos húmicos	21

3.3.2	Origen	21
3.3.3	Composición	22
3.3.4	Efectos de los ácidos húmicos	23
3.3.5	Principales propiedades de los Ácidos Húmicos	25
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		28
4.1	Tipo de investigación.....	28
4.1.1	Características climáticas.....	28
4.1.2	Características del Suelo	31
4.2	Variables de Respuesta	37
4.3	Diseño experimental.....	40
4.4	Análisis de datos	42
4.5	Conducción del experimento	42
4.6	Instrumentos de medición	46
CAPÍTULO V: TRATAMIENTOS DE LOS RESULTADOS		47
5.1	Resultados y discusión.....	47
5.1.1	Altura de planta (cm)	47
5.1.2	Longitud de panoja.....	49

5.1.3	Diámetro de panoja (cm).....	51
5.1.4	Volumen de raíz (cm ³).....	53
5.1.5	Peso seco de planta (kg).....	54
5.1.6	Peso de granos por planta (g)	56
5.1.7	Rendimiento de grano (t/ha)	58
5.1.8	Índice de cosecha (%).....	60
5.1.9	Índice de desgrane (%)	61
5.1.10	Granulometría (%).....	62
CONCLUSIONES.....		64
RECOMENDACIONES.....		65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		66
ANEXOS		70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requerimiento de humedad y temperatura, según los grupos agroecológicos de quinua (Tapia, 2000).....	12
Tabla 2. Temperaturas registradas en el campo experimental.....	29
Tabla 3. Análisis físico-químico del suelo experimental.	31
Tabla 4. Relación de productos húmicos comerciales y forma de aplicación.....	36
Tabla 5. Tratamientos con Ácidos húmicos.....	37
Tabla 6. Análisis de varianza para altura de planta (cm) de dos variedades de quinua.....	47
Tabla 7. Prueba de significación de Duncan de altura planta (cm) en dos variedades de quinua.	48
Tabla 8. Prueba de significación de Duncan de altura planta (cm) con aplicación de ácidos húmicos.	48
Tabla 9. Análisis de varianza de longitud de panoja (cm) de dos variedades de quinua.....	49
Tabla 10. Prueba de significación de Duncan para longitud de panoja (cm) con aplicación de ácidos húmicos	50

Tabla 11. Análisis de varianza de diámetro de panoja (cm) de dos variedades de quinua.....	51
Tabla 12. Prueba de significación de Duncan para diámetro de panoja (cm) en dos variedades de quinua.....	52
Tabla 13. Prueba de significación de Duncan para diámetro de panoja (cm) con aplicación de ácidos húmicos	52
Tabla 14. Análisis de varianza de volumen de raíz (cm ³) de dos variedades de quinua.....	53
Tabla 15. Prueba de significación de Duncan para volumen de raíz (cm ³) con aplicación de ácidos húmicos.....	54
Tabla 16. Análisis de varianza de peso seco de planta (kg) de dos variedades de quinua.....	54
Tabla 17. Prueba de significación de Duncan para peso seco de planta (kg) con aplicación de ácidos húmicos	55
Tabla 18. Análisis de varianza de peso de granos por planta (g) de dos variedades de quinua.	56
Tabla 19. Prueba de significación de Duncan para peso de granos por planta (g) en dos variedades de quinua.	57
Tabla 20. Prueba de significación de Duncan para peso de granos por planta (g) con aplicación de ácidos húmicos.....	57

Tabla 21. Análisis de varianza para rendimiento de grano (t/ha) de dos variedades de quinua.	58
Tabla 22. Prueba de significación del rendimiento de grano (t/ha) en dos variedades de quinua.	59
Tabla 23. Prueba de significación del rendimiento de grano (t/ha) con aplicación de ácidos húmicos.	59
Tabla 24. Resultados de índice de cosecha (%) para la variedad real boliviana.....	60
Tabla 25. Resultados de índice de cosecha (%) para la variedad Salcedo INIA.....	60
Tabla 26. Resultados de índice de desgrane (%) para la variedad real boliviana.....	61
Tabla 27. Resultados de índice de desgrane (%) para la variedad Salcedo INIA.....	61
Tabla 28. Resultados de granulometria (%) para la variedad real boliviana.....	62
Tabla 29. Resultados de granulometría (%) para la variedad salcedo INIA.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.Promedio mensual de Temperatura, año 2015. Estación MAP-Jorge Basadre Grohmann.	30
Figura 2.Promedio mensual de Humedad relativa,año 2015. Estación MAP-Jorge Basadre Grohmann.....	30
Figura3.Distribución de parcelas y sub parcelas para la aplicación de ácidos húmicos en dos variedades de quinua.	40

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Altura de planta.....	71
Anexo 2. Longitud de panoja (cm)	71
Anexo 3. Diámetro de panoja (cm)	72
Anexo 4. Volumen de raíz (cm ³)	73
Anexo 5. Peso seco de planta (g)	73
Anexo 6. Peso de granos por planta (g).....	74
Anexo 7. Rendimiento (t/ha)	75
Anexo 8. Fotografías del Experimento	76
Anexo 9. Costos de producción	81

RESUMEN

La presente investigación titulada “Efecto de la aplicación de cinco ácidos húmicos comerciales en dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Magollo Tacna 2015”. Se realizó durante los meses de marzo a junio del 2015, el objetivo fue determinar el efecto de las aplicaciones de ácidos húmicos en las características agronómicas del cultivo de quinua y determinar el ácido húmico que permita lograr mayor rendimiento de grano de quinua. Los factores de estudio; dos variedades de quinua (Real Boliviana y Salcedo INIA) y cinco ácidos húmicos (HUMIFARM PLUS, HUMIC ACID, HUMIFULV 26, FULL HUMIC, BIO EXTRA HÚMICO) Se utilizó el diseño de bloques completos aleatorios con arreglo de parcelas divididas. Se instaló en parcelas dos variedades de quinua Real Boliviana y Salcedo INIA, en sub parcelas cinco ácidos húmicos y un testigo.

La aplicación de ácidos húmicos, logró un mayor rendimiento de grano de quinua con 3,671 t/ha y 3,305t/ha para la variedad Real boliviana y Salcedo INIA respectivamente.

Palabras clave: Ácidos húmicos, rendimiento, quinua.

ABSTRACT

The present research entitled "Effect of the application of five commercial humic acids on two varieties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) In Magollo Tacna 2015". The objective of this study was to determine the effect of humic acid applications on the agronomic characteristics of the quinoa crop and to determine the humic acid to achieve a higher quinoa grain yield. Study factors; Two varieties of quinoa (Bolivian royal and Salcedo INIA) and five humic acids (HUMIFARM PLUS, HUMIC ACID, HUMIFULV 26, FULL HUMIC, BIO EXTRA HÚMICO) We used the design of randomized complete blocks with split plot arrangement. Two varieties of Quinoa Bolivian royal and Salcedo INIA were installed in plots, in sub parcels five humic acids and one control.

The application of humic acids, obtained a higher grain yield of quinoa with 3,671 t / ha and 3,305 t / ha for the variety of Bolivian royal and Salcedo INIA respectively.

Keywords: Humic acids, yield, quinoa.

INTRODUCCIÓN

La quinua es un grano nativo originario de América del Sur, de las áreas andinas de Perú y Bolivia. En 1996 fue catalogada por la FAO como uno de los cultivos promisorios de la humanidad, no solo por sus grandes propiedades benéficas y por sus múltiples usos, sino también por considerarla como una alternativa para solucionar los graves problemas de nutrición humana.

Su producción es importante para la seguridad alimentaria y la economía de las comunidades campesinas del Altiplano peruano-boliviano y los valles interandinos de Perú, Ecuador y Colombia (UNIDO, 2006).

Es quizá uno de los cultivos de mayor grado de adaptación a condiciones adversas debido a la gran cantidad de ecotipos y variedades existentes alrededor de los países andinos.

Por ello se dice que la quinua sería la alternativa frente a una demanda global por alimentos en condiciones de sequía o el cambio climático que se avecina en el planeta (Cornejo, 2007).

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es una planta de origen andino que se cultiva cada vez en más países y es considerada como uno de los alimentos de mayor valor nutricional de origen vegetal, por su alto contenido de proteínas y balance de aminoácidos.

En la zona de Tacna, los rendimientos de grano de quinua son relativamente bajos, los fertilizantes químicos que proveen nutrientes a las plantas elevan considerablemente los costos de producción, los agricultores en su mayoría desconocen alternativas tecnológicas que permitan obtener rendimientos aceptables sin utilizar intensivamente fertilizantes nitrogenados químicos sintéticos.

En relación al problema planteado el presente trabajo de investigación pretende evaluar el efecto de la aplicación de ácidos húmicos, en el rendimiento de grano de quinua, como alternativa a la forma de producción convencional en la costa regional y nacional del Perú.

1.2 Formulación y sistematización del problema

1.2.1 Problema general

Para el cultivo de quinua en Magollo Tacna ¿Cuál de los productos utilizados que contienen ácidos húmicos, incrementará el rendimiento de grano de quinua?

1.3 Delimitación de la investigación

- **Espacio geográfico:** El trabajo de investigación denominado “Efecto de la aplicación de cinco ácidos húmicos comerciales en dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Magollo Tacna 2015”, se realizó entre los meses de Marzo hasta Junio del 2015.

1.4 Justificación

El presente trabajo está orientado a obtener mayor rendimiento de grano de quinua, aplicando un producto que mejore la absorción de nutrientes por la planta.

Los ácidos húmicos son sustancias que tienen un efecto estimulante para el crecimiento de las plantas, además que ejercen sobre ellas una

serie de funciones físicas, químicas y biológicas que mejoras las condiciones de desarrollo de los cultivos.

Actualmente no se han desarrollado estudios que permitan determinar la importancia del empleo de los ácidos húmicos sobre el cultivo de la quinua y los efectos que estos generan directamente sobre la producción.

Tendrá un beneficio directo para los productores de quinua, ya que trazará una alternativa para el manejo de este tipo de cultivo en condiciones similares a las del lugar del ensayo.

1.5 Limitaciones

En el presente trabajo de investigación del cultivo de quinua existieron las siguientes limitaciones.

- Falta de información como antecedentes sobre la aplicación de ácidos húmicos en el cultivo de quinua; como artículos científicos, publicaciones, revistas, entre otros a nivel local y nacional.
- Variaciones del clima, presentándose altas y bajas temperaturas.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo general

Determinar el efecto de los ácidos húmicos en las características agronómicas del cultivo de quinua en Magollo Tacna.

2.1.2 Objetivos específicos

Determinar el ácido húmico que permita lograr mayor rendimiento de grano de quinua.

2.2 Hipótesis

2.2.1 Hipótesis general

Por lo menos una de las variedades de quinua con aplicación de ácidos húmicos logrará mayor rendimiento de grano de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)

2.2.2 Hipótesis específica

La aplicación de diferentes ácidos húmicos permite lograr mayor rendimiento de grano de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.).

2.3 Variables

Variables independientes

- Variedades de quinua
- Ácidos húmicos

Variables dependientes

- Altura de planta
- Longitud de panoja
- Diámetro de panoja
- Volumen de raíz
- Peso seco de planta
- Peso de granos por planta
- Rendimiento de grano
- Índice de cosecha
- Índice de desgrane
- Granulometría

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

3.1 El cultivo de quinua

3.1.1 Ubicación sistemática y características botánicas

a) Origen

Según investigaciones científicas el origen de la quinua se sitúa en las inmediaciones del lago Titicaca y desde allí el cultivo se expandió a todos los países andinos. Durante 7000 años, los pueblos indígenas han mantenido, controlado, protegido y preservado las diversas variedades de quinua en diferentes zonas ecológicas en bancos de germoplasma naturales (Mujica, 1997).

b) Taxonomía

Este cultivo fue descrito por primera vez por el científico alemán Luis Cristian Willdenow.

Reino: Vegetal

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Caryophyllidae

Orden: Caryophyllales

Familia: Amaranthaceae

Género: *Chenopodium*

Sección: Chenopodia

Subsección: Cellulata

Espécie: *Chenopodium quinoa* Willd.

c) Descripción botánica

La quinua es una planta herbácea anual, dicotiledónea de amplia dispersión geográfica, con características peculiares en su morfología, coloración y comportamiento en diferentes zonas agroecológicas donde se cultiva. Presenta enorme variación y plasticidad para adaptarse a diferentes condiciones ambientales y se cultiva desde el nivel del mar hasta 4 000 msnm; muy tolerante a factores climáticos adversos como sequía, heladas, salinidad de suelos entre otros que afectan al cultivo.

Su periodo vegetativo varía desde 90 hasta 240 días, crece con precipitaciones desde 200 a 280 ml anuales, se adapta a suelos ácidos de pH 4,5, hasta alcalinos con pH de 9,0. Asimismo prospera en suelos arenosos hasta los arcillosos (Mujica, 1989).

Raíz: El tipo de raíz varía de acuerdo a las fases fenológicas. Empieza con raíz pivotante terminando en raíz ramificada 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. Estas características posiblemente le confieren tolerancia a la sequía y buena estabilidad a la planta.

Tallo: Es de sección circular cerca de la raíz, transformándose en angular a la altura donde nacen las ramas y hojas. La corteza del tallo esta endurecida, mientras la médula es suave cuando las plantas son tiernas, y secan con textura esponjosa cuando maduran (Mujica, 1989).

Hojas: Las hojas son simples, enteras, glabras, pecioladas, sin estipulas, pinnatinervadas, presentan oxalatos de calcio o vesículas granuladas en el envés a veces en el haz; las cuales evitan la transpiración excesiva en caso de que se presentaran sequías. En la quinua, podemos notar que la hoja está formada por una lámina

y un pecíolo, los pecíolos son largos acanalados y finos, las hojas son polimorfos, las hojas inferiores son de forma romboidal o de forma triangular y las hojas superiores que se ubican cerca de las panojas son lanceoladas (Mujica, 1989).

Inflorescencia: Presenta inflorescencia 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 porque pueden ser axilares y terminales.

De acuerdo a la forma de panoja; se le considera amarantiforme, cuando sus glomérulos están insertados en el eje secundario y glomérulada, 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 (Mujica, 1989).

Flores: Las flores son pequeñas, con tamaño máximo de 3 mm, incompletas, sésiles y desprovistas de pétalos, pueden ser hermafroditas, pistiladas (femeninas) y androestériles.

Fruto: El fruto es aquenio, el que se encuentra cubierto por el perigonio, que cuando se encuentra en estado maduro es de forma

estrellada por los cinco tépalos que tiene la flor. El perigonio cubre solo una semilla y se desprende con facilidad al frotarlo; el color del grano está dado por el perigonio y se asocia directamente con el color de la planta, el pericarpio del fruto se encuentra pegado a la semilla y es donde se encuentra la saponina que es un glucósido de sabor amargo, se ubica en la primera membrana.

Semilla: La semilla Constituye el fruto maduro sin el perigonio, es de forma lenticular, elipsoidal, cónicao esferoidal, presentando tres partes bien definidas que son:

Episperma: 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.

- Embrión: Está formado por dos cotiledones y la radícula; constituye el 30% del volumen total de la semilla, el cual envuelve al perisperma como un anillo con una curvatura de 320°, es de color amarillo, mide 3,54 mm de longitud y 0,36 mm de ancho.
- Perisperma: Es el principal tejido de almacenamiento y está constituido principalmente por granos de almidón, es de color blanquecino y representa prácticamente el 60% de la

superficie de la semilla. El tamaño de la semilla (grano) se considera grande cuando el diámetro es mayor a 2mm y mediano de diámetro 1,8 a 1,9 mm (León, 2003).

3.1.2 Aspectos fisiológicos del cultivo

a) Requerimientos climáticos

La quinua es un cultivo con diferentes requerimientos de humedad y temperatura. Estos dependen según el grupo de quinuas al que pertenece. Por ser una planta con gran adaptabilidad y tener amplia variabilidad genética, la quinua se adapta a diferentes climas, desde el desértico y el caluroso en la costa, hasta el frío y el seco. Estos requerimientos se presentan en la tabla 1, basado en trabajos de investigación, efectuados en Perú y Bolivia.

Tabla 1. Requerimiento de humedad y temperatura, según los grupos agroecológicos de quinua (Tapia, 2000).

Grupo agroecológico	Precipitación (mm)	Temperatura mínima (°C)
Valle	700 – 1500	3
Altiplano	400 – 800	0
Salares	250 – 400	-1
Nivel del mar	800 – 1 500	5
Yungas	1 000 – 2 000	7

Fuente: Elaboración propia

b) Altitud

La quinua prospera desde el nivel del mar hasta los 4 000 m. s. n. m. En el primero se produce el periodo vegetativo corto con rendimientos altos (4 000 kg/ha) y en el segundo, se efectúa el periodo vegetativo largo (Mujica, 1997).

c) Agua

La disponibilidad de humedad en el suelo es un factor determinante en la primera etapa del cultivo, desde que emerge hasta las primeras cuatro hojas. El requerimiento mínimo de precipitación para la germinación es de 30 mm a 45 mm, de 2 a 5 días. Puede soportar veranillos por la presencia de papilas higroscópicas en las hojas. Su sistema radicular está desarrollado para resistir esas condiciones de sequía. La cantidad óptima de agua es de 300 a 500 mm de precipitación por campaña. En la fase de maduración y cosecha requiere condiciones de sequía o estrés hídrico.

d) pH

La planta puede prosperar en suelos alcalinos hasta con pH 9, así como en suelos ácidos de hasta 4,5 de pH, esto dependerá de la variedad de quinua. El pH óptimo varía de 6,5 a 8,5.

3.1.3 Crecimiento y desarrollo de la planta

Fases fenológicas

La duración de las fases fenológicas depende mucho de los factores medio ambientales que se presenta en cada campaña agrícola (Mujica, 1989).

a) Emergencia

Es cuando la plántula emerge del suelo y extiende las hojas cotiledonales, esto depende de la humedad del suelo.

b) Dos hojas verdaderas

Es cuando dos hojas verdaderas, extendidas que ya poseen forma lanceolada y se encuentra en la yema apical el siguiente par de hojas, ocurre a los 10 a 15 días después de la siembra y muestra un crecimiento rápido en las raíces.

c) Cuatro hojas verdaderas

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

d) Seis hojas verdaderas

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

e) Ramificación

Se observa ocho hojas verdaderas extendidas con presencia de hojas axilares hasta el tercer nudo, las hojas cotiledonales se caen y dejan cicatrices en el tallo, también se nota presencia de inflorescencia protegida por las hojas sin dejar al descubierto la panoja, ocurre aproximadamente a los 45 a 50 días de la siembra.

f) 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.

g) Panojamiento

La inflorescencia sobresale con claridad por encima de las hojas, notándose los glomérulos que la conforman; así mismo, se puede observar en los glomérulos de la base los botones florales individualizados, puede ocurrir aproximadamente a los 65 a los 75 días después de la siembra.

h) 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.

i) 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 a 80 días después de la siembra.

j) 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.

k) 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.

l) 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.

3.1.4 Labores culturales

Deshierbo

Se realiza para evitar la competencia entre cultivo y maleza, fundamentalmente por agua, luz, nutrientes y suelo (espacio); así mismas las malezas son más vivaces, soportan mejor las condiciones adversas y son hospederas de plagas, el número de deshierbes depende de la población de malezas que tenga el cultivo (Mujica, 2000).

Raleo

Es el entresaque de las plántulas, se realiza cuando se tiene alta densidad de plantas por metro lineal o área de cultivo, en esta labor se descartan las plantas: más pequeñas, raquíticas, débiles y enfermas.

Se realiza aproximadamente a los 30 a 45 días después de la emergencia, antes de que las plantas alcancen una altura de 20 cm. Se debe dejar de 10 a 12 plantas por metro lineal. Esta labor se realiza conjuntamente con el deshierbo (Mujica, 1999).

Aporque

Esta labor se recomienda realizar al inicio del panojamiento y después del deshierbo, la fertilización complementaria se realiza para evitar el tumbado de plantas, y airear las raíces de la planta (Mujica,1999).

3.2 Cosecha

3.2.1 Procesos de cosecha

Se realiza cuando los cultivares lleguen a la madurez fisiológica la cual depende de la variedad y se reconocen porque las hojas inferiores se ponen amarillentas y el grano al ser presionado por las uñas presenta resistencia (Mujica, 1997).

La cosecha tiene 5 fases.

Siega o corte

Se utiliza hoces o segadoras, se efectúa cuando los granos presentan madurez fisiológica, esto para evitar desgrane y en las primeras horas de la mañana.

Formación de arcos

Se hace con la finalidad de evitar que se malogre la cosecha, se coloca todas las panojas en un mismo sentido y formando grandes montones con la finalidad de que las plantas pierdan humedad lo suficiente como para ser trillado.

Golpeo o Garroteo

Se extiende unas mantas y encima se coloca las panojas en sentido opuesto y los manojos uno sobre otro para luego golpearlo de tal manera el grano se desprende.

Aventado o Limpieza

Con el aventado se eliminan las impurezas, se realiza en horas de la tarde para aprovechar la corriente del aire.

Secado de grano o Almacenamiento

Es conveniente secar los granos mediante la radiación solar hasta obtener la madurez comercial. El almacenamiento se hace en lugares secos, ventilados y de preferencia en envases de yute.

3.3 Ácidos húmicos

3.3.1 Definición de los ácidos húmicos

Las sustancias húmicas constituyen el complejo de compuestos orgánicos de color marrón, pardo y amarilla, que se extrae del suelo por soluciones de álcalis, sales neutras y disolventes orgánicos (Kanonova, 1966).

3.3.2 Origen

El primer estudio exhaustivo sobre el origen, la química y la naturaleza de las sustancias húmicas se llevó a cabo por Sprengel en el año 1837.

El término humus, se utilizó en la antigüedad para hacer referencia a la totalidad del suelo. Posteriormente se ha empleado como sinónimo de materia orgánica, mientras que en la actualidad, y como ya se ha mencionado, hace referencia a una fracción de dicha materia orgánica que engloba a un grupo de sustancias difícilmente clasificables, de color oscuro, muy resistentes al ataque microbiano, de alto peso molecular, de naturaleza coloidal y propiedades ácidas (Stevenson, 1994).

3.3.3 Composición

Las sustancias húmicas contienen una variedad de grupos funcionales incluyendo COOH, OH fenólicos, OH enólicos, OH alcohólicos, quinonas, hidroxiquinonas, lactosas, entre otros (Stevenson, 1994).

Están constituidas por las siguientes fracciones básicas: ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, ácidos hematomelánicos y humina.

En investigaciones se señala que varios grupos funcionales incluyendo COOH, fenológicos, quinonas, hidroxiquinonas, lactona, éter y alcoholes, han sido reportados como parte de las sustancias húmicas. Los elementos en mayor proporción en los ácidos húmicos son el carbono (C) y el oxígeno (O). El contenido de carbono en los ácidos húmicos, está alrededor de 54 a 59 % mientras que la concentración de oxígeno varía entre 33 a 38% (Stevenson, 1994).

Los ácidos húmicos son sustancias polimeras coloidales, compuestas por unidades estructurales (polímeros), las cuales están constituidas de unidades monoestructurales (monómeros), que a su vez están formados por unidades micro estructurales, cada una de las cuales contiene núcleo, cadena puente y grupo reactivo (grupo carboxílico y alcohol) (Kononova, 1966).

Las unidades estructurales de las moléculas de los ácidos húmicos fundamentales son compuestos aromáticos de tipo fenólico y nitrogenados, tanto cíclicos (indol, pirimida, purinas y otros), como aminoácidos alifáticos. Los compuestos aromáticos de tipo fenólico constituyen la rejilla de carbono de la molécula de ácido húmico, la presencia de puentes, que unen el sistema de anillos, proporcionan a la rejilla una estructura porosa y esponjosa, este puente puede ser de oxígeno, carbono o nitrógeno. Los ácidos húmicos constituyen la fracción de las sustancias húmicas que precipitan en sustancias acuosas, cuando el pH es menos que 2 (Stevenson, 1994).

En los procesos del suelo tiene un valor considerable el hecho de que las moléculas de ácidos húmicos no son compactas, sino que al poseer una estructura esponjosa, con multitud de poros internos, lo que determina de forma significativa, la capacidad de retención del agua y las propiedades de absorción de los ácidos húmicos.

En estado natural, los ácidos húmicos están íntimamente ligados a las arcillas (Stevenson, 1994).

3.3.4 Efectos de los ácidos húmicos

Las sustancias húmicas tiene profundos efectos físicos, químicos y biológicos sobre el suelo especialmente sobre aquellos que presentan

malas condiciones físicas que dificultan la producción de cultivos y pueden tener un efecto estimulante para el crecimiento de las plantas además influyen en la movilidad de compuestos orgánicos no iónicos como pesticidas y contaminantes removiéndolos de las soluciones acuosas, retienen los nutrientes por sus propiedades de intercambio catiónico y son fuente de N,P, y S para las plantas (Stevenson,1994).

Son una reserva y a la vez fuente de N, P, S y micronutrientes para las plantas, proporcionan energía a los microorganismos, liberan CO₂, forman y mantienen la estructura del suelo, reducen los efectos de compactación y costras superficiales, reducen la erosión, mejoran la percolación y retención de agua del suelo, amortiguan cambios de pH y salinidad en el suelo, retienen los nutrimentos por sus propiedades de intercambio catiónico, incrementan la temperatura del suelo por optimizar los regímenes hídrico, eólico y térmico; incrementan la disponibilidad de algunos nutrimentos que de otro modo formarían compuestos escasamente solubles, incrementan el almacén de nutrimentos, protegen al ambiente de la acción de metales tóxicos y algunos pesticidas (Stevenson, 1994).

3.3.5 Principales propiedades de los Ácidos Húmicos

Los ácidos húmicos y fúlvicos procedentes de Leonardita ejercen sobre el suelo y las plantas una serie de funciones físicas, químicas y biológicas que mejoran las condiciones de desarrollo de los cultivos, resumiendo como más importantes la acción coloidal sobre las arcillas, el aumento de la capacidad del intercambio catiónico y la acción quelatante de macro y microelementos y la estimulación de la microfauna y microflora del suelo (SEPHU, 2014).

Como consecuencia, las Leonarditas, ácidos húmicos y ácidos fúlvicos, son sin duda alguna el corrector de suelos más importante de los conocidos, ya que proceden de enormes concentraciones de Materia orgánica fósil humificada de forma natural durante millones de años, pudiendo ser empleados en agricultura convencional y ecológica (SEPHU, 2014).

Propiedades físicas

- Su acción coloidal sobre las arcillas forma los complejos arcillo húmicos, base de la fertilidad de un suelo.
- Disgrega las arcillas en los suelos compactos.
- Aumenta la capacidad de retención de agua.

- Aumenta la penetrabilidad del suelo.
- Reduce la evaporación.
- Transporta nutrientes a la raíz.

Propiedades químicas

- Los ácidos húmicos son el agente quelatante universal de todos los macro y micro elementos.
- Son los responsables del intercambio catiónico de todos los elementos nutrientes de la planta.
- Reducen la salinidad del Sodio (Na) y de todas las sales minerales que forman los fertilizantes químicos.
- Potencian la acción de los productos agroquímicos por quelatación de sus moléculas orgánicas.
- Inmovilizan elementos tóxicos como el Aluminio y el Estaño.
- Ayudan a la asimilación de fertilizantes químicos.

Propiedades biológicas

- Estimulan la microflora y microfauna del suelo.
- Favorecen la capacidad germinativa de las semillas.
- Estimulan el desarrollo radicular y su capacidad explorativa.

- Ayudan a la síntesis de los ácidos nucleicos y a la constitución de núcleos celulares y de los cloroplastos.
- Tienen acción antitóxica y desestresante.
- Tienen acción estructural y energética al intervenir en la constitución de los tejidos y en la síntesis de los monosacáridos (SEPHU, 2014).

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación fue experimental.

Se realizó en la parcela 6 ubicado en Asociación Palmeras II Pozo 1 Mz. C–Magollo, en el distrito Tacna, provincia Tacna y región Tacna, cuya ubicación geográfica fue: Latitud: 18°8'06.28"S; Longitud: 70°20'15.90"O y Altitud: 235 m.s.n.m.

4.1.1 Características climáticas

Los datos fueron obtenidos de la estación meteorológica Jorge Basadre Grohmann. Se consideró el período comprendido entre febrero a julio del año 2015, lo que se presenta en la tabla 2.

Tabla 2. Temperaturas registradas en el campo experimental.

Meses	Temperatura (°C)			Humedad Relativa (%)
	Max	Min	Med	
Febrero	28,6	18,8	23,4	70,5
Marzo	28,7	18,5	23,2	71,4
Abril	25,9	16,6	20,8	76,5
Mayo	22,7	15,0	18,2	81,9
Junio	21,0	12,7	16,2	82,4
Julio	19,7	11,4	14,7	83,6

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e hidrología (SENAMHI) estación MAP-Jorge Basadre Grohmann – Tacna 2015.

La temperatura media adecuada para la quinua esta alrededor de 15 – 20 °C.

Según la tabla 2, se observa que los datos meteorológicos registrados durante el periodo de ejecución del experimento, cuando se realizó la siembra, la temperatura media fue de 23, 2 °C, en el mes de abril fue la etapa de crecimiento y desarrollo, se tuvo 20, 8 °C a medida que pasaron los meses la disminución de la temperatura fue adecuada ya que en floración se tuvo 18,2 °C y para la época de llenado de grano fue de 16, 2 °C, lo que se observa en la Figura 1.

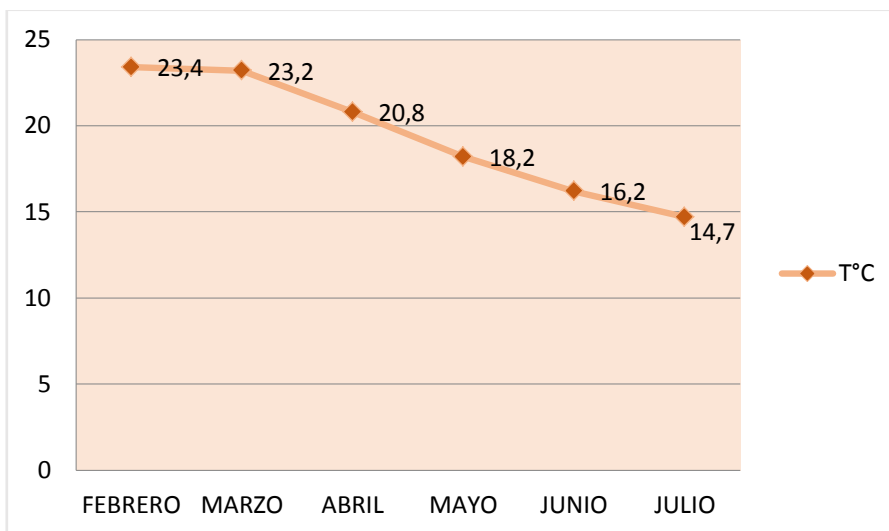


Figura 1. Promedio mensual de Temperatura, año 2015. Estación MAP-Jorge Basadre Grohmann.

Fuente: elaboración propia

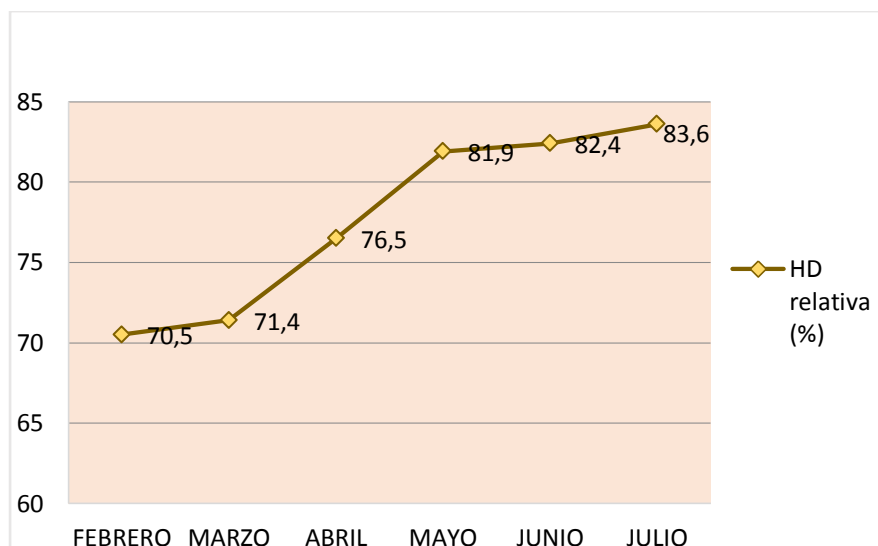


Figura 2. Promedio mensual de Humedad relativa, año 2015. Estación MAP-Jorge Basadre Grohmann.

Fuente: elaboración propia

4.1.2 Características del Suelo

El análisis Físico-químico del suelo se realizó en el Laboratorio de suelo y Aguas del instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) Estación Experimental Illpa-Puno, cuyo resultado se observa en la tabla 3.

Tabla 3. Análisis físico-químico del suelo experimental.

CaCO ₃ %	M.O. %	N ppm	P ppm	K ppm	Análisis mecánico			Clase textural
					Arena %	Limo %	arcilla %	
0,39	1,03	0,06	3,60	301,77	79	16	5	AF

pH (1:1)	C.E. (1:1)	CIC	Cambiables					Suma de Cationes
			Al	Ca	Mg	Na	K	
8,14	2,08	21,75	0,00	11,20	5,30	2,62	1,63	20,75

Fuente: Laboratorio de Análisis químico de suelos de la UNA – Puno 2015.

El suelo experimental presentó una clase textural de Arena franca, conductividad eléctrica de 2,08 mmhos/cm, siendo ligeramente salino.

El cultivo de quinua puede crecer en un amplio rango de suelos, pero prefiere ligeros y fértiles, el análisis de suelo muestra que contiene 1,3 % de materia orgánica lo que indica un nivel bajo.

El pH del suelo del experimento fue de 8,14 lo cual esta dentro del rango normal para el desarrollo del cultivo de quinua.

El 0,06 de nitrógeno total indica que el suelo tiene un contenido bajo de este elemento, el contenido de fósforo disponible fue de 3,60 ppm, el cual es considerado como un nivel bajo, con respecto al contenido de potasio fue de 301,77 ppm siendo este contenido muy alto por lo cual no se realizó fertilización química con este elemento.

Historia del campo experimental

No se efectuaron anteriores siembras.

Materiales

Se utilizó semillas de dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), Real Boliviana y Salcedo INIA con la aplicación de cinco ácidos húmicos comerciales (HUMIFARM PLUS, HUMIC ACID, HUMIFULV 26, FULL HUMIC y BIO EXTRA HUMICO) con la incorporación de abono de fondo (gallinaza) y un testigo con abono de fondo sin ácidos húmicos.

Características de la variedad Real Boliviana

De procedencia del altiplano boliviano (Bonifacio, 2012).

Características morfológicas

- Altura de planta : 95 cm
- Habito de crecimiento: Ramificado
- Color a la floración: Verde
- Color a la madurez fisiológica: Marfil
- Tipo de panoja: Amarantiforme
- Panoja longitud: 27,00 cm
- Panoja diámetro: 4,8 cm
- Densidad de panoja: Compacta
- Color de grano: Blanco
- Tamaño de grano: Grande
- Forma del grano: Cilíndrico
- Color de perigonio a la madurez fisiológica: Marfil
- Rendimientos ensayo experimental: 1200 kg/ha
- Parcela de agricultor: 650 - 800 kg/ha

Características de la variedad Salcedo INIA

La quinua Salcedo INIA se obtuvo por selección surco - panoja a partir de la introducción de material genético de la cruce de las variedades Real Boliviana por Samaja realizada en Patacamaya. Material genético introducido a través del programa nacional de cultivos andinos en el año 1989. Inicialmente se procedió a seleccionar plantas adecuadas para las condiciones agroecológicas de las áreas dedicadas al cultivo de quinua en el departamento de Puno; en las pruebas de rendimiento, estabilidad fenotípica, comprobación y producción de semilla básica de 1989 a 1995.

Características morfológicas

- Tipo de crecimiento : Herbáceo
- Porte de la planta : Erecto
- Altura de la planta: 1,40 – 1,60 m
- Color de axilas : Sin pigmentación
- Presencia de estrías : Ausente
- Color de tallo : Verde
- Intensidad de color : Claro
- Inflorescencia : Panoja
- Forma de la panoja : Glomerulada
- Longitud de la panoja : Hasta 60 cm

- Densidad de la panoja : Intermedia
- Color de grano : Blanco
- Tamaño de grano : Grande (1,5-2,2 mm)
- Sabor de grano: Dulce, bajo contenido de saponina.

Características agronómicas

- Periodo vegetativo: Sierra Sur de Perú: 140 días, Sierra y Costa Norte de Perú: 120 días (Juvenal, 2003).
- Tendencia a ramificación: No, sólo bajo inducción.

Factores en estudio

Para el presente trabajo de investigación se utilizó dos factores de estudio; variedades de quinua y ácidos húmicos.

Factor A: Variedades de quinua

v₁: Real Boliviana

v₂: Salcedo INIA

Factor B: Ácidos húmicos

a₀: TESTIGO

a₁: HUMIFARM PLUS

a₂: HUMIC ACID

a₃: HUMIFUL 26

a₄: FULL HUMIC

a₅: BIO EXTRA HUMICO

Tabla 4. Relación de productos húmicos comerciales y forma de aplicación.

NOMBRE COMERCIAL	FIRMA COMERCIAL	DOSIS	APLICACIÓN			
			15 DDE*	30 DDE	45 DDE	60 DDE
HUMIFARM PLUS	FARMAGRO S.A.	40 L/ha	Al suelo	Al suelo	Al suelo	Al suelo
HUMIC ACID	CONAGRA S.A.C.	6 L/ha	Al suelo	Al suelo	Al suelo	Al suelo
HUMIFULV 26	LABORATORIO BIO NUTRICIONAL S.A.C.	5 L/ha	Al suelo	Al suelo	Al suelo	Al suelo
FULL HUMIC	AGROJOSCH	40 L/ha	Al suelo	Al suelo	Al suelo	Al suelo
BIO EXTRA HUMICO	TECNOAGRO MHERIDA	6L/ha	Al suelo	Al suelo	Al suelo	Al suelo

*DDE: Días después de la emergencia.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Tratamientos con Ácidos húmicos.

FACTOR A (Variedades)		FACTOR B (Ácidos húmicos)		TRATAMIENTOS	
(CÓDIGO)	PARCELAS	(CÓDIGO)	SUBPARCELAS		
V ₁	Real boliviana	a ₀	TESTIGO	V ₁ a ₀	t ₁
	Real boliviana	a ₁	HUMIFARM PLUS	V ₁ a ₁	t ₂
	Real boliviana	a ₂	HUMIC ACID	V ₁ a ₂	t ₃
	Real boliviana	a ₃	HUMIFULV 26	V ₁ a ₃	t ₄
	Real boliviana	a ₄	FULL HUMIC	V ₁ a ₄	t ₅
	Real boliviana	a ₅	BIO EXTRA HUMICO	V ₁ a ₅	t ₆
V ₂	Salcedo INIA	a ₀	TESTIGO	V ₂ a ₀	t ₇
	Salcedo INIA	a ₁	HUMIFARM PLUS	V ₂ a ₁	t ₈
	Salcedo INIA	a ₂	HUMIC ACID	V ₂ a ₂	t ₉
	Salcedo INIA	a ₃	HUMIFULV 26	V ₂ a ₃	t ₁₀
	Salcedo INIA	a ₄	FULL HUMIC	V ₂ a ₄	t ₁₁
	Salcedo INIA	a ₅	BIO EXTRA HUMICO	V ₂ a ₅	t ₁₂

Fuente: Elaboración propia

4.2 Variables de Respuesta

a) Altura de planta (cm)

La medida para altura de plantas se realizó antes de ser cosechadas, se efectuó la medición desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la panoja central.

b) Longitud de panoja (cm)

Se realizó la medición en la madurez fisiológica, desde el nudo ciliar hasta la parte apical de la panoja central.

c) Diámetro de panoja (cm)

Se midió de lateral a lateral de la panoja principal, se realizó en las 10 plantas marcadas, al momento de la cosecha.

d) Volumen de raíz (cm³)

Después de la cosecha se sacó cuidadosamente las raíces, y para determinar el volumen de estas se introdujeron en un recipiente graduado de 1 lt y por desplazamiento del agua se obtuvo el volumen de raíces.

e) Peso seco de planta (g)

Las plantas evaluadas se pesaron después de haberlas sometido a secado bajo el sol.

f) Peso de granos por planta (g)

Las panojas se cosecharon uno por uno y los granos se pesaron en una balanza de precisión.

g) Rendimiento (t/ha)

Se cosechó la parcela útil en forma manual, pesándose por separado el grano limpio, después de ser trillado y venteado. Se expresó en Toneladas por hectárea.

h) Índice de cosecha (%)

Se prosiguió a calcular después de la cosecha, con la siguiente relación:

$$I.C = \frac{\text{Peso seco de grano} \times 100}{\text{Peso seco de planta}}$$

i) Índice de desgrane (%)

Se prosiguió a calcular después de la cosecha, con la siguiente relación:

$$I.D = \frac{\text{Peso seco de grano} \times 100}{\text{Peso de panoja}}$$

j) Granulometría (%)

Este procedimiento se realizó con la ayuda de tres tamices (1,0 mm; 1,8 mm y 2 mm). De 500 g de grano de quinua por cada tratamiento se obtuvo las proporciones en porcentaje de peso.

4.3 Diseño experimental

El experimento fue llevado en diseño de bloques completos aleatorios con 4 repeticiones en un arreglo de Parcelas divididas con un total de 8 parcelas principales y 48 sub parcelas. La distribución de los niveles de factores se realizó aleatorizando los del primer factor en parcelas y los niveles del segundo en sub parcelas y resultó lo que muestra la Figura 3.

BLOQUE I		BLOQUE II	
PARCELA v_1	PARCELA v_2	PARCELA v_1	PARCELA v_2
a ₅	a ₁	a ₁	a ₄
a ₂	a ₃	a ₅	a ₂
a ₀	a ₄	a ₄	a ₀
a ₁	a ₅	a ₂	a ₁
a ₃	a ₀	a ₀	a ₃
a ₄	a ₂	a ₃	a ₅
BLOQUE III		BLOQUE IV	
PARCELA v_2	PARCELA v_1	PARCELA v_2	PARCELA v_1
a ₂	a ₀	a ₄	a ₃
a ₃	a ₄	a ₅	a ₂
a ₅	a ₁	a ₁	a ₀
a ₀	a ₃	a ₃	a ₁
a ₄	a ₅	a ₂	a ₄
a ₁	a ₂	a ₀	a ₅

Figura3. Distribución de parcelas y sub parcelas para la aplicación de ácidos húmicos en dos variedades de quinua.

Fuente: Elaboración propia

Características del campo experimental

- Parcelas 8
- Sub parcelas 48
- Repeticiones 4

Campo experimental

- Largo : 50 m
- Ancho : 9,6 m
- Área total : 480 m²
- Separación entre unidad experimental : 0,8 m

Características de la unidad experimental

a. Parcela experimental

- Largo : 24 m
- Ancho : 2,4 m

b. Subparcela experimental

- Largo : 4 m
- Ancho : 2,4 m
- Área Total : 9,6 m²
- Plantas por metro lineal: 20
- Distanciamiento entre plantas : Chorro continuo.

4.4 Análisis de datos

Para el análisis estadístico se utilizó la técnica del análisis de varianza; utilizando la prueba de F de 0,05 y 0,01 de probabilidad, asimismo para la comparación de medias se utilizó la prueba de Duncan al 95 por ciento de intervalo de confianza.

4.5 Conducción del experimento

a) Preparación de terreno

Una vez arado el terreno para obtener el mullido necesario, se realizaron los surcos, seguido de la aplicación del estiércol (gallinaza) en el fondo del surco a razón de 6 t/ha luego se procedió a tapar los surcos con ayuda de un saco que contenía arena, el cual fue tapando y nivelando el terreno para el tendido de las cintas de riego.

b) Preparación e instalación de los tratamientos

La instalación de cintas de riego, se realizó a un distanciamiento de 0,80 cm entre líneas, esta labor tuvo una duración de un día, después se procedió al riego de enseño. El marcado del campo se realizó según la planificación del diseño experimental.

Posteriormente se colocaron los letreros para la diferenciación y límite de los tratamientos.

c) Siembra

El 15 de marzo del año 2015 se realizó la siembra en forma manual a chorro continuo. Las semillas se depositaron a 1 cm de profundidad con tapado superficial para facilitar la germinación, estando la humedad del suelo cercana a la capacidad de campo. No se realizó resiembra.

La cantidad de semilla requerida fue de 200 g por cada variedad. Se utilizó aproximadamente 50 g de semilla por parcela experimental lo que nos da un aproximado de 7 kg/ha.

d) Fertilización

La fertilización se realizó, considerando el análisis de suelo; el nivel utilizado fue de 120 – 80 – 00 de N, P₂O₅ Y K₂O. El fósforo y el nitrógeno se aplicaron en forma fraccionada mediante sistema de riego por goteo. La urea 46 % N, se empleó como fuente nitrogenada y como fuente de fósforo se usó fosfato mono amónico.

e) Riego

Los riegos fueron por sistema de goteo y se realizó de acuerdo al crecimiento del cultivo. Durante las primeras semanas los riegos tuvieron un intervalo de dos días con una duración de 1 hora, lo que permitió mantener la humedad del suelo próximo a la capacidad de campo.

f) Aplicación de los ácidos húmicos

Se realizó cinco aplicaciones de ácidos húmicos directamente al suelo y después del riego, con ayuda de una regadera. Las aplicaciones iniciaron después del raleo y culminó en la época de floración. Las dosis aplicadas en el experimento fueron las recomendadas por cada producto y en las fechas que se indican a continuación:

- A los 20 días de la siembra (Sábado - 04/03/2015).
- A los 30 días de la siembra (Martes – 14/04/2015).
- A los 40 días de la siembra (Viernes – 24/04/2015).
- A los 48 días de la siembra (Sábado – 02/05/2015).
- A los 55 días de la siembra (Sábado – 09/05/2015).

1ra. Aplicación: en inicio de ramificación.

2da. Aplicación: en inicio de panojamiento.

3ra. Aplicación: en inicio de floración.

4ta. Aplicación: en floración.

5ta. Aplicación: en grano lechoso.

g) Raleo

Se realizó entre los 15 a 25 días después de la siembra para eliminar las plantas débiles y pequeñas, con ello también se controló la densidad dejando 20 plantas por metro lineal.

h) Plagas y enfermedades

Se realizó la constante observación del ataque de plagas, se observó la incidencia de gusano de tierra (*Prodenias pp.*), y mosca minadora (*Lyriomiza huidobrensis*).

Respecto a enfermedades, se observó mildiu (*Peronospora farinosa*). Se utilizó el control químico en ambos casos.

i) Cosecha

La cosecha se realizó el 21 de junio del 2015, en forma manual. Para la toma de datos, las plantas marcadas fueron extraídas con todas las raíces para la evaluación de volumen de raíz. Después se procedió a exponer las plantas al sol para el secado.

La trilla se realizó en forma manual, finalmente se realizó el venteo para la obtención de grano limpio, el cual fue pasado para determinar los rendimientos.

4.6 Instrumentos de medición

Se utilizaron los siguientes instrumentos de medición:

- Balanza analítica
- Calculadora
- Wincha métrica
- Tamices
- Probeta graduada

CAPÍTULO V

TRATAMIENTOS DE LOS RESULTADOS

5.1 Resultados y discusión

5.1.1 Altura de planta (cm)

Tabla 6. Análisis de varianza para altura de planta (cm) de dos variedades de quinua.

F de V	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	Sign.
Bloques	3	81,1290	27,0430	0,53040	N.S.
Factor A	1	2 515,7552	2 515,7552	49,34231	**
Error exp. (a)	3	152,9573	50,9858		
Total parcela	7	2 749,8415	392,8345		
Factor B	5	322,5069	64,5014	3,46747	*
AB	5	4,5485	0,9097	0,04890	N.S.
Error exp. (b)	30	558,0562	18,6019		
Total	47	3634,9531			

C.V. (a)= 10,01% C.V. (b)= 6,05%

Fuente: Elaboración propia

En el análisis de variancia de la altura de planta (tabla 6), se observa que para bloques no se encontraron diferencias estadísticas significativas. Para el factor A (variedades) el análisis muestra que fueron estadísticamente diferentes. En cuanto al factor B (ácidos húmicos), se encontró diferencias estadísticas entre los niveles; esto significa que las

aplicaciones de ácidos húmicos influyeron sobre la altura de las plantas. Con respecto al efecto de la interacción variedades por ácidos húmicos, no se encontró diferencias significativas.

Tabla 7. Prueba de significación de Duncan de altura planta (cm) en dos variedades de quinua.

O.M.	Variedades	Promedio (cm)	Significación 0,05
1	Salcedo INIA	78,56	a
2	Real Boliviana	64,08	b

Fuente: Elaboración propia

Al realizar las comparaciones de medias, la variedad Salcedo INIA ocupó el primer lugar con una altura promedio de 78,56 cm, y la variedad Real Boliviana en segundo lugar con un promedio de 64,08 cm (tabla 7).

Tabla 8. Prueba de significación de Duncan de altura planta (cm) con aplicación de ácidos húmicos.

O.M.	Ácido húmico	Promedio (cm)	Significación 0,05
1	HUMIC ACID	75,26	a
2	HUMIFARM PLUS	72,62	a
3	HUMIFULV 26	71,61	a b
4	BIO EXTRA HUMICO	71,18	a b
5	FULL HUMIC	70,65	a b
6	TESTIGO	66,57	b

Fuente: Elaboración propia

La tabla 8, muestra la prueba de comparación de medias de Duncan para altura de planta de quinua con aplicación de ácidos húmicos, se evidenció los siguientes resultados: Los mejores tratamientos con ácidos húmicos fueron HUMIC ACID Y HUMIFARM PLUS; Ocupando el primer lugar HUMIC ACID con una altura promedio de 75,26 cm y el último lugar el TESTIGO con una altura de 66,57 cm. Los demás ácidos húmicos (HUMIFULV 26, BIO EXTRA HÚMICO, FULL HUMIC) no mostraron diferencias estadísticas con el TESTIGO.

5.1.2 Longitud de panoja (cm)

Tabla 9. Análisis de varianza de longitud de panoja (cm) de dos variedades de quinua

F de V	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	Sign.
Bloques	3	103,55396	34,51799	6,477942	N.S.
Factor A	1	50,22521	50,22521	9,425695	N.S.
Error exp. (a)	3	15,98562	5,32854		
Total parcela	7	169,76479	24,25211		
Factor B	5	76,78354	15,35671	3,564753	*
AB	5	9,65354	1,93071	0,448175	N.S.
Error exp. (b)	30	129,23792	4,30793		
Total	47	385,43979			

C.V. (a)= 9,49% C.V. (b)= 8,54%

Fuente: Elaboración propia

En el análisis de variancia para longitud de panoja (tabla 9) se observa que para bloques y el factor A (variedades) no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

El factor B (ácidos húmicos), mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos; esto significa que las aplicaciones de ácidos húmicos influyeron sobre la longitud de panoja. Con respecto al efecto de la interacción variedades por ácidos húmicos, no se encontró diferencias significativas.

La tabla 10, muestra la prueba de comparación de medias de Duncan para la longitud de panoja con aplicación de ácidos húmicos, se evidenció los siguientes resultados: los ácidos húmicos HUMIC ACID; HUMIFULV 26; HUMIFARM PLUS; FULL HUMIC y BIO EXTRA HÚMICO, con promedios de 26,13; 24,66; 24,53; 24,45; 24,29 respectivamente, fueron similares estadísticamente y superiores al TESTIGO el cual tuvo un promedio de 21,84.

Tabla 10. Prueba de significación de Duncan para longitud de panoja (cm) con aplicación de ácidos húmicos

O.M.	Ácido húmico	Promedio (cm)	Significación 0,05
1	HUMIC ACID	26,13	a
2	HUMIFULV 26	24,66	a
3	HUMIFARM PLUS	24,53	a
4	FULL HUMIC	24,45	a
5	BIO EXTRA HUMICO	24,29	a
6	TESTIGO	21,84	b

Fuente: Elaboración propia

5.1.3 Diámetro de panoja (cm)

Tabla 11. Análisis de varianza de diámetro de panoja (cm) de dos variedades de quinua.

F de V	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	Sign.
Bloques	3	0,0133	0,0044	0,0447	N.S.
Factor A	1	2,1519	2,1519	21,6557	*
Error exp. (a)	3	0,2981	0,0994		
Total parcela	7	2,4634	0,3519		
Factor B	5	6,1103	1,2221	18,8228	**
AB	5	0,1106	0,0221	0,3406	N.S.
Error exp. (b)	30	1,9477	0,0649		
Total	47	10,6320			

C.V. (a)= 5,70% C.V. (b)= 4,61%

Fuente: Elaboración propia

En el análisis de variancia de diámetro de panoja (tabla 11) se observa que para bloques no se encontraron diferencias estadísticas significativas. Para el factor A (variedades) el análisis muestra que fueron estadísticamente diferentes. En cuanto al factor B (ácidos húmicos) se encontró diferencias estadísticas altamente significativas entre los niveles; esto significa que las aplicaciones de ácidos húmicos influyeron sobre el diámetro de panoja. Con respecto a la interacción variedades por ácidos húmicos, no se encontró diferencias significativas.

Al realizar la prueba de significación de Duncan (tabla 12), se observa que la variedad Real Boliviana ocupó el primer lugar con un diámetro promedio de 5,7 cm, y la variedad Salcedo INIA en segundo lugar con un promedio de 5,3 cm.

La tabla 13, muestra la prueba de comparación de medias de Duncan para diámetro de panoja con aplicación de ácidos húmicos, se evidenció los siguientes resultados: Los ácidos húmicos HUMIFUL 26, HUMIC ACID, FULL HUMIC y BIO EXTRA HUMICO; estadísticamente fueron similares con promedios de: 5,85; 5,78; 5,71; 5,64 respectivamente y superiores a HUMIFARM PLUS y TESTIGO.

Tabla 12. Prueba de significación de Duncan para diámetro de panoja (cm) en dos variedades de quinua.

O.M.	Variedades	Promedio (cm)	Significación 0,05
1	Real Boliviana	5,74	a
2	Salcedo INIA	5,32	b

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Prueba de significación de Duncan para diámetro de panoja (cm) con aplicación de ácidos húmicos.

O.M.	Ácidos húmicos	Promedio (cm)	Significación 0,05
1	HUMIFUL 26	5,85	a
2	HUMIC ACID	5,78	a
3	FULL HUMIC	5,71	a
4	BIO EXTRA HUMICO	5,64	a b
5	HUMIFARM PLUS	5,40	b
6	TESTIGO	4,80	c

Fuente: Elaboración propia

5.1.4 Volumen de raíz (cm³)

Tabla 14. Análisis de varianza de volumen de raíz (cm³) de dos variedades de quinua.

F de V	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	Sign.
Bloques	3	0,05712	0,01904	0,15248	N.S.
Factor A	1	0,26519	0,26519	2,12375	N.S.
Error exp. (a)	3	0,37460	0,12487		
Total parcela	7	0,69691	0,09956		
Factor B	5	3,80922	0,76184	9,55519	**
AB	5	0,02066	0,00413	0,05183	N.S.
Error exp. (b)	30	2,39193	0,07973		
Total	47	6,91873			

C.V. (a)= 9,27% C.V. (b)= 4,71%
Fuente: Elaboración propia

En el análisis de variancia del volumen de raíz (tabla 14), se observa que para bloques y el factor A (variedades) no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

En tanto que el factor B (ácidos húmicos), resultó con diferencias estadísticas altamente significativas entre sus niveles; mas no presentó diferenciación en la interacción de factores.

La tabla 15 indica que los ácidos húmicos, BIO EXTRA HUMICO, FULL HUMIC, HUMIFULL 26, HUMIC ACID, HUMIFARM PLUS con promedios de 4,08; 3,95; 3,95; 3,90; 9,80 respectivamente son similares y superiores al testigo que alcanzó un promedio de 3,21 cm³

Tabla 15. Prueba de significación de Duncan para volumen de raíz (cm³) con aplicación de ácidos húmicos.

O.M.	Ácido húmico	Promedio (cm ³)	Significación 0,05
1	BIO EXTRA HUMICO	4,08	a
2	FULL HUMIC	3,95	a
3	HUMIFULL 26	3,95	a
4	HUMIC ACID	3,90	a
5	HUMIFARM PLUS	3,80	a
6	TESTIGO	3,21	b

Fuente: Elaboración propia

5.1.5 Peso seco de planta (kg)

Tabla 16. Análisis de varianza de peso seco de planta (kg) de dos variedades de quinua.

F de V	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	Sign.
Bloques	3	0,00134	0,00045	0,18626	N.S.
Factor A	1	0,01815	0,01815	7,54761	N.S.
Error exp. (a)	3	0,00721	0,00240		
Total parcela	7	0,02671	0,00382		
Factor B	5	0,15508	0,03102	17,36069	**
AB	5	0,00123	0,00025	0,13782	N.S.
Error exp. (b)	30	0,05360	0,00179		
Total	47	0,23662			

C.V. (a)= 9,92% C.V. (b)= 8,55%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16, el análisis de variancia de peso seco de planta, indica que entre bloques y niveles del factor A no existen diferencias estadísticas significativas.

El factor B (ácidos húmicos) presentó diferencias estadísticas altamente significativas entre sus niveles; y la interacción de los factores no mostró significación.

En la tabla 17 se muestra la prueba de comparación de medias de Duncan para peso seco de planta, evidenciando que los ácidos húmicos: HUMIFULV 26; BIO EXTRA HUMICO; HUMIC ACID; HUMIFARM PLUS con promedios de 0,553; 0,532; 0,513; 0,506 kg respectivamente fueron similares y superiores a FULL HUMIC y TESTIGO con promedios de 0,486 y 0,376 kg respectivamente, destacando que el testigo (sin aplicación de ácidos húmicos) resultó ser inferior.

Tabla 17. Prueba de significación de Duncan para peso seco de planta (kg) con aplicación de ácidos húmicos

O.M.	Ácido húmico	Promedio (kg)	Significación 0,05
1	HUMIFULV 26	0,553	a
2	BIO EXTRA HUMICO	0,532	a b
3	HUMIC ACID	0,513	a b
4	HUMIFARM PLUS	0,506	a b
5	FULL HUMIC	0,486	b
6	TESTIGO	0,376	c

Fuente: Elaboración propia

5.1.6 Peso de granos por planta (g)

Tabla 18. Análisis de varianza de peso de granos por planta (g) de dos variedades de quinua.

F de V	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	Sign.
Bloques	3	415,8175	138,6058	1,080192534	N.S.
Factor A	1	1324,6805	1324,6805	10,32359061	*
Error exp. (a)	3	384,9476	128,3159		
Total parcela	7	2125,4457	303,6351		
Factor B	5	12576,3935	2515,2787	24,04059888	**
AB	5	40,2414	8,0483	0,076924148	N.S.
Error exp. (b)	30	3138,7887	104,6263		
Total	47	17880,8694			

C.V. (a)= 7,43% C.V. (b)= 6,71%

Fuente: Elaboración propia

En el análisis de variancia de peso de granos por planta (tabla 18), se observa que para bloques no se encontraron diferencias estadísticas significativas. Para el factor A (variedades) el análisis muestra diferencias estadísticas significativas; La variedad Salcedo INIA ocupó el primer lugar con un promedio de 157,80g, y la variedad Real Boliviana en segundo lugar con un promedio de 147,30 g (tabla 19)

En cuanto al factor B (ácidos húmicos), se encontró diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos; Esto indica que las aplicaciones de ácidos húmicos influyeron sobre el peso de grano por planta. Con respecto al efecto de la interacción variedades por ácidos húmicos, no se encontró diferencias significativas.

La tabla 20 muestra la prueba de comparación de medias de Duncan para peso de granos por planta, se evidenció los siguientes resultados; los ácidos húmicos HUMIFULV 26; BIO EXTRA HUMICO; HUMIC ACID con promedios de 167,06; 164,37; 158,28 g respectivamente son estadísticamente similares y superiores al TESTIGO con un peso de granos por planta promedio de 118,19 g.

Tabla 19. Prueba de significación de Duncan para peso de granos por planta (g) en dos variedades de quinua.

O.M.	Variedad	Promedio (g)	Significación 0,05
1	Salcedo INIA	157,80	a
2	Real Boliviana	147,30	b

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Prueba de significación de Duncan para peso de granos por planta (g) con aplicación de ácidos húmicos.

O.M.	Ácido húmico	Promedio (g)	Significación 0,05
1	HUMIFULV 26	167,06	a
2	BIO EXTRA HUMICO	164,37	a b
3	HUMIC ACID	158,28	a b c
4	FULL HUMIC	155,45	b c
5	HUMIFARM PLUS	151,92	c
6	TESTIGO	118,19	d

Fuente: Elaboración propia

5.1.7 Rendimiento de grano (t/ha)

Tabla 21. Análisis de varianza para rendimiento de grano (t/ha) de dos variedades de quinua.

F de V	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	Sign.
Bloques	3	0,25679	0,08560	1,467475	N.S.
Factor A	1	1,60159	1,60159	27,457590	*
Error exp. (a)	3	0,17499	0,05833		
Total parcela	7	2,03337	0,29048		
Factor B	5	2,06659	0,41332	12,193775	**
AB	5	0,09235	0,01847	0,544891	N.S.
Error exp. (b)	30	1,01688	0,03390		
Total	47	5,20919			

C C.V. (a)= 6,92% C.V. (b)= 5,28 %
Fuente: Elaboración propia

En el análisis de variancia para rendimiento de grano de quinua (tabla 21), se observa que para bloques no se encontraron diferencias estadísticas significativas. Para el factor variedades (a) el análisis muestra que fueron estadísticamente diferentes. En cuanto al factor B (ácidos húmicos), se encontró diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos; esto indica que las aplicaciones de ácidos húmicos influyeron sobre el rendimiento de grano. Con respecto al efecto de la interacción variedades por ácidos húmicos, no se encontró diferencias significativas.

La variedad Salcedo INIA ocupó el primer lugar con un rendimiento promedio de 3,671 t/ha, y la variedad Real Boliviana en segundo lugar con un promedio de 3,305 t/ha (tabla 22).

La tabla 23, muestra la prueba de comparación de medias de Duncan del rendimiento de grano, se evidenció los siguientes resultados: todos los tratamientos con ácidos húmicos resultaron ser similares y superiores al testigo. En primer lugar se ubica HUMIC ACID con un rendimiento de grano de 3,640 t/ha y el testigo en último lugar con un promedio de rendimiento de 3,036 t/ha.

Tabla 22. Prueba de significación de Duncan del rendimiento de grano (t/ha) en dos variedades de quinua.

O.M.	Variedades	Promedio (t/ha)	Significación 0,05
1	Salcedo INIA	3,671	a
2	Real Boliviana	3,305	b

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Prueba de significación de Duncan del rendimiento de grano (t/ha) con aplicación de ácidos húmicos.

O.M.	Ácidos húmicos	Promedio (t/ha)	Significación 0,05
1	HUMIC ACID	3,640	a
2	HUMIFULV 26	3,599	a
3	FULL HUMIC	3,597	a
4	HUMIFARM PLUS	3,571	a
5	BIO EXTRA HUMICO	3,484	a
6	TESTIGO	3,036	b

Fuente: Elaboración propia

5.1.8 Índice de cosecha (%)

Tabla 24. Resultados de índice de cosecha (%) para la variedad real boliviana.

REAL BOLIVIANA					
TESTIGO	HUMIFAR PLUS	HUMIC ACID	HUMIFULV 26	FULL HUMIC	BIO EXTRA HUMICO
29,04	28,50	28,81	28,55	29,38	28,54
28,80					

Fuente: Elaboración propia

El índice de cosecha para la variedad Real Boliviana tiene un promedio de 28,80%. Con respecto a los tratamientos con ácidos húmicos, el mayor efecto se obtuvo con FULL HUMIC (29,38 %).

Tabla 25. Resultados de índice de cosecha (%) para la variedad Salcedo INIA.

SALCEDO INIA					
TESTIGO	HUMIFAR PLUS	HUMIC ACID	HUMIFULV 26	FULL HUMIC	BIO EXTRA HUMICO
34,19	31,89	33,54	32,39	34,99	33,65
33,44					

Fuente: Elaboración propia

El índice de cosecha para la variedad Salcedo INIA tiene un promedio de 33,44%. Con respecto a los tratamientos con ácidos húmicos, el mayor efecto se obtuvo con FULL HUMIC (34,99 %).

5.1.9 Índice de desgrane (%)

Tabla 26. Resultados de índice de desgrane (%) para la variedad real boliviana.

REAL BOLIVIANA					
TESTIGO	HUMIFAR PLUS	HUMIC ACID	HUMIFULV 26	FULL HUMIC	BIO EXTRA HUMICO
67,24	66,53	66,52	66,86	68,14	67,42
67,12					

Fuente: Elaboración propia

El índice de desgrane para la variedad Real Boliviana tiene un promedio de 67,12%. Con respecto a los tratamientos con ácidos húmicos, el mayor efecto se obtuvo con FULL HUMIC (68,14 %).

Tabla 27. Resultados de índice de desgrane (%) para la variedad Salcedo INIA.

SALCEDO INIA					
TESTIGO	HUMIFAR PLUS	HUMIC ACID	HUMIFULV 26	FULL HUMIC	BIO EXTRA HUMICO
68,21	67,84	71,11	68,84	69,85	68,93
69,13					

Fuente: Elaboración propia

El índice de desgrane para la variedad Salcedo INIA tiene un promedio de 69,13%. Con respecto a los tratamientos con ácidos húmicos, el mayor efecto se obtuvo con HUMIC ACID (71,11 %).

5.1.10 Granulometría (%)

Tabla 28. Resultados de granulometría (%) para la variedad real boliviana.

TRATAMIENTOS	REAL BOLIVIANA		
	2 mm - <	1,8 – 2 mm	< - 1,8mm
TESTIGO	3,88	53,28	42,84
HUMIFARM PLUS	3,67	45,41	50,92
HUMIC ACID	4,22	61,40	34,38
HUMIFULV 26	3,55	47,67	48,78
FULL HUMIC	7,61	51,47	40,92
BIO EXTRA HUMICO	4,99	42,72	52,29

Fuente: Elaboración propia

Los resultados se obtuvieron de una muestra representativa de 500 g de grano por cada tratamiento. Los datos de tamaño promedio de grano en porcentaje se observan en la tabla 28. Se muestra que para la variedad Real Boliviana el mayor efecto para tamaño de grano lo obtuvo HUMIC ACID con 61,40% de granos de 2 mm para la variedad Salcedo INIA (tabla 29) el mayor porcentaje de grano de 2 mm se obtuvo con HUMIC ACID con 96,47%.

Tabla 29. Resultados de granulometría (%) para la variedad salcedo INIA.

TRATAMIENTOS	SALCEDO INIA		
	2 mm - <	1,8 –2 mm	< - 1,8mm
TESTIGO	3,71	84,33	11,97
HUMIFARM PLUS	5,88	92,01	2,10
HUMIC ACID	2,51	96,47	1,02
HUMIFULV 26	9,44	89,33	1,23
FULL HUMIC	13,62	85,46	0,91
BIO EXTRA HUMICO	8,50	89,00	2,50

Fuente: Elaboración propia

Los tamaños de grano que resultaron del presente experimento podrían variar con otro método de siembra y manejo del cultivo. Se ha demostrado que las labores culturales como aporque y deshierbo influye en el tamaño de grano (Chambilla, 1977).

CONCLUSIONES

Los resultados del trabajo realizado en carácter de investigación, nos permite llegar a las siguientes conclusiones:

- 1.** La aplicación de los ácidos húmicos permitió incrementar el rendimiento de grano de quinua, de 3,04 t/ha que resultó con el tratamiento testigo a 3,64 t/ha.
- 2.** La variedad Salcedo INIA presenta los máximos rendimientos de grano de quinua con un promedio de 3,67 t/ha y la variedad Real Boliviana con 3.31 t/ha

RECOMENDACIONES

1. Con el uso de ácidos húmicos se logró un incremento en el rendimiento de grano de quinua. Por lo que se recomienda el uso de estos productos para el cultivo de quinua.
2. Realizar experimentos tomando en cuenta nuevas variedades.
3. Se recomienda realizar ensayos aplicando ácidos húmicos en diferentes cultivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BONIFACIO, A; ARONI, G. & M. VILLCA, (2012). *Catálogo etnobotánico de la quinua real*. Cochabamba. PROINPA.

CALZADA, B. J. (1982). *Métodos estadísticos para la investigación*. Quinta edición.p. 474 - 480.

CASA, (2010). Evaluacion del efecto de los ácidos húmicos sobre los parametros de calidad en plántulas de tomate (*Solanun lycopersicum* L.).

CHAMBILLA, J. (1977). *Influencia del aporque y deshierbo en el rendimiento de la quinua (Chenopodium quinoa Will.)* Var. Sajama y Kancolla. Puno, Peru. p.76.

CHURA E. (2013). *Cosecha, Post-cosecha y valor agregado de la quinua*.ppt. UNA-PUNO.

CORNEJO, H. (2007). *Alimentos incas para enfrentar el calentamiento global*. Revista digital Universitaria. Perú. p. 3.

ESTÉVEZ, V. (2006). *Efectos de la aplicación de tres ácidos húmicos comerciales con diferentes dosis en el cultivo de brocoli (Brassica oleracea var. Italica) en la hacienda pastavi, canton otavalo, parroquia quichinche*. Tesis de ingeniero agropecuario, Pontificia Universidad Católica de Ecuador, sede Ibarra. p. 12-18.

KONONOVA, M. (1966). *Soil organic matter. Its nature, its role in soil formation and in soil fertility*. 2nd. edit. Pergamon Press. New York, USA.

LEON, J. (2003) (Puno – Perú). *Cultivo de la quinua en Puno – Perú: Descripción, manejo y producción*. p.7-12.

MINAG - OEEE. Direcciones Regionales y Subregionales de Agricultura. (2011). *Exportación de la quinua, superficie de siembra y cosechada*. Base de datos. s.p.

MUJICA, A. (1997). *Tecnologías del cultivo de la quinua*. Fondo Simón Bolívar. Ministerio de Alimentación. Zona Agraria XII IICA, UNTA. Puno, Perú. P.151 – 156.

MUJICA, A. & JACOBSEN, S. (1999). *Resistencia de la quinua a la sequía y otros factores abióticos adversos y su mejoramiento*. I Curso

Internacional sobre Fisiología de la Resistencia a Sequía en Quinoa. p. 25-38

MUJICA, A. & CANAHUA, A. (1989). *Fenología del Cultivo de la Quinoa*. En: Curso Taller de Cultivos Andinos y Uso de la Información Agrometeorológica. PISCA – INIA – Puno, Perú. 89p.

OLIVER, M. (2009). *Efectos fisiológicos de las sustancias húmicas sobre los mecanismos de toma de hierro en plántulas de tomate*. Tesis de doctorado, Universidad de Alicante.

RAMOS, R. (2000). *Aplicación de sustancias húmicas comerciales como productos de acción bioestimulantes*. Efectos frente al estrés salino. Tesis de doctorado, Universidad de Alicante.

REA, J; TAPIA, M. & MUJICA, A. (1979). *Prácticas agronómicas. Quinoa y Kañiwa. Cultivos andinos*. (M.E. Tapia ed.). Archivo 49767. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Bogotá – Colombia. p. 105 - 108.

SEPHU, Sociedad española de productos húmicos s.a.
<http://www.sephu.es>

STEVENSON, F. (1994). *Humus chemistry, genesis composition reactions*, second edition, John Wiley y sons, inc. New York.

TAPIA, M. (2000). *Cultivos Andinos Sub explotados y su Aporte a la alimentación*. Segunda edición. FAO. p. 42 - 44.

UNIDO - Organización de las Naciones Unidas Para el Desarrollo Industrial. (2006). El futuro de los productos andinos en la región alta y los valles centrales de los andes. Informe en el área alta andina de Bolivia, Ecuador y Perú. Octubre. p. 5-6.

ANEXOS

Anexo 1. Altura de planta

BLOQUES	REAL BOLIVIANA					
	A0	A1	A2	A3	A4	A5
I	60,20	64,20	71,20	61,80	63,40	72,10
II	60,00	63,00	65,80	67,60	59,20	64,80
III	59,40	63,60	68,00	64,60	66,20	60,80
IV	56,40	70,40	66,80	63,80	64,00	60,60

Fuente: Elaboración propia

BLOQUES	SALCEDO INIA					
	A0	A1	A2	A3	A4	A5
I	70,60	79,20	81,20	80,60	70,20	74,80
II	77,00	80,20	91,40	84,70	80,80	88,20
III	78,60	72,80	81,70	73,00	82,80	73,80
IV	70,40	87,60	76,00	76,80	78,60	74,40

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Longitud de panoja (cm)

BLOQUES	REAL BOLIVIANA					
	A0	A1	A2	A3	A4	A5
I	20,8	23,7	24,7	23,7	22,3	18,1
II	20,7	23,9	22,0	24,3	20,2	18,7
III	20,9	23,9	26,3	24,5	26,2	27,9
IV	21,0	24,6	26,0	24,1	25,1	25,4

Fuente: Elaboración propia

BLOQUES	SALCEDO INIA					
	A0	A1	A2	A3	A4	A5
I	23,3	24,1	26,9	20,5	21,4	19,5
II	22,8	23,2	25,6	26,2	25,6	27,0
III	21,9	25,5	27,7	28,0	26,0	30,2
IV	23,3	27,3	29,8	26,0	28,8	27,5

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Diámetro de panoja (cm)

BLOQUES	REAL BOLIVIANA					
	A0	A1	A2	A3	A4	A5
I	5,1	5,2	6,1	5,8	5,9	5,8
II	5,0	5,5	6,0	5,9	6,2	5,5
III	5,1	5,9	6,0	6,3	5,9	6,1
IV	5,1	6,0	5,8	5,9	5,8	5,9

Fuente: Elaboración propia

BLOQUES	SALCEDO INIA					
	A0	A1	A2	A3	A4	A5
I	4,8	5,2	5,6	5,9	5,2	5,4
II	4,5	5,4	6,2	5,5	5,3	5,5
III	4,2	5,0	5,0	5,9	5,7	5,4
IV	4,6	5,0	5,5	5,6	5,7	5,5

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Volumen de raíz (cm³)

BLOQUES	REAL BOLIVIANA					
	A0	A1	A2	A3	A4	A5
I	3,00	3,70	3,97	4,09	3,66	4,28
II	3,11	4,10	3,97	4,12	4,30	4,09
III	3,46	3,81	4,10	3,82	4,28	3,99
IV	3,72	3,92	3,80	3,96	3,80	4,24

Fuente: Elaboración propia

BLOQUES	SALCEDO INIA					
	A0	A1	A2	A3	A4	A5
I	3,02	3,61	3,60	4,08	4,19	4,87
II	3,19	3,80	3,69	3,96	3,57	3,22
III	3,19	3,63	4,13	3,86	4,02	3,88
IV	2,99	3,79	3,96	3,68	3,77	4,03

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Peso seco de planta (g)

BLOQUES	REAL BOLIVIANA					
	A0	A1	A2	A3	A4	A5
I	0,399	0,533	0,596	0,561	0,505	0,569
II	0,373	0,540	0,509	0,505	0,496	0,516
III	0,387	0,526	0,495	0,659	0,535	0,575
IV	0,393	0,483	0,525	0,585	0,506	0,561

Fuente: Elaboración propia

BLOQUES	SALCEDO INIA					
	A0	A1	A2	A3	A4	A5
I	0,337	0,555	0,518	0,498	0,470	0,451
II	0,388	0,447	0,523	0,578	0,461	0,555
III	0,396	0,434	0,410	0,544	0,485	0,551
IV	0,336	0,530	0,531	0,492	0,428	0,481

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Peso de granos por planta (g)

BLOQUES	REAL BOLIVIANA					
	A0	A1	A2	A3	A4	A5
I	120,60	126,81	157,48	171,31	149,14	157,56
II	122,23	149,09	170,76	170,29	154,55	159,97
III	121,31	161,53	154,98	167,36	147,39	158,85
IV	122,24	154,01	125,84	143,50	148,13	156,00

Fuente: Elaboración propia

BLOQUES	SALCEDO INIA					
	A0	A1	A2	A3	A4	A5
I	135,74	163,75	154,70	155,67	159,47	159,68
II	135,69	145,56	157,64	185,97	157,92	179,40
III	139,65	146,75	165,94	178,85	168,05	175,64
IV	139,08	167,84	178,86	163,50	158,91	167,83

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Rendimiento (t/ha)

BLOQUES	REAL BOLIVIANA					
	A0	A1	A2	A3	A4	A5
I	2,751	3,476	3,414	4,047	3,755	3,446
II	2,729	3,145	3,483	3,468	3,170	3,009
III	2,943	3,368	3,443	3,193	3,111	3,075
IV	3,052	3,453	3,467	3,274	3,635	3,416

Fuente: Elaboración propia

BLOQUES	SALCEDO INIA					
	A0	A1	A2	A3	A4	A5
I	3,275	3,870	3,728	3,532	3,823	3,791
II	3,078	3,825	3,931	3,569	3,730	3,865
III	3,251	3,669	3,781	3,685	3,622	3,831
IV	3,211	3,759	3,875	4,023	3,931	3,440

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8. Fotografías del Experimento

Fotografía 1. Preparación del terreno.



Fotografía 2. Plantas de quinua a los 10 días.



Fotografía 3. Diferenciación de las parcelas.



Fotografía 4. Raleo del cultivo de la quinua.



Fotografía 5. Conducción del cultivo.



Fotografía 6. Monitoreo de plagas y enfermedades.



Fotografía 7. Selección al azar de plantas.



Fotografía 8. Plantas de quinua en llenado de grano.



Fotografía 9. Cultivo en madurez fisiológica.



Fotografía 10. Cosecha y toma de datos.



Anexo 9. Costos de producción

CULTIVO		QUINUA				
LUGAR		MAGOLLO				
AREA DE TERRENO		1ha				
GRADO DE TECNOLOGIA		MEDIO				
SISTEMA DE RIEGO		TECNIFICADO				
RENDIMIENTO		3,64 tn/ha				
DISTANCIAMIENTO		0.8 m				
FERTILIZACION		120-80-00				
FECHA DE SIEMBRA		MARZO 2015				
FECHA DE COSECHA		JUNIO 2015				
	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO S/.	SUB TOTAL S/.	PRECIO TOTAL S/.
A	COSTOS GENERALES					
I	PREPARACION DEL TERRENO					350
	Rotura	Hr/maq	3	50	150	
	Nivelado	Hr/maq	2	55	110	
	Tendido de líneas de riego	Jornal	3	30	90	
II	SIEMBRA					410
	Siembra	Jornal	5	40	200	
	Fertilización	Jornal	4	35	140	
	Tapado	Jornal	2	35	70	
III	LABORES CULTURALES					495
	Raleo	Jornal	5	35	175	
	Control fitosanitario	Jornal	8	40	320	
	INSUMOS					3600
	Semilla	Kg	7	25	175	
	Estiércol	Kg	6	200	1200	
	Urea	Kg	230	1.4	322	
	Nitrato de potasio	Kg	100	4	400	
	Fosfato mono amónico	Kg	130	4	520	
	Ácidos húmicos	Lt	10	20	200	
	Dorsan (clorpirifos)	lt	2	30	60	
	Novo (emamectinbenzoate)	lt	1	130	130	
	Geronimo (acetamiprid)	sobre	3	35	105	
	Curtine v (cymoxanil+mancozeb)	kg	1	60	60	
	Curatane 720 pm (mancozeb+cymoxanil)	kg	2	65	130	
	Bravo 500 sc (clorotalonil)	lt	2	64	128	
	Forum 500 wp (dimetomorf)	sobre	2	85	170	
IV	OTROS					50
	Envases	Sacos	50	1	50	
V	COSECHA					1005
	Corte	Jornal	10	45	450	
	Trilla	Jornal	5	45	225	
	Trilladora	Hr/maq	3	35	105	
	Venteo	Jornal	3	45	135	
	Almacenamiento	Jornal	2	45	90	
	Sub total					5910
B	COSTOS INDIRECTOS					
	Imprevistos (10 %)				591	
	Sub total					591
	RESUMEN					
	A: COSTOS GENERALES					5910
	B: COSTOS INDIRECTOS					591
	TOTAL S/.					6501