

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

**“EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL BIOESTIMULANTE AGROCITOQ
EN EL RENDIMIENTO DE GRANO DE LA QUINUA (*Chenopodium
quinoa* Willd.) VARIEDAD SALCEDO INIA EN EL DISTRITO
DE ILABAYA, PROVINCIA JORGE
BASADRE, TACNA 2014”.**

TESIS

Presentada por:

Bach. Adolfo Llaclla Mamani

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA - PERÚ

2015

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

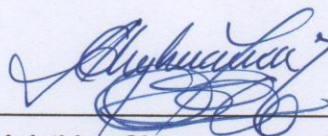
Escuela Profesional de Agronomía

TESIS

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DEL BIOESTIMULANTE AGROCITOQ
EN EL RENDIMIENTO DE GRANO DE LA QUINUA (*Chenopodium
quinoa* Willd.) VARIEDAD SALCEDO INIA EN EL DISTRITO
DE ILABAYA, PROVINCIA JORGE
BASADRE, TACNA 2014**

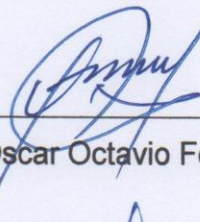
TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 28 DE DICIEMBRE DEL 2015,
SIENDO EL JURADO CALIFICADOR:

PRESIDENTE:



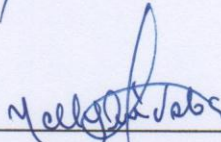
MSc. Arístides Choquehuanca Tintaya

SECRETARIO:



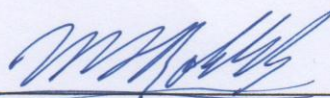
Dr. Oscar Octavio Fernández Cutire

VOCAL:



Dra. Nelly Arévalo Solsol

ASESOR:



MSc. Magno Santos Robles Tello

AGRADECIMIENTO

A todos catedráticos de la facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNJBG por compartir sus conocimientos y formarme profesionalmente.

A mis familiares y amigos por su apoyo decidido y entrega incondicional durante la etapa de estudios preparación para el presente título.

DEDICATORIA

*A mis padres. Julián y Juana por
la confianza, apoyo, y esfuerzo que
hicieron posible la culminación de
mis estudios*

*A mi hija Luciana Ysabella por ser
una luz en mi vida.*

*A mi esposa Milagros por su
comprensión y aliento constante e
incondicional hacia mí.*

CONTENIDO

AGRADECIMIENTO.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
CONTENIDO	v
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Formulación y sistematización del problema	5
1.2.1 Interrogante principal	5

1.2.2 Interrogantes secundarias	5
1.3 Delimitación de la investigación.....	5
1.4 Justificación.....	6
1.5 Limitaciones	7

CAPÍTULO II: OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos	8
2.1.1 Objetivo general.....	8
2.1.2 Objetivo específico	8
2.2 Hipótesis	8
2.2.1 Hipótesis general.....	8
2.2.2 Hipótesis específica	9
2.3 Variables	9

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

3.1 Conceptos generales y definiciones	10
--	----

3.1.1	Origen e historia	10
3.1.2	Clasificación botánica.	11
3.1.3	Características morfológicas.....	11
3.1.4	El Agro-Ecosistema	15
3.1.5	Suelo	17
3.2	Enfoque teórico – técnico	18
3.2.1	Fertilización orgánica.....	18
3.2.2	Bioestimulantes	19
3.2.3	Función de los bioestimulantes.....	19
3.2.4	Como se usan los bioestimulantes	20
3.2.5	Acción de los bioestimulantes.....	20
3.2.6	Tipos de bioestimulantes	21
3.2.7	Bioestimulante a base de aminoácidos.....	21
3.2.8	Bioestimulante a base de algas pardas	23
3.2.9	Bioestimulante a base de ácidos fúlvicos.....	24

3.2.10	Reguladores de crecimiento	25
3.3	Marco referencial.....	27
3.3.1	Antecedentes.....	27

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1	Tipo de investigación.....	33
4.2	Población y muestra.....	33
4.2.1	Población.....	33
4.2.2	Muestra	33
4.2.3	Características de la variedad Salcedo INIA.....	33
4.2.4	Descripción del bioestimulante Agrocitoq.....	34
4.2.5	Análisis de suelo.....	35
4.2.6	Condiciones meteorológicas.....	36
4.2.7	Diseño de investigación	37
4.2.8	Tratamientos en estudio	37
4.2.9	Características del campo experimental	38

4.2.10	Conducción del experimento.....	39
4.3	Técnicas aplicadas en la recolección de información	42
4.3.1	Variables de respuesta	42
4.4	Instrumentos de medición	44
4.5	Análisis estadístico.....	44
 CAPITULO V: TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS		
4.6	Resultados y discusión.....	45
CONCLUSIONES		68
RECOMENDACIONES.....		69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		70
ANEXOS		76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	9
Tabla 2. Características físico – químicas del suelo.....	35
Tabla 3. Datos de los promedios meteorológicos 2014.....	36
Tabla 4. Aleatorización de tratamientos en el campo experimental.....	38
Tabla 5. Análisis de varianza de altura de planta a los 45 días después de la siembra	45
Tabla 6. Prueba de significación de Duncan de altura de planta a los 45 días después de la siembra	46
Tabla 7. Análisis de varianza de altura de planta a los 90 días después de la siembra	48
Tabla 8. Prueba de significación de Duncan de altura de planta a los 90 días después de la siembra	49
Tabla 9. Análisis de varianza de días a la floración.....	51
Tabla 10. Prueba de significación de Duncan de días a la floración	52

Tabla 11. Análisis de varianza de diámetro de la panoja	54
Tabla 12. Prueba de significación de Duncan de diámetro de la panoja .	54
Tabla 13. Análisis de varianza de longitud de la panoja.....	57
Tabla 14. Prueba de significación de Duncan de longitud de la panoja.	58
Tabla 15. Análisis de varianza de peso de mil gramos.....	60
Tabla 16. Prueba de significación de Duncan de peso de 1000 semillas.....	61
Tabla 17. Análisis de varianza de rendimiento (t/ha).....	63
Tabla 18. Prueba de significación de rendimiento (t/ha).	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Regresión lineal altura de planta vs bioestimulante Agrocitoq..	47
Figura 2. Regresión lineal altura de planta a los 90 días vs bioestimulante Agrocitoq.....	50
Figura 3. Regresión polinomial días a la floración vs bioestimulante Agrocitoq.....	53
Figura 4. Regresión lineal diámetro de la panoja vs bioestimulante Agrocitoq.....	56
Figura 5. Regresión lineal longitud de la panoja vs bioestimulante Agrocitoq.....	59
Figura 6. Regresión lineal peso de 1000 semillas vs bioestimulante Agrocitoq.....	62
Figura 7. Regresión lineal rendimiento vs bioestimulante Agrocitoq ...	66

RESUMEN

En la presente tesis titulada “Efecto de la aplicación del bioestimulante Agrocitoq en el rendimiento de grano de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Variedad salcedo INIA en el distrito de Ilabaya, provincia Jorge Basadre, Tacna 2014” se utilizó como tratamientos 4 dosis del bioestimulante Agrocitoq que fueron T₁ (1,2 l/ha) ; T₂ (1,5 l/ha) ; T₃ (1,8 l/ha) ; T₄ (2,1 l/ha) más un testigo sin aplicación.

El experimento se realizó con un diseño de bloques completos aleatorios con 5 tratamientos y 4 repeticiones, con un total de 20 unidades experimentales, Para el análisis de datos se utilizó el análisis de varianza con una prueba de F de 0,05 y 0,01; para la comparación de promedios entre tratamientos se empleó la prueba de significancia de Duncan; y se empleó el análisis de regresión lineal, Los resultados evidenciaron el mayor rendimiento del cultivo logró el tratamiento T₃ (1,8 L/ha) con un promedio con 3,967 t/ha, en el segundo lugar se ubicó el tratamiento T₄(2,1 L/ha) con 3,735 t/ha.

Palabras clave: Bioestimulante, efecto, rendimiento.

ABSTRACT

In this thesis entitled "Effect of applying bioestimulante Agrocitoq in grain yield of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Salcedo Variety INIA in district Ilabaya province Jorge Basadre, Tacna 2014" was used as treatments 4 doses of bioestimulante Agrocitoq that were T1 (1.2 l / ha); T2 (1.5 l / ha); T3 (1.8 l / ha); T4 (2.1 l / ha) plus a control without application.

The experiment was performed using a randomized complete block design with 4 replications and five treatments, with a total of 20 experimental units, data analysis For the analysis of variance was used to test F 0.05 and 0.01 ; for comparison of averages between treatments the significance test of Duncan was used; and linear regression analysis was used, results showed the highest crop yield achieved the T3 (1.8 L / ha) treatment with an average 3,967 t / ha, in the second treatment T4 (ranked 2, 1 l / ha) with 3,735 t / ha.

Keywords: Biostimulant, effect, performance.

INTRODUCCIÓN

La producción de quinua en los últimos años ha suscitado un creciente interés entre profesionales, empresas públicas y privadas; debido a que la quinua representa un buen potencial de oportunidades comerciales. Los estudios que hasta la fecha se han realizado en cuanto al mejoramiento de semilla, producción, industrialización y comercialización nos motivan a plasmar la presente investigación.

Según estudios los departamentos de Puno y Cusco son considerados los mayores productores de quinua a nivel nacional; sin embargo, en los últimos años, en la región Tacna se han incrementado las has de cultivo. Puno constituye el principal productor de quinua con aproximadamente el 82% de la siembra, le siguen en orden de importancia Junín, Arequipa, Cusco, Huancavelica, Áncash, Ayacucho y Apurímac. En la región Tacna se utilizan las semillas de quinua “grano de oro” que se vienen cultivando son: Real boliviana, Pasankalla, Salcedo INIA y la INIA Puno, con un rendimiento promedio por año de 2,238 (kg/ha).

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) es un grano nativo de los andes, se cultiva en zonas áridas y semiáridas con buenos rendimientos.

Tiene una gran adaptabilidad, tanto en latitud como en altitud, encontrándose en el Perú desde Tacna hasta Piura, y desde el nivel del mar hasta los 4 000 metros de altura.

El presente informe se ha dividido en capítulos, en el primer capítulo se describe el problema, allí se da conocer el planteamiento del problema, los objetivos, la formulación y sistematización del problema y la justificación; En el segundo capítulo se describe la fundamentación teórica y las definiciones de los términos básicos, seguidamente se detalla los enfoques teóricos – técnicos, así como el marco referencial del tema de investigación. El tercer capítulo muestra la formulación de la hipótesis general, hipótesis específicas de la investigación; así como sus respectivos indicadores y la operacionalización de las variables. En el cuarto capítulo se describe la metodología de la investigación utilizada donde se da a conocer el tipo y nivel de la investigación; aquí también se da a conocer la técnica utilizada para el análisis de datos. En el quinto y último capítulo se da a conocer la discusión de resultados. Finalmente se presentan las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

Es importante cultivar quinua mediante las prácticas de tecnologías de producción orgánica, es decir sin utilizar agroquímicos sintéticos, de manera que la producción obtenida sea de óptima calidad. Se entiende como óptima calidad a la integralidad del grano desde el punto de vista de sus contenidos nutricionales, de su sanidad (sin plaguicida ni elementos nocivos), de su buena apariencia física y sabor; esto hace que la quinua sea más apreciada comercialmente con precios entre el 15% y 30% mayor al del producto convencional.

Las semillas de quinua “grano de oro”, que se vienen cultivando en la región Tacna son: Real boliviana, Salcedo INIA, Pasankalla y la INIA Puno, con un rendimiento promedio por año de 2,238 (kg/ha) y con un precio promedio en chacra de S/.3,89, ya que por las condiciones climáticas de la costa de la región Tacna se pueden realizar cuatro cosechas por año, mientras que en la región Puno, que tiene la mayor producción a nivel nacional, las cosechas son anuales.

En la práctica, los productores desconocen el efecto real de los bioestimulantes que oferta el mercado destinados a la producción de los diferentes cultivos, situación en la que se enmarca la presente investigación.

Una agricultura sostenible en armonía con el ambiente puede conjugar perfectamente con el uso integrado de insumos sintéticos como fertilizantes minerales, fungicidas, insecticidas con abonos, bioestimulantes y productos fitosanitarios de origen orgánico. Dentro de la tecnología de la agricultura sostenible se encuentra el uso de los bioestimulantes, cuyo resultado al ser aplicados incrementan significativamente la productividad y calidad de los cultivos, a la vez que protege el ambiente y la salud tanto de productores como de consumidores de esta hortaliza, así como también se minimizan los costos de producción.

Debido a la falta de información de la cantidad de fertilizante que se debe incorporar, los productores de quinua generalmente utilizan la tecnología tradicional de otros productores que se dedican a este cultivo, sin efectuar ensayos experimentales por suponer que es un cultivo muy sencillo en su manejo.

1.2 Formulación y sistematización del problema

1.2.1 Interrogante principal

- ¿Cuál será el efecto del bioestimulante Agrocitoq en el rendimiento del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa w.*) variedad Salcedo INIA en el distrito de Ilabaya?

1.2.2 Interrogantes secundarias

- ¿Cuál será la dosis optima del bioestimulante Agrocitoq que tendrá mayor efecto en el rendimiento de la quinua en el distrito de Ilabaya?

1.3 Delimitación de la investigación

Espacio geográfico: Se analizó el espacio jurisdiccional de la zona del distrito de Ilabaya perteneciente a la provincia Jorge Basadre.

Sujetos de observación: los sujetos de observación fueron las plantas de quinua.

Tiempo: El presente proyecto de desarrolló desde agosto hasta noviembre del 2014.

1.4 Justificación

En los últimos años la producción de quinua en el Perú y nuestra región Tacna ha adquirido importancia por sus altos precios internacionales y mayor demanda externa. Esto ha ocasionado el aumento de los precios de la quinua en el mercado nacional, limitando el consumo interno de la misma, por sus altos precios en comparación con otros cereales. La quinua supera a los cereales más importantes en algunos nutrientes, es más notable en el contenido y calidad de sus proteínas y aminoácidos esenciales. En los últimos años, en el mercado agrícola, se han desarrollado productos llamados: bioestimulantes, los cuales se utilizan para aumentar la calidad en tamaño, color, forma e incrementar el rendimiento en los cultivos, activando el desarrollo de diferentes órganos (raíces, frutos, hojas, entre otros) y reducir los daños causados por el estrés (fitosanitarios, enfermedades, frío, calor, entre otros).

En cuanto a la fertilización orgánica a cultivos, la propuesta es incorporar materia orgánica y mineral al suelo para que los microorganismos que ahí están presentes después de atacar a la materia orgánica y mineral que se incorpora, tornen asimilables a los nutrientes que en ella contiene y de esta manera puedan ser absorbida por las

raíces de las plantas, para propiciar su desarrollo y fructificación. Es así, que esta investigación fue encaminada a buscar la mejor dosis del bioestimulante Agrocitoq, dosis de aplicación al cultivo de quinua con el propósito de aprovechar los nutrientes de estos productos a base de hormonas vegetales, extractos vegetales y aminoácidos sobre el rendimiento comercial de cultivo de quinua proporcionando una alternativa rentable para los productores del distrito de Ilabaya. Sin embargo, es necesario buscar mejores alternativas para elevar el rendimiento y mejorar la calidad del grano.

1.5 Limitaciones

No existen antecedentes de investigación a nivel local.

La investigación fue autofinanciada en su totalidad.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo general

- Determinar el efecto del bioestimulante Agrocitoq en el rendimiento en el rendimiento del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa w.*) variedad Salcedo INIA en el distrito de Ilabaya.

2.1.2 Objetivo específico

- Determinar la dosis optima del bioestimulante Agrocitoq para lograr el mayor rendimiento de la quinua en el distrito de Ilabaya.

2.2 Hipótesis

2.2.1 Hipótesis general

- La aplicación foliar del bioestimulante Agrocitoq tiene un efecto significativo en el rendimiento del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa*) en el distrito de Ilabaya, provincia Jorge Basadre.

2.2.2 Hipótesis específica

- Existe una dosis adecuada del bioestimulante Agrocitoq para lograr mayor rendimiento del cultivo de quinua variedad Salcedo INIA en el distrito de Ilabaya, provincia Jorge Basadre.

2.3 Variables

Variable dependiente (Y): Rendimiento del grano (t/ha)

Variable independiente: bioestimulante

Tabla 1. Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES
Variable independiente Bioestimulante X	Agrocitoq	1,2 L/ha
		1,5 L/ha
		1,8 L/ha
		2,1 L/ha
	Porcentaje de emergencia	%
	Altura de planta	Cm
Variable dependiente Y Rendimiento	Días a la floración	Nº
	Número de panojas	Nº
	Longitud de la panícula	Cm
	Peso de 1000 granos	G
	Rendimiento por parcela	Kg
	Rendimiento total	t/ha

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

3.1 Conceptos generales y definiciones

3.1.1 Origen e historia

La quinua es una planta autóctona de los andes, cuyo centro de origen es en algún valle de la zona andina y en su historia se reconoce que fue utilizada como alimento desde hace 5.000 años (Peralta, 1985).

El centro de dispersión de esta especie está en la región andina alrededor del lago Titicaca de Perú y Bolivia, donde se ha encontrado la mayor diversidad genética y distribución de cultivares (Gandarillas, 1974).

Durante el proceso de domesticación de las plantas, las poblaciones emigraban de un lugar a otro trasladando sus semillas. Fue primeramente domesticada en los valles bolivianos, donde crecen sus dos parientes más próximos (*Chenopodium hircinum* y *Ch. petiolaré*) y posteriormente trasladada al altiplano; sin embargo aquí crece en forma silvestre otro ancestro de talla reducida (*Ch. carnosolum*) y (Gandarillas, 1982).

3.1.2 Clasificación botánica.

Reino: Vegetal

División: Fanerógamas

Clase: Dicotiledóneas

Sub-clase: Angiospermales

Orden: centro espermales

Familia: Chenopodiceas

Género: *Chenopodium*

Sección: Chenopodia

Subsección: Cellulata

Especie: *Chenopodium quinoa Willd.*

3.1.3 Características morfológicas

a) Raíz

La raíz es pivotante vigorosa con muchas ramificaciones y alcanza hasta los 60 cm, de profundidad, (Peralta, 1985).

Puede alcanzar hasta 30 cm. de profundidad, a partir de unos pocos cm. del cuello comienza a ramificarse en raicillas. La profundidad de la raíz guarda estrecha relación con la altura de la planta. Excepcionalmente se observa su vuelco por efecto del viento, excesiva humedad después de un riego o por su propio peso. Puede sostener plantas de más de dos metros de altura. (Gandarillas. 1992).

b) Tallo

Es cilíndrico a la altura del suelo y después anguloso debido a que las hojas son alternas. De acuerdo a las variedades, el tallo alcanza diferentes alturas y termina en una inflorescencia. El color del tallo puede ser verde, amarillo con aristas coloreadas de púrpura o rojo y finalmente rojo púrpura, amarillo y anaranjado en toda su longitud. Su hábito de crecimiento puede ser sencillo un tallo principal o ramificado, aunque este carácter puede ser modificado por el medio ambiente (Nieto, 1992).

c) Hojas

Están formadas por pecíolos y láminas, variable dentro de la misma planta, siendo las hojas interiores de forma romboidal y en

las superficies lanceoladas. El número de dientes de hojas es uno de los caracteres más constantes y varía según la raza, de tres a 20 dientes. Las hojas inferiores pueden medir hasta 15 cm de largo por 12 cm de ancho. Cuando son jóvenes, las hojas están recubiertas de polvo blanquecino con apariencia de harina, untuoso al tacto, compuesto, por células ricas en oxalato de calcio, estas partículas favorecen los procesos osmóticos permitiéndoles aprovechar al máximo el agua del medio ambiente y tolerar con ventaja las sequías (Lascano, 1981).

d) Inflorescencias

La quinua es racimosa y por la disposición de las flores en el racimo se la considera como una panoja. La ubicación del grupo de las flores, con relación al eje principal, o secundario, da lugar a los tipos de inflorescencia glomerulada y amarantiforme. El eje principal nace del eje secundario de tamaño variable y en este van insertados los grupos de flores. En el tipo amarantiforme, los grupos de las flores van insertados en el eje secundario, por lo tanto, el eje glomerular nace directamente del eje principal (Luzuriaga, 1998).

e) Flores

Son incompletas (carentes de pétalos), conformada por una corola generalmente constituida por cinco piezas florales. Las flores pueden ser hermafroditas o pistiladas y sésiles, pudiendo en algunos casos tener los pecíolos más de 5 mm (Walli, 1990).

f) Frutos

Estos derivan de un ovario supero unilocular, contiene una sola semilla, fruto seco indehiscente, es decir un aquenio. Está cubierto por el perigonio que se puede desprender fácilmente y cuyo color está ligado al color de la planta. La primera capa del grano es el pericarpio, que da el color de éste, pudiendo presentar variación desde translúcido a negro con intermedio de blanco, amarillo, rosado y gris. La segunda capa, es el epispermo, de consistencia delgada, pudiendo ser translúcido, blanco de color café o negro (Lascano, 1981).

g) Semilla

Está envuelta por el episperma en forma de una membrana delgada; el embrión está formado por los cotiledones y la radícula, y constituye la mayor parte de la Semilla, que envuelve al

perisperma como un anillo. El perisperma es almidonoso y normalmente de color blanco. Existen tres formas de granos: cónicos, cilíndricos y elipsoidales. Se puede considerar tres tamaños de granos: grande, de 2,2 a 6 mm; mediano, de 1,8 a 2,1 mm; y pequeño, menor a 1,8 mm. La semilla puede tener los bordes afilados o redondeados. Las quinuas cultivadas, con pocas excepciones, siempre tienen el borde afilado, en tanto que las silvestres lo tienen redondeado. Se ha establecido que por gramo existen entre 230 y 580 g (Paz, 1978).

3.1.4 El Agro-Ecosistema

La quinua no tiene la misma importancia en todos los pisos ecológicos andinos, ya que por debajo de los 3500 m se encuentran en forma aislada asociada con maíz o en los bordes de los campos, y es usada enteramente para el auto consumo.

A partir de los 3500 m aparece en hileras más definidas en campos de maíz o en Asociación con haba, cebada y papa. Después de los 3600 m aparecen parcelas en definidas de este cultivo, que siguen en rotación con haba o cebada, después de papa, estas son quinuas de panoja roja o púrpura y con granos de color amarillo (ONU. 1990).

a) Clima

Precipitación:	500 - 800 mm durante el ciclo de cultivo.
Temperatura:	8 a 8°C.
Foto período:	días cortos.
Altitud:	2.400 a 3.200 m s. n. m (INIAP, 1987).

La producción de quinua está distribuida en áreas cuyas temperaturas oscilan entre 9 y 14 ° C, y puede soportar heladas de -5 ° C. Es un cultivo que prospera en zonas de baja precipitación y que en algunas zonas de Bolivia y Argentina se obtienen buenas cosechas con apenas 250 mm de lluvia, en cambio en Colombia y Ecuador los cultivos prosperan con precipitaciones superiores a 800 y 1 000 mm (Cadenas, 1978).

La quinua no tiene la misma importancia en todos los pisos ecológicos la quinua necesita una precipitación de 400 a 1000 mm/año pues si es mayor afectará significativamente su desarrollo, el cultivo puede soportar la sequía pero no en exceso. La humedad del suelo debe estar en su capacidad de campo durante los procesos de germinación y floración ya que sí se presenta un suelo seco afectará seriamente la labor de germinación (Arroyo, 1995).

La quinua se puede cultivar desde las zonas templadas hasta los fríos páramos de la cordillera andina, o sea entre los 1900 y. los 4000 m. s. n. ni sin que se observe disminución en la producción (Paz, 1978).

3.1.5 Suelo

El cultivo de quinua se desarrolla en suelos con una textura franca-arcillosa donde no existen limitaciones de riego, de encostramiento y mala germinación su pH óptimo está entre 6,5 a 7,5; no es recomendable suelos ácidos (Arroyo, 1995).

INÍAP recomienda realizar el cultivo en suelos franco a franco arenoso, con buen drenaje, con un pH de 5,5 a 8,0 (INIAP, 1987).

La quinua se desarrolla mejor en suelos franco-arenosos, con buena cantidad de materia orgánica y que en áreas susceptibles a heladas prefiere terrenos con pendientes; señala además que en la preparación del suelo deben eliminarse los terrones grandes y que la profundidad de siembra debe ser de 1 a 2 cm. (Tapia, 1979).

3.2 Enfoque teórico – técnico

3.2.1 Fertilización orgánica.

La agricultura orgánica propone alimentar al suelo para que los microorganismos allí presentes, después de atacar a la materia orgánica y mineral que se incorpora, tomen asimilables los nutrientes y de esta manera puedan ser absorbidos por las raíces de las plantas, para propiciar su desarrollo y fructificación (IIRR, 1996).

Los abonos orgánicos son ricos en micro y macro elementos, necesarios para tener cultivos sanos, ayudar a la planta a resistir el ataque de enfermedades y plagas. Mejora la textura y estructura de los suelos, regulando su temperatura y humedad (IIRR, 1996).

La alimentación del suelo se puede hacer mediante la incorporación de materiales orgánicos de origen vegetal o animal, algunos elementos minerales puros y otros químicos complementarios permitidos por los organismos internacionales de agricultura orgánica por ejemplo: estiércoles, residuos de cosechas y de la agroindustria, humus de lombriz, ecoabonaza, cenizas, compost, cal agrícola, roca fosfórica, azufre, hierro, boro, sulpomag, muriato de potasa, sulfato de cobre (INIAP, 1987).

La incorporación de estos materiales fertilizantes se deberá hacer por lo menos dos meses antes de la siembra mediante la labor de rastra. Algunos materiales descompuestos tales como el compost y el humus de lombriz pueden aplicarse al cultivo en cobertera, sin peligro de dañarlo. Para el cultivo de la quinua, el INIAP recomienda, en términos de elementos minerales puros (INIAP, 1987).

3.2.2 Bioestimulantes

Los bioestimulantes, en general, son sustancias orgánicas derivadas en su mayoría de materiales vegetales (extractos), algas marinas entre otros, lo que garantiza una elevada concentración de aminoácidos útiles y una relación equilibrada de nutrientes acorde con las necesidades de la planta (Fe-Futureco, 2004).

3.2.3 Función de los bioestimulantes

Actúan incrementando determinadas expresiones metabólicas y/o fisiológicas de las plantas, tales como el desarrollo de diferentes órganos (raíces, frutos, etc.), incentivando la fotosíntesis y a reducir los daños causados por stress (fitosanitarios, enfermedades, frío, calor, toxicidad, sequías, etc.), eliminando así las limitaciones del crecimiento y el

rendimiento, de igual manera potenciando la defensa natural de las plantas antes y después del ataque de patógeno (VADEMECUM, 2013).

3.2.4 Como se usan los bioestimulantes

La mayoría de los bioestimulantes se aplican solos, directamente al follaje, aunque en ciertos casos también pueden ser aplicados al suelo ya sea por fertirrigación o en drench. Ciertos bioestimulantes pueden usarse en mezcla con insecticidas, fungicidas u otros fertilizantes solubles, pero antes es recomendable comprobar su compatibilidad con el otro producto es decir cuidar que este no precipite caso contrario no es recomendable realizar la mezcla. Los bioestimulantes se recomiendan utilizar en las etapas de crecimiento del vegetal para un mejor aprovechamiento de sus compuestos (Fe-Futureco, 2004).

3.2.5 Acción de los bioestimulantes

Para Nuñez (1998) los bioestimulantes activan, sin alterar los procesos naturales del metabolismo de las plantas. Su forma de actuar se concreta básicamente en dos formas que son: 7 a) Aumenta el nivel de prolina, este aumento se produce en el interior de las plantas proporcionándole una mayor defensa frente a los estados de estrés, bien sea hídrico, térmico, por enfermedad o plaga entre otros. Proporcionando grupos

tiónicos (-SH) a la planta. b) La expresión externa de esta potenciación se traduce en un efecto benéfico sobre: La producción, con incrementos de la cosecha acompañados de una mejor calidad de los frutos y de otros aspectos relacionados con los mismos como coloración, tersura de la piel, uniformidad y aumento de tamaño, menor pérdida de peso post cosecha, entre otros. La vegetación, proporcionando un mejor desarrollo vegetativo y mayor vigor en las brotaciones, así como un aumento de la masa radicular.

3.2.6 Tipos de bioestimulantes

Los bioestimulantes son moléculas de muy amplia estructura, que pueden estar compuestos en base a hormonas o extractos vegetales metabólicamente activos, como aminoácidos (aa) y ácidos orgánicos. Son utilizados principalmente para incrementar el crecimiento y rendimiento en plantas, así como para sobrellevar periodos de estrés (Jorquera & Yuri, 2006).

3.2.7 Bioestimulante a base de aminoácidos

Los aminoácidos son compuestos orgánicos que contienen un grupo amino [NH_2] y un grupo carboxilo [COOH]. Veinte de estos compuestos son los constituyentes de las proteínas, conocidos como alfa-aminoácidos

y son los siguientes: alanina, arginina, asparagina, ácido aspártico, cisteína, ácido glutámico, glutamina, glicina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, prolina, serina, treonina, triptófano, tirosina y valina. Los grupos amino y carboxilo se encuentran unidos al mismo átomo de 8 carbonos y ligado a él se encuentra un grupo variable (R). Es en dichos grupos R donde las moléculas de los 20 alfa-aminoácidos se diferencian unas de otras (Sanabria, 2011).

Los aminoácidos constituyen la base fundamental de cualquier molécula biológica, y son compuestos orgánicos. No puede realizarse proceso biológico alguno, sin que en alguna fase del mismo intervengan los aminoácidos (Michitte, 2007).

Los aminoácidos son moléculas orgánicas ricas en Nitrógeno y constituyen las unidades básicas de las proteínas. También son el punto de partida para la síntesis de otros compuestos, tales como vitaminas, nucleótidos y alcaloides (Jorquera & Yuri, 2006).

El uso de aminoácidos en cantidades esenciales es bien conocido como un medio para aumentar la producción y la calidad total de cosechas. Aunque las plantas tienen la capacidad por si solas de sintetizar todos los aminoácidos que necesita a partir del nitrógeno, carbono, oxígeno e hidrógeno el proceso bioquímico es muy complejo y

consumidor de energía; por lo que, la aplicación de aminoácidos permite un ahorro de energía y un mejor desempeño de la planta en etapas críticas donde requiere elementos altamente disponibles para realizar sus funciones (Angulo, 2009).

3.2.8 Bioestimulante a base de algas pardas

Algunos de los bioestimulantes de origen natural más usados en nuestra agricultura son derivados de algas marinas. Estos productos basan su éxito en la recuperación de los elementos hormonales y/o nutricionales de los cultivos acuáticos, para ser aplicados en los cultivos agrícolas (Carrera & Canacuán, 2011).

Las algas pardas de grandes dimensiones: especies de los géneros *Laminaria* y *Ascophyllum* en Europa, *Sargassum* en países más cálidos como Filipinas, son las más utilizadas (Medjdoub, 2012).

El efecto de los extractos líquidos de algas, más que como abono (que no lo es, ya que su aporte mineral es mínimo), consiste principalmente en la estimulación de sistema radicular y en general, en la estimulación del vigor de la planta. Los extractos líquidos de algas son bioestimulantes (estimuladores del desarrollo y del sistema inmunitario y de defensa de la planta). Los principales disparadores (elicitores) de las reacciones

metabólicas que generan la estimulación de la planta están compuestos por unos tipos especiales de azúcares (oligosacáridos: moléculas compuestas entre 7 y 25 monómeros de azúcar) que se encuentra en las paredes celulares de las algas (García, 2005).

3.2.9 Bioestimulante a base de ácidos fúlvicos

Los bioestimulantes nutricionales son complejos de abonos foliares especiales de enmiendas de sustancias húmicas (ácidos húmicos y fúlvicos) líquidas, que se define como un bioestimulante que activa, sin alterar, los procesos naturales del metabolismo de las plantas (Gallardo, 1998). Los ácidos fúlvicos son fracciones activas solubles en ácidos fuertes. Constituyen una serie de compuestos sólidos o semisólidos, amorfos, de color amarillento y naturaleza coloidal, fácilmente dispersables en agua y no precipitables por los ácidos, susceptibles en cambio de experimentar floculación en determinadas condiciones de pH y concentración de las soluciones de cationes no alcalinos (FOSAC, 2007).

Son de muy rápida asimilación por las plantas debido a sus conformaciones estructurales simples y pequeñas, actuando como bioestimulantes (FOSAC, 2007). Según Quiminet (2011), entre las principales ventajas de utilizar ácido fúlvico en agricultura (Quiminet, 2011).

- Regula el pH de la solución.
- Favorece el crecimiento de las plantas.
- Facilita la absorción de nutrientes que, por su naturaleza, son difícilmente absorbidos por las plantas.
- Sirve como bioestimulante. Estimula la división celular y el crecimiento de las plantas. Aumenta la resistencia de las plantas a la sequía. Hace más eficaz la recuperación de cultivos. Mejora los suelos. Promueve la formación de ácidos nucleicos.

3.2.10 Reguladores de crecimiento

El término reguladores de crecimiento abarca a las sustancias tanto de origen natural como de origen sintético que determinan respuestas a nivel de crecimiento, metabolismo o desarrollo en las plantas. Los reguladores de crecimiento se clasifican en 5 grupos: Auxinas, Giberelinas, Citoquininas, Etileno, Acido abscisico. Suquilanda (2009), indica que las fitohormonas son:

- **Auxinas:** Se sintetiza a partir del triptófano, cumple con las siguientes funciones: estimula el alargamiento celular, efecto sobre la dominancia apical. Puede formar tumores y puede causar la muerte en cantidades altas.

- **Giberelinas (GA):** Se sintetizan en las hojas jóvenes y en las semillas, alargan los tallos o ejes florales, especialmente los de las plantas en roseta.
- **Citoquininas:** Se sintetizan en las raíces, meristemas aéreos y en las hojas jóvenes. Activan el proceso de división celular, interactuando con las auxinas, determinan la dominancia apical, retardan la senectud vegetal (hormonas fito-juveniles) y activan el transporte de nutrientes.
- **Etileno:** Se sintetiza a partir de la metionina. Se forma en los frutos carnosos al madurar, tallos y flores. Interactúa con las auxinas, promueve la maduración de los frutos incluyendo el paso de almidones y azúcares. En interacción con otras hormonas produce la caída de flores, hojas y frutos.
- **Ácido abscísico** Se trata de Sesquiterpenoides relacionados con los esteroides y carotenoides la síntesis tiene lugar en las yemas cuya función es promover la latencia en las yemas y semillas, causa cierre de estomas e inhibe el crecimiento.

3.3 Marco referencial

3.3.1 Antecedentes

Producción actual y potencial de la quinua (*chenopodium quinoa* willd.) en el Perú Entre los años 2005 - 2012, la producción de quinua creció a una tasa de 4,5% promedio anual, registrando 44 mil toneladas en el año 2012. El aumento de la producción nacional de este grano en este lapso de tiempo se atribuye a la expansión de la superficie cosechada más que una mejora de los rendimientos (MINAG, 2014).

En el año 2012, Puno concentró el 68% de la producción nacional, seguido de la región Ayacucho con un 10%. Las regiones como Arequipa, Apurímac, Junín y Ayacucho, consiguieron importantes rendimientos en ese mismo año con niveles superiores respecto al promedio nacional. En el periodo enero-junio de 2013, la producción de quinua aumentó 6,2% con respecto a similar periodo de 2012, debido al incremento de la superficie cosechada en 4,6 mil has más. (MINAG, 2014).

La quinua (*Chenopodium quinua* Willd.) por su alto valor alimenticio y nutritivo, y su adaptación a diferentes pisos agroecológicos y suelos, ha generado gran interés entre los agricultores, empresas agroindustriales e instituciones públicas y privadas, tanto nacionales como internacionales.

En el Perú es producida por pequeños agricultores en una gran diversidad de zonas agroclimáticas y pisos ecológicos con sistemas tradicionales de producción, procesamiento, almacenamiento y distribución. Los rendimientos y producción no sólo son bajos sino variables entre zonas agroecológicas, años y distribución estacional (Mujica, 2005).

Frente a esta realidad, la dirección general de Investigación Agraria del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) a través del Programa Nacional de Investigación en Cultivos Andinos, asume la responsabilidad de planificar, programar y ejecutar las actividades de investigación, transferencia de tecnología y producción de semilla, a fin de incrementar los niveles de producción y productividad, haciendo uso eficiente de los recursos naturales y procurando mantener el equilibrio ambiental, que permitirá garantizar la seguridad alimentaria (Mujica , 2005).

Los resultados obtenidos a nivel de estaciones experimentales, en campo de agricultores y otros estudios constituyen un indicativo del potencial de rendimiento que posee la quinua y muestra claramente que es posible incrementar la producción y productividad mediante el uso de variedades mejoradas, uso de semilla de alta calidad y utilizando adecuadamente las prácticas agronómicas sin aumentar necesariamente el área de cultivo (Mujica, 2005).

Arévalo (2008) realizó la investigación titulada Respuesta de cuatro líneas promisorias de quinua dulce (*Chenopodium quinoa* Will) a la aplicación de abono orgánico y químico en las localidades de Tagma y Laguacoto II, Provincia Bolívar. Los principales resultados que se obtuvieron en esta investigación fueron. La respuesta de germoplasma de quinua evaluado, fue diferente dentro y entre localidades en la mayoría de los componentes del rendimiento. El rendimiento promedio más alto de quinua se registró en la localidad de Tagma con 3 640,6 Kg/ha al 14% de humedad lo que significó un 39,02% más en comparación a Laguacoto.

El rendimiento promedio más elevado en las dos localidades se evaluó en la accesión A4: ECU – 6 717 en Tagma con 4 397 Kg/ha y en Laguacoto con 2 660 kg/ha al 14% de humedad. Para tipos de abonos en la localidad de Tagma el rendimiento promedio más alto se registró en B1: orgánico: en dosis de 10 t/ha con 3 794 kg/ha, sin embargo en Laguacoto II, el promedio mejor correspondió a B2: 50% óptico químico: 40-20-10-10 kg/ha de N-P-K-S y 50% óptimo orgánico: 5 t/ha de ecoabonaza con 2 278 kg/ha. En la combinación de factores accesiones de quinua por tipos de abonos, el rendimiento promedio más alto de quinua, en las dos localidades se registró en el T7: A4B1, (Quinua ECU - 6717 con 10 t/ha de ecoabonaza) con 4 747 Kg/ha en Tagma y 2 698 Kg/ha en Laguacoto II. Las variables independientes que contribuyeron a incrementar el

rendimiento de quinua en un 98% fueron: panojas más largas; plantas con mayor altura; rendimiento en gramos/planta y el rendimiento en kg/parcela. Las variables que redujeron el rendimiento en un 30% fueron las enfermedades foliares como Mildiú y el acame de plantas por tallo.

Mamani (2007), Realizó su investigación titulada “respuesta a cinco niveles de nitrógeno en dos cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa willd.*) en condiciones de la localidad La Yarada, sus resultados indicaron que el rendimiento de grano del cultivar Toledo, de acuerdo con la función de respuesta encontrada, el cultivar Toledo, con un nivel de fertilización nitrogenada de 206,45 Kg/ha, alcanza un rendimiento de grano máximo de 4 317 kg/ha.

Aquino (2006) En su ensayo titulado “Rendimiento de diez cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) en la provincia de Tarata” sus resultados fueron: En cuanto a la longitud de panoja, el cultivar Blanca de Junín fue superior en promedio con 28,850, seguido de Ayara con 26,850 y el cultivar BB con 25,525 cm. La Panoja con menor longitud le correspondió al cultivar Koyto con 18, 525 cm. El cultivar Nariño, desarrolló panojas más anchas en promedio con 4, 625 cm, seguido de Blanca de Junín con 4, 550 cm y BB con 4, 050 cm; en el último lugar se encuentra el cultivar Achachino con 3, 050 cm. Los cultivares que

expresaron, los mayores rendimientos de grano fueron Nariño con 3, 621 kg/ha, Ratuqui con 3 550 kg/ha, Achachino con 3 080 kg/ha, que se comportan estadísticamente en forma similar. Los cultivares Pasankalla y Koyto fueron los menos rendidores de grano con 886 kg/ha, que tienen también el mismo comportamiento estadístico.

Carpio (2014), en su investigación “comparativo de rendimiento de 7 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el valle de Ite, Provincia Jorge Basadre, Región Tacna” sus resultados evidenciaron que el mayor rendimiento de grano, lo obtuvo el tratamientos T6 (Amarillo de Marangani); T1 (Salcedo INIA) y T4 (Pasankalla) que obtuvieron los mayores promedios con 2.69 t/ha, 2.53 t/ha y 2.20 t/ha respectivamente y al realizar el análisis de proteína destaca con 18.31% la variedad Amarilla de Marangani seguida de Kankolla con 17,34% respectivamente.

Alfaro (2006), realizó su investigación titulada “Comparativo de rendimiento de dieciséis genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), en condiciones de la localidad de la Yarada, sus resultados demostraron en cuanto a la variable altura de planta los cultivares, fue muy variado los que alcanzaron mayor altura son: Ecu-420 (140,75 cm), Masal-389 (96,65 cm), 24(80)3 (95,75 cm), 03-08-072RM (92,25 cm) y 03-08-907 (91,21 cm). En cuanto a rendimiento de grano, los cultivares Ecu-

420 con un rendimiento de 3 824,79 kg/ha seguido de los cultivares G-205-95 (3 048,78 kg/ha), 24(80)3 (2 771,42 kg/ha), Masal-389 (2 235,61 kg/ha) y Utusaya (2 121,389 kg/ha) a distanciamiento de 0,80 m entre líneas.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación es experimental bajo el diseño de bloques completos al azar.

4.2 Población y muestra

4.2.1 Población

La población está conformada por 5 poblaciones de tratamientos incluidas en el ensayo.

4.2.2 Muestra

La muestra comprende 10 plantas tomadas al azar de cada unidad experimental, siendo 200 plantas las que se evaluaron.

4.2.3 Características de la variedad Salcedo INIA

Descripción

- Fecha de liberación: setiembre 1995

- Estación experimental: Agraria Illpa – Puno
- Adaptación: Altiplano
- Valles interandinos y costa 1 284 a 3 950 msnm
- Periodo vegetativo:150 días
- Rendimiento comercial: 2,5 t/ha
- Rendimiento potencial: 4,0 t/ha

4.2.4 Descripción del bioestimulante Agrocitoq

Composición química

- Promotor citoquinico (11 000 ppm) 10% p/v
- Aminoácidos libres: 50% p/v
- Nitrógeno total (N) 50% p/v

Modo de acción

Estimula la división celular, incrementando el tamaño de los frutos; como consecuencia, se obtiene mejores rendimientos y calidad del fruto.

Además, los frutos tienen mayores calibres, son más homogéneos y gracias a su consistencia se conservan mejor después de la cosecha.

Hace retrasar la senescencia de las hojas y por ende la planta sigue creciendo con mayor estimulación en su metabolismo.

Estos beneficios se pueden sintetizar como:

- A nivel de hojas incrementa el nivel de clorofila y aumenta la fijación de CO₂.
- A nivel de hojas, aumenta la actividad enzimática ya apertura de estomas.
- A nivel de fruto, incrementa la división celular y por ende el crecimiento del fruto hacia un mayor calibre.
- Antes de la floración estimula la diferenciación final sobre estambres, pistilos y óvulos (Agrodiser 2014).

4.2.5 Análisis de suelo

Tabla 2. Características físico – químicas del suelo.

ANÁLISIS FÍSICO	RESULTADOS
Arena	60,7 %
Limo	22,1 %
Arcilla	17,2%
Textura	Franco arenoso
ANÁLISIS QUÍMICO	RESULTADOS
pH	8,01
C.E.mS/m	0,54
CaCO ₃	0,85%
M.O.	1,02 %
P	15,26 ppm
K	300,512ppm
N	0,054%
CIC me/100 g	9,90

Fuente: Laboratorio de análisis químico y servicios E.I.R.L. Paucarpata Arequipa (2014)

La tabla 2 del análisis físico - químico del suelo, indica que es un suelo de textura franco - arenoso, presentando un suelo con pH de 8,01 según S.Q.M. (2004) es moderadamente alcalino, con una conductividad eléctrica de 0,54, evidenciándose un suelo de baja salinidad. El contenido de fósforo fue de 15,26 ppm considerado bajo, en cuanto al contenido de materia orgánica fue de 1,10% es baja. El contenido de nitrógeno alcanzó el 0,054% considerándose un suelo pobre, la capacidad de intercambio catiónico fue de 9,90 meq/100 g considerado bajo.

4.2.6 Condiciones meteorológicas

Los datos sobre las condiciones climáticas presentes durante la conducción del experimento se presentan en la tabla 3, que a continuación se detalla:

Tabla 3. Datos de los promedios meteorológicos 2014

Meses	Temperatura		Temperatura promedio	Humedad relativa %
	máxima °C	mínima		
Agosto	27,9	8,8	19,0	82,0
Setiembre	27,6	9,2	19,2	78,0
Octubre	28,0	9,4	19,5	80,0
Noviembre	28,1	9,4	19,8	78,0
Diciembre	28,5	9,7	20,1	80,0
Enero	28,9	9,9	20,2	81,1

Fuente: Senamhi (2014)

La tabla 3, los promedios de temperatura se encuadran dentro de los rangos que el cultivo requiere. La temperatura media adecuada para la quinua está alrededor de 15 – 20 °C; sin embargo, se ha observado que con temperaturas medias de 10°C se desarrolla perfectamente el cultivo, así mismo ocurre con temperaturas medias y altas de hasta 25°C, prosperando adecuadamente, al respecto se ha determinado que esta planta también posee mecanismos de escape y tolerancia a bajas temperaturas, pudiendo soportar hasta menos de 8 °C en determinadas etapas fenológicas, siendo la más tolerante, la ramificación; y las más susceptibles, la floración y llenado de grano. (Mujica, A. & Jacobsen S.E.1998).

4.2.7 Diseño de investigación

El experimento se realizó con un diseño de bloques completos al azar con 5 tratamientos a base del bioestimulante y 4 repeticiones con un total de 20 unidades experimentales.

4.2.8 Tratamientos en estudio

T₀ testigo

T₁ 1,2 L/ha Agrocitoq

T₂ 1,5 L/ha Agrocitoq

T₃ 1,8 L/ha Agrocitoq

T₄ 2,1 L/ha Agrocitoq

Tabla 4. Aleatorización de tratamientos en el campo experimental

Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV
T ₁	T ₃	T ₂	T ₀
T ₄	T ₂	T ₃	T ₁
T ₃	T ₀	T ₁	T ₄
T ₂	T ₄	T ₀	T ₃
T ₀	T ₁	T ₄	T ₂

Fuente. Elaboración propia

4.2.9 Características del campo experimental

Campo experimental

Largo : 30 m

Ancho : 26 m

Área : 780 m²

Bloque experimental

Largo : 30 m

Ancho : 6,5 m

Área : 195 m²

Unidad experimental

Largo	:	30 m
Ancho	:	0.40 m
Área	:	12 m ²

4.2.10 Conducción del experimento

a) Análisis químico del suelo

Con el propósito de establecer las condiciones nutricionales del suelo, se tomó una muestra en un perfil de 0-20 cm. de profundidad, y se enviaron al laboratorio para su análisis en el laboratorio de análisis químico y servicios E.I.R.L. Paucarpata, Arequipa.

b) Preparación de suelo

La preparación del suelo se efectuó 20 días antes de la siembra en las cuales se desarrollaron las siguientes labores: arado, rastra y surcado y luego se procedió a delimitar las parcelas del ensayo.

c) Siembra

La siembra se realizó manualmente a chorro continuo en cada unidad experimental.

d) Aplicación de Agrocitoq

El Agrocitoq se aplicó en las siguientes etapas de desarrollo del cultivo para todos los tratamientos:

- Al inicio de la floración
- Al inicio del cuajado
- Al inicio del llenado del grano

e) Riego

Se aplicaron los riegos de forma localizada por goteo directamente al cuello de la planta para atender las necesidades del cultivo.

f) Fertilización

Un nivel de fertilización para el cultivo de quinua, recomendado es 200 – 85 – 20 kg de N, P₂O₅, K₂O por hectárea.

Como fuente de N, P, K se utilizaron, urea, nitrato de amonio, nitrato de calcio, fosfato monoamónico, fosfato diamónico, sulfato de potasio, nitrato de potasio.

La mitad de fósforo y potasio se incorporó al momento de la preparación de terreno. La otra mitad de fósforo y potasio se

inyecto por el sistema de riego. Las fuentes nitrogenadas se disolvieron en agua aplicando en forma fraccionada interdiaria a partir de los 12 días de la siembra mediante la inyección por el sistema de riego.

g) Control de malezas

El control de malezas se efectuó manualmente en cada parcela, mediante 5 deshierbas que se realizaron cada 15 días a fin de mantener el cultivo sin competencia con las mismas, las malezas que se presentaron fueron las siguientes:

- Yuyo (*Amaranthus hybridus*)
- Amor seco (*Bidens pilosa*)
- Cebadilla (*Bromus catharticus*)

h) Control fitosanitario

Primeramente se realizó la desinfección de la semilla para evitar la chupadera fungosa (*Rhizoctonia solani*), se utilizó Farnathe 100 gr/ 20 l, para el control preventivo para Mildiú (*Peronospora farinosa*) a los 10-15 días de germinado con caldo sulfocálcico. En los controles curativos se controló con Coraza a una dosis de 1 kg/ha.

Para el control de gusano de tierra (*Agrotis ípsilon*), se utilizó Furia a una dosis de 0,5 l/ha.

i) Cosecha

La cosecha se efectuó manualmente una vez que el cultivo alcanzó la madurez fisiológica.

4.3 Técnicas aplicadas en la recolección de información

La recolección se realizó desde la siembra hasta la cosecha, seleccionando al azar 10 muestras de cada tratamiento.

4.3.1 Variables de respuesta

a) Altura de planta

Se tomó la altura teniendo como referencia la proporción entre la parte basal de la planta y el ápice de la hoja terminal.

Este dato se determinó en 10 plantas tomadas al azar del área útil de cada parcela, a los 45 días de edad de las plantas que fueron identificadas con una cinta roja. Luego se tomó el mismo dato a los 90 días en las mismas plantas y se expresó en centímetros.

b) Días a floración

Este dato se evaluó según el número de días en que más del 50 % de las plantas de cada parcela presentan floración.

c) Diámetro de panoja

Se determinó el número de panojas por planta, y se evaluó considerando el número de panojas contabilizadas en 0,25 m² tomado al azar del área útil de cada parcela a la cosecha.

d) Longitud de panoja

La longitud de la panícula se evaluó entre el cuello ciliar y el ápice de la panícula. Este dato fue tomado en 10 panículas tomadas al azar del área útil de cada parcela a la cosecha, y se expresó en centímetros.

e) Peso de mil granos

De los granos cosechados en cada parcela se seleccionaron 1000 granos sanos y completamente desarrollados. Se pesaron y expresó en gramos.

f) Rendimiento total

El rendimiento total de grano obtenido se determinó relacionando el rendimiento por área útil proyectado a hectárea. Se expresó en kg/ha.

4.4 Instrumentos de medición

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

4.5 Análisis estadístico

Los resultados se analizaron mediante el análisis de varianza (ANVA); a una prueba de F de 0,05 y 0,01 de probabilidades y para la comparación múltiple de medias se empleó la prueba de significancia Duncan. Para determinar la dosis óptima de Agrocitoq se empleó el análisis de regresión polinomial.

CAPÍTULO V
TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS

4.6 Resultados y discusión

Tabla 5. Análisis de varianza de altura de planta a los 45 días después de la siembra

F. V	GL	SC	CM	FC	F α		
					0,05	0,01	
Bloques	3	131,865	43,955		3,49	5,95	NS
Tratamientos	4	770,203	192,550	0,981	3,26	5,41	*
Lineal	1	339,423	339,423	4,299	4,75	9,33	*
Cuadrático	1	114,00	114,00	7,578	4,75	9,33	NS
Cúbico	1	18,393	18,393	2,545	4,75	9,33	NS
Cuartico	1	207,03	207,03	0,410	4,75	9,33	NS
Error	12	537,466	44,788	4,622			
Total	19	1 439,534					

CV: 13,44 %

Fuente: Elaboración propia

La tabla 5 del análisis de varianza para la altura de planta a los 45 días después de la siembra, muestra que entre bloques no existen diferencias estadísticas, por lo que se indica que los bloques fueron homogéneos; en cuanto a los tratamientos existen diferencias estadísticas altamente significativas ya que uno de los tratamientos resultó con mayor efecto sobre su altura con un nivel de confianza del

99%. El coeficiente de variabilidad fue de 13,44 % siendo aceptable para el ensayo llevado en campo.

Tabla 6. Prueba de significación de Duncan de altura de planta a los 45 días después de la siembra

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio (cm)	Significación $\alpha = 0,05$
1	T ₃ : 1,8 L/ha	58,09	a
2	T ₄ : 2,1 L/ha	53,31	a b
3	T ₂ : 1,5 L/ha	52,27	a b c
4	T ₁ : 1,2 L/ha	43,11	b c
5	T ₀ : Testigo	42,02	c

Fuente: Elaboración propia

La tabla 6 de la prueba de significación de Duncan de altura de planta nos muestra que el tratamiento T₃ alcanzó el mayor promedio con 58,09 cm seguido del tratamiento T₄ con 53,31 cm, que fueron estadísticamente iguales entre sí; y en el tercer lugar el tratamiento T₂ con 52,27 cm respectivamente, por otra parte se observa que los tratamientos T₁ y T₀ obtuvieron promedios de 43,11 cm y 42,02 cm respectivamente.

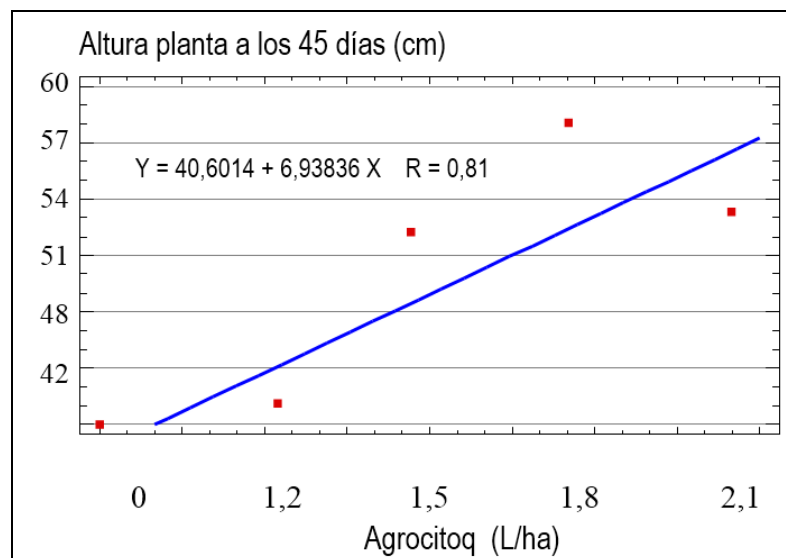


Figura 1. Regresión lineal altura de planta vs bioestimulante Agrocitoq

Fuente: Elaboración propia

La figura 1 muestra que la altura máxima se halló con la dosis de 1,8 L/ha donde la ecuación de regresión es de $Y = 40,6014 + 6,93836X$ indicando que por cada unidad del bioestimulante aplicado al cultivo su altura se incrementará en 6,93836 cm; asimismo se observa que existe una correlación altamente significativa entre las variables en estudio ($R=0,81$).

Tabla 7. Análisis de varianza de altura de planta a los 90 días después de la siembra

F. V	GL	SC	CM	FC	F α		
					0,05	0,01	
Bloques	3	18,250	6,0833	3,395	3,49	5,95	NS
Tratamientos	4	4 379,438	1 094,859	611,084.	3,26	5,41	**
Lineal	1	3 785,011	3 785,011	2113,350	4,75	9,33	**
Cuadrático	1	29,077	29,077	14,752	4,75	9,33	**
Cúbico	1	543,766	543,766	303,610	4,75	9,33	**
Cuartico	1	2,637	2,637	1,460	4,75	9,33	ns
Error	12	21,500	1,791				
Total	19	4419,188					

CV: 0,750%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 7 del análisis de varianza para la altura de planta a los 90 días, muestra que entre bloques no existen diferencias estadísticas, por lo que se indica que los bloques fueron homogéneos, en cuanto a los tratamientos existen diferencias estadísticas altamente significativas lo que permite afirmar que uno de los tratamientos resulto con mayor efecto sobre su altura con un nivel de confianza del 99%. El coeficiente de variabilidad fue de 0,750 % siendo aceptable para el ensayo llevado en campo.

Tabla 8. Prueba de significación de Duncan de altura de planta a los 90 días después de la siembra

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio (cm)	Significación $\alpha = 0,05$
1	T ₃ : 1,8 L/ha	195,528	a
2	T ₄ : 2,1 L/ha	189,195	b
3	T ₂ : 1,5 L/ha	184,115	c
4	T ₁ : 1,2 L/ha	168,175	d
5	T ₀ : Testigo	154,995	e

Fuente: Elaboración propia

La tabla 8. de la prueba de significación de Duncan de altura de planta a los 90 días nos muestra que el tratamiento T₃ alcanzó el mayor promedio con 195,528 cm seguido del tratamiento T₄ con 189,195 cm que fueron estadísticamente iguales entre sí; y en tercer lugar el tratamiento T₂ con 184,115 cm respectivamente; por otra parte se observa que los tratamientos T₁ y T₀ obtuvieron promedios de 168,175 cm y 154,995 cm respectivamente; Arana (2014) con las variedades Salcedo INIA y Blanca de Juli obtuvo promedios de 1,780 y 1,720 cm inferior al obtenido en la presente investigación; sin embargo, Carpio (2014) en su investigación informa que la mayor altura de planta 1,22 y 1,17 m fueron de las variedades Salcedo INIA y Pasankalla, promedio menores a los obtenidos en la presente investigación. Las respuestas de las variedades para esta variable probablemente obedezcan a las características morfológicas propias de cada variedad, en relación con las

condiciones climáticas de época de primavera, asimismo estos resultados difieren de los obtenidos por Alfaro (2001) quien reportó valores variados en altura de planta en sus cultivares, los que alcanzaron mayor altura son: Ecu-420 (140,75 cm), Masa-389 (96,65 cm), 24(80)3 (95,75 cm), 03-08-072RM (92,25 cm) y 03-08-907 (91,21 cm).

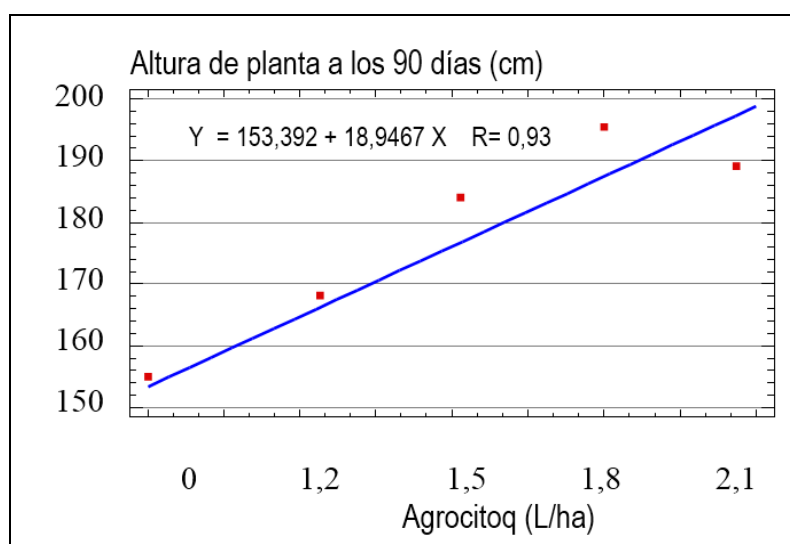


Figura 2. Regresión lineal altura de planta a los 90 días vs bioestimulante Agroquito

Fuente: Elaboración propia

La figura 2 muestra que la altura máxima se halló con la dosis de 1,8 L/ha donde la ecuación de regresión es de $Y = 153,392 + 18,9467X$ indicando que por cada unidad de Agroquito aplicado al cultivo su altura se incrementará en 18,9467 cm; asimismo se observa que existe una

correlación altamente significativa entre las variables en estudio (R=0,93**).

Tabla 9. Análisis de varianza de días a la floración

F. V	GL	SC	CM	FC	F α	
					0,05	0,01
Bloques	3	8,803	2,934	0,637	3,49	5,95 NS
Tratamientos	4	273,203	68,301	4,55	3,26	5,41 *
Lineal	1	250,000	250,000	54,259	4,75	9,33 **
Cuadrático	1	10,286	10,286	2,236	4,75	9,33 NS
Cúbico	1	2,500	2,500	0,543	4,75	9,33 NS
Cuartico		10,417	10,417	2,265	4,75	9,33 NS
Error	12	55,196	4,599			
Total	19	337,202				

CV: 3,02 %

Fuente: Elaboración propia

La tabla 9. Del análisis de varianza de días a la floración muestra que entre bloques no existen diferencias estadísticas, esto indica que los bloques fueron homogéneos; en cuanto a los tratamientos existen diferencias estadísticas altamente significativas ya que uno de los tratamientos resultó con mayor efecto sobre su altura con un nivel de confianza del 99%. El coeficiente de variabilidad fue de 3,02 % siendo aceptable para el ensayo llevado en campo.

Tabla 10. Prueba de significación de Duncan de días a la floración

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio Días	Significación $\alpha = 0,05$
1	T ₃ :1,8 L/ha	67	a
2	T ₄ :2,1 L/ha	68	b
3	T ₂ :1,5 L/ha	72	b
4	T ₁ :1,2 L/ha	73	c
5	T ₀ : Testigo	77	c

Fuente: Elaboración propia

La tabla 10 de la prueba de significación de Duncan de días a la floración nos muestra que el tratamiento T₃ alcanzó el mayor promedio con 67 días seguido los tratamientos T₄ y T₂ con 68 y 72 días y se demostró que son estadísticamente iguales entre sí; y en cuarto lugar se ubicó el tratamiento T₁ con 73 días respectivamente, el tratamiento de menor promedio fue el T₀ con 77 días.

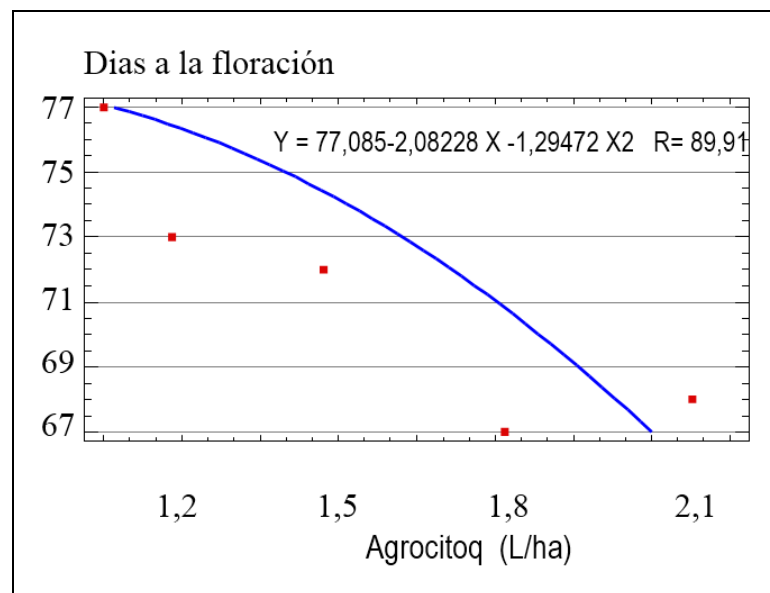


Figura 3. Regresión polinomial días a la floración vs bioestimulante Agrocitoq

Fuente: Elaboración propia

La figura 3 muestra que la ecuación cuadrática que fue $Y = 77,085 - 2,08228 X - 1,29472 X^2$ que al derivarla se obtiene el óptimo de agrocitoq de 0,36 l/ha con la que se obtiene un óptimo de días a la floración de 76 días respectivamente.

Tabla 11. Análisis de varianza de diámetro de la panoja

F. V	GL	SC	CM	FC	F α	
					0,05	0,01
Bloques	3	0,128	0,042	3,211	3,49	5,95 NS
Tratamientos	4	19,086	4,771	356,552	3,26	5,41 **
Lineal	1	14,556	14,556	1119,692	4,75	9,33 **
Cuadrático	1	0,094	0,094	7,230	4,75	9,33 *
Cúbico	1	2,709	2,709	208,384	4,75	9,33 **
Cuartico	1	1,727	1,727	132,846	4,75	9,33 **
Error	12	0,161	0,013			
Total	19	19,375				

CV: 1,288 %

Fuente: Elaboración propia

La tabla 11 del análisis de varianza para diámetro de la panoja muestra que entre bloques no existen diferencias estadísticas, esto indica que los bloques fueron homogéneos; en cuanto a los tratamientos existen diferencias estadísticas altamente significativas lo que permite afirmar que uno de los tratamientos resultó con mayor efecto sobre su altura con un nivel de confianza del 99%. El coeficiente de variabilidad fue de 1,288 % siendo aceptable para el ensayo llevado en campo.

Tabla 12. Prueba de significación de Duncan de diámetro de la panoja

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio cm	Significación $\alpha = 0,05$
1	T ₃ : 1,8 L/ha	10,37	a
2	T ₄ : 2,1 L/ha	9,93	b
3	T ₂ : 1,5 L/ha	8,43	c
4	T ₁ : 1,2 L/ha	8,13	d
5	T ₀ : Testigo	8,04	d

Fuente: Elaboración propia

La tabla 12, de la prueba de significación de Duncan de diámetro de la panoja nos muestra que el tratamiento T₃ alcanzó el mayor promedio 10,37 cm seguido de los tratamientos T₄ y T₂ con 9,93 y 8,43 cm en el cuarto lugar el T₁ con 8,13 cm, el tratamiento de menor promedio fue el T₀ con 8,04 cm.

Arana (2014) con la Salcedo INIA y Blanca de Juli obtuvo el mayor promedio con 14,17 cm y 13,63 cm valores superiores a los de la presente investigación, estos resultados concordados con Mujica (2001), que el ancho de panoja es variable alcanzando de 30 a 80 cm de longitud por 5 a 30 cm de diámetro, estos valores son mayores a los reportados por Aquino (2007) que con 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; sin embargo Gutiérrez (1994) para las variables de Ancho y Largo de Panoja sobresalieron en Ancho de Panoja los cultivares Local de Torata con 10,1 quedando en último lugar Chucapaca con 4,9 cm.

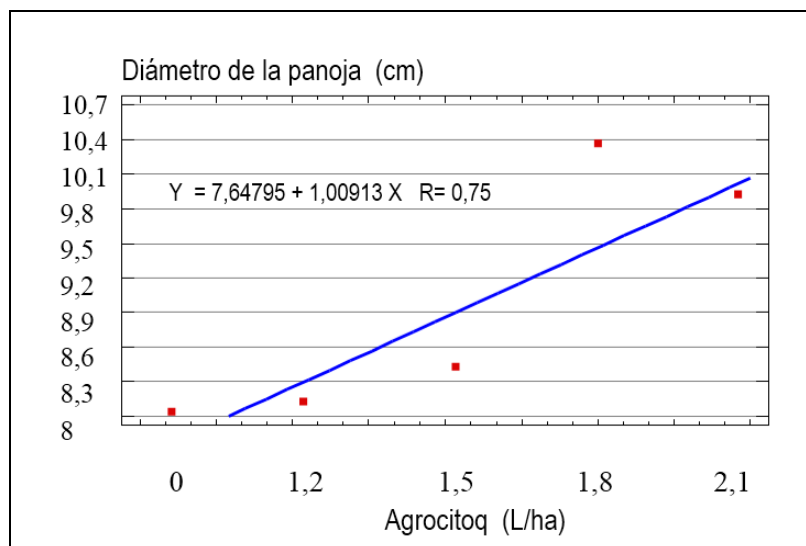


Figura 4. Regresión lineal diámetro de la panoja vs bioestimulante Agroquito

Fuente: Elaboración propia

La figura 4, muestra que la altura máxima se halló con la dosis de 1,8 L/ha donde la ecuación de regresión es de $Y = 7,64795 + 1,00913 X$ indicando que por cada unidad de Agroquito aplicado al cultivo el diámetro de la panoja se incrementará en 1,00913 cm; asimismo se observa que existe una correlación significativa entre las variables en estudio ($R=0,75^*$).

Tabla 13. Análisis de varianza de longitud de la panoja

F. V	GL	SC	CM	FC	F α	
					0,05	0,01
Bloques	3	1,838	0,612	0,537	3,49	5,95 NS
Tratamientos	4	86,298	21,574	18,894	3,26	5,41 **
Lineal	1	63,984	63,984	56,077	4,75	9,33 **
Cuadrático	1	3,770	3,770	3,304	4,75	9,33 NS
Cúbico	1	11,859	11,859	10,393	4,75	9,33 **
Cuartico	1	6,685	6,685	5,858	4,75	9,33 *
Error	12	13,702	1,141			
Total	19	101,838				

CV: 2.995 %

Fuente: Elaboración propia

La tabla 13, del análisis de varianza para longitud de la panoja muestra que entre bloques no existen diferencias estadísticas, esto indica que los bloques fueron homogéneos; en cuanto a los tratamientos existen diferencias estadísticas altamente significativas, ya que uno de los tratamientos resultó con mayor efecto en relación a la longitud con un nivel de confianza del 99%. El coeficiente de variabilidad fue de 2.995 % siendo aceptable para el ensayo llevado en campo según Calzada Benza (1979).

Tabla 14. Prueba de significación de Duncan de longitud de la panoja

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio Cm	Significación $\alpha = 0,05$
1	T ₃ : 1,8 L/ha	38,907	a
2	T ₄ : 2,1 L/ha	36,988	b
3	T ₂ : 1,5 L/ha	35,268	c
4	T ₁ : 1,2 L/ha	34,200	c d
5	T ₀ : Testigo	33,018	d

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14, de la prueba de significación de Duncan de longitud de la panoja nos muestra que el tratamiento T₃ alcanzó el mayor promedio con 38,907 cm seguido de los tratamientos T₄ y T₂ con 36,988 cm y 35,268 cm; en cuarto lugar se ubicó el tratamiento T₁ con 34,200 cm respectivamente, el tratamiento de menor promedio fue el T₀ con 33,018 cm . En su investigación Arana (2014) con la Salcedo INIA y Blanca de Juli obtuvo el mayor promedio con 75,82 y 74,63 cm superando estadísticamente a los tratamientos utilizados en la presente investigación. Aquino (2006) en cuanto a la longitud de panoja, el cultivar Blanca de Junín fue superior en promedio con 28,850, seguido de Ayara con 26,850 y el cultivar BB con 25,525 cm. La Panoja con menor longitud le correspondió al cultivar Koyto con 18, 525 cm estos valores fueron inferiores a los encontrados en la presente investigación, también difieren de los encontrados por Alfaro (2001). En cuanto a las variables longitud

y ancho de panoja, en longitud de panoja el cultivar Ecu-420 ocupa el primer lugar con una longitud de panoja de 56,65 cm, seguido de los cultivares 03-21-072RM (41,05 cm) y 03-21-079 BB (38,15 cm). Ocupa el último lugar el cultivar CQ-CHILE-0.20 (22,40 cm). En ancho de panoja Ecu-420 ocupa el primer lugar con un ancho de panoja de 12,75 cm, seguido del cultivar Masal-389 (7,41 cm), del cultivar 24(80)3 (7,26 cm). Sin embargo; Sarmiento, (2011) en la Yarada Baja, sector “Los olivos”, quien obtuvo la mayor longitud de panoja con la variedad A. Maranganí con 72,20 cm., similar a Blanca de Juli e Illpa INIA respectivamente.

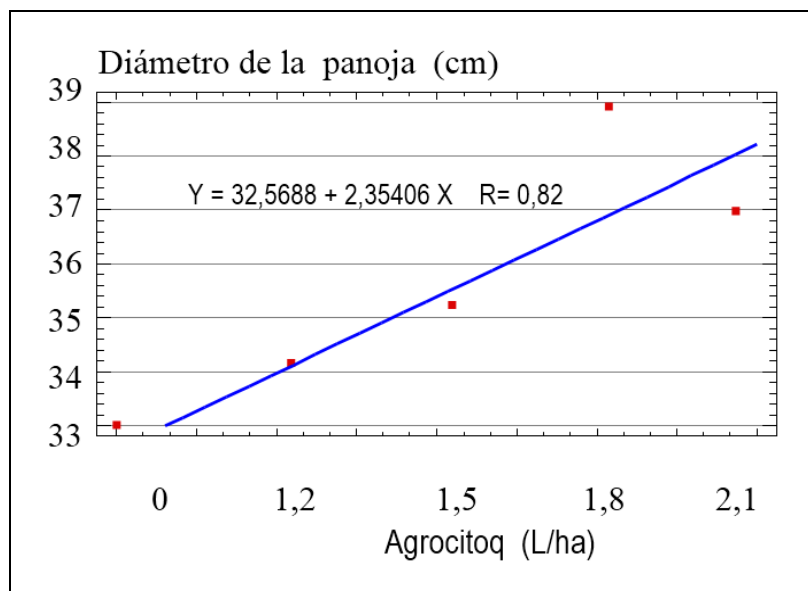


Figura 5. Regresión lineal longitud de la panoja vs bioestimulante Agrocitoq

Fuente: Elaboración propia

La figura 5 muestra que la altura máxima se halló con la dosis de 1,8 L/ha donde la ecuación de regresión es de $Y = 32,5688 + 2,35406X$ indicando que por cada unidad de agrocitoc aplicado al cultivo, la longitud de la panoja se incrementará en 2,35406 cm; asimismo se observa que existe una correlación significativa entre las variables en estudio ($R=0,82^*$).

Tabla 15. Análisis de varianza de peso de mil gramos

F. V	GL	SC	CM	FC	F α	
					0,05	0,01
Bloques	3	0,181	0,060	0,876	3,49	5,95 NS
Tratamientos	4	4,126	1,02	14,867	3,26	5,41 **
Lineal	1	3,482	3,588	52,000	4,75	9,33 **
Cuadrático	1	0,341	0,025	0,362	4,75	9,33 NS
Cúbico	1	0,144	0,500	7,246	4,75	9,33 *
Cuartico	1	0,098	0,098	1,420	4,75	9,33 Ns
Error	12	0,830	0,069			
Total	19	5,124				

CV: 8,446%

Fuente: elaboración propia

La tabla 15 del análisis de varianza para peso de 1000 gramos de semilla muestra que entre bloques no existen diferencias estadísticas, lo que indica por que los bloques fueron homogéneos, en relación a los tratamientos existen diferencias estadísticas altamente significativas ya que uno de los tratamiento resultó con mayor efecto sobre el peso de 1000 semillas con un nivel de confianza del 99%. El coeficiente de

variabilidad fue de 8,466% siendo aceptable para el ensayo llevado en campo.

Tabla 16. Prueba de significación de Duncan de peso de 1000 semillas

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio g	Significación $\alpha = 0,05$
1	T ₃ : 1,8 L/ha	3,637	a
2	T ₄ : 2,1 L/ha	3,605	a
3	T ₂ : 1,5 L/ha	3,047	b
4	T ₁ : 1,2 L/ha	2,812	bc
5	T ₀ : Testigo	2,467	c

Fuente: elaboración propia

La tabla 16 de la prueba de significación de Duncan de peso de 1 000 semillas muestra que los tratamientos T₃ y T₄ alcanzaron el mayor promedio con 3,637 g y 3,605 g y son estadísticamente iguales entre sí; y en el tercer y cuarto lugar se ubicaron los tratamientos T₂ y T₁ con 3,047 y 2,812 g respectivamente, el tratamiento de menor promedio fue el T₀ con 2,467 g .

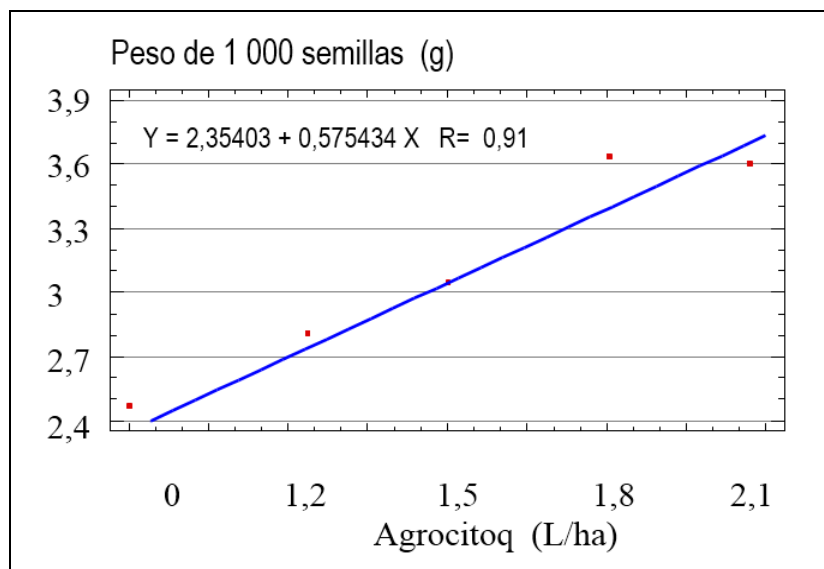


Figura 6. Regresión lineal peso de 1000 semillas vs bioestimulante Agroquito

Fuente: elaboración propia

La figura 6 muestra que la altura máxima se halló con la dosis de 1,8 L/ha donde la ecuación de regresión es de $Y = 2,35403 + 0,575434 X$ indicando que por cada unidad de Agroquito aplicado al cultivo, el peso de 1000 semillas se incrementará en 0,575434 g, asimismo se observa que existe una correlación altamente significativa entre las variables en estudio ($R=0,91$).

Tabla 17. Análisis de varianza de rendimiento (t/ha).

F. V	GL	SC	CM	FC	F α	
					0,05	0,01
Bloques	3	0,099	0,033	2,450	3,49	5,95 NS
Tratamientos	4	10,056	2,514	185,49	3,26	5,41 **
Lineal	1	8,855	8,855	681,153	4,75	9,33 **
Cuadrático	1	0,057	0,057	4,384	4,75	9,33 NS
Cúbico	1	1,134	1,134	87,230	4,75	9,33 **
Cuartico	1	0,009	0,009	0,692	4,75	9,33 NS
Error	12	0,162	0,013			
Total	19	10,317				

CV: 3,661%

Fuente: elaboración propia

La tabla 17 del análisis de varianza para rendimiento evidencia que entre bloques no existen diferencias estadísticas, por lo que indica que los bloques fueron homogéneos; en relación a los tratamientos existen diferencias estadísticas altamente significativas ya que al menos uno de los tratamientos difiere en su rendimiento que los demás con un nivel de confianza del 99%. El coeficiente de variabilidad fue de 3,661% siendo aceptable para el ensayo llevado en campo.

Tabla 18. Prueba de significación de rendimiento (t/ha).

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio t/ha	Significación $\alpha = 0,05$
1	T ₃ : 1,8 L/ha	3,967	a
2	T ₄ : 2,1 L/ha	3,735	b
3	T ₂ : 1,5 L/ha	3,450	c
4	T ₁ : 1,2 L/ha	2,700	d
5	T ₀ : Testigo	2,047	e

Fuente: elaboración propia

La tabla 18 de la prueba de significación de Duncan de rendimiento del cultivo muestra que el tratamiento T₃ logró el mayor promedio con 3,967 t/ha; en segundo lugar se ubicó el tratamiento T₄ con 3,735 t/ha; en tercer lugar, se ubicó el tratamiento T₂ con 3,450 t/ha ; en el cuarto lugar se ubicó el tratamiento T₁ con 2,700 t/ha respectivamente, el tratamiento de menor promedio fue el T₀ con 2,467 t/ha.

Se puede afirmar que la aplicación de bioestimulantes influye en el metabolismo de las plantas, corroborando lo que dice Palazón (2011), en que los bioestimulantes mejoran la vigorosidad, desarrollo del cultivo, calidad, resistencia e incremento productivo, pero no se cumple en que a mayor dosis más reacción del cultivo, es así que el rendimiento se logró con una dosis más alta. Arana (2014) obtuvo con Salcedo INIA un rendimiento de 3412,62 kg/ha en el C.E.A. III inferior la obtenido en la presente investigación, al respecto Cerón (2002), considera que los materiales con producciones menores a 1000 kg/ha son de bajo rendimiento, entre 1 000 y 1 500 kg/ha son intermedios; de 1 500 a 2 000 kg/ha son buenos; de 2 000 a 3 000 son de alto rendimiento. De acuerdo a esto los rendimientos obtenidos en la presente investigación se pueden considerar como buenos y altos. Mújica (2013) afirma, sin embargo el potencial de rendimiento de grano de la quinua alcanza a 6 000 kg/ha, sin embargo, la producción más alta obtenida en condiciones óptimas de

suelo, humedad, temperatura y en forma comercial está alrededor de 6 t/ha, en promedio y con adecuadas condiciones de cultivo (suelo, humedad, clima, fertilización y labores culturales oportunas), se obtiene rendimientos de 3.5 t/ha (MINAG, 2013), Mamani (2007) logró alcanzar un rendimiento con la variedad Utusaya de 3 883,51 kg/ha. Si bien el rendimiento de grano de este cultivar, puede ser considerado como bueno, también el requerimiento de nitrógeno es relativamente elevado, en lo relacionado a la variedad Toledo en su investigación logró un rendimiento de 4 317 kg/ha. Este comportamiento de los cultivares se puede asociar a su mayor desarrollo de área foliar, lo que le habría permitido interceptar una mayor cantidad de radiación, con una consecuente acumulación favorable de biomasa; también una característica de este cultivar sería su habilidad para almacenar adecuadamente en los granos la biomasa generada. Así mismo tendría mayor capacidad de asimilación de nutrientes, y un mejor comportamiento a las condiciones del verano donde fueron cultivadas, por lo tanto la época de siembra tiene un efecto significativo en el desarrollo del cultivo. Mamani (2007) evaluó el rendimiento de 2 variedades de quinua donde obtuvo un rendimiento de grano de las variedades Kancolla y Real Boliviana de 1727,82 kg/ha, estos valores fueron inferiores donde directamente afectó el sistema de riego por gravedad; por otra parte,

Alfaro (2001) en su investigación sobre el comportamiento de rendimiento de 16 genotipos de quinua en la Yarada obtuvo los mayores promedios con Ecu-420 con un rendimiento promedio de 3 824,79 kg/ha seguido de los cultivares G-205-95 con 3 048,18 kg/ha, estos valores superan a los rendimientos encontrados en el presente estudio, a diferencia de las variedades Salcedo INIA y Chullpi que superó al G-205-95 respectivamente. Mujica (2000) indica que los factores abióticos adversos revisten gran importancia en el proceso productivo de la quinua, puesto que en muchos casos son determinantes para la obtención de buenas cosechas, por ello su estudio, identificación de sus mecanismos y mejoramiento para obtener resistencia son fundamentales.

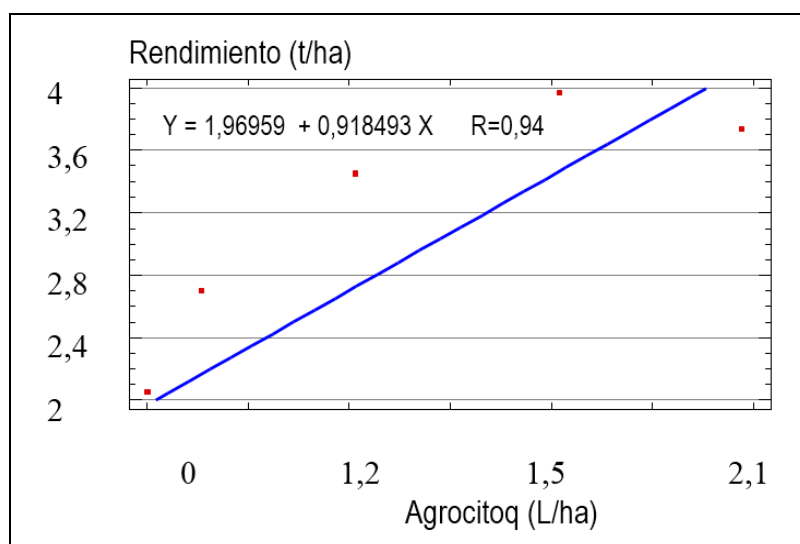


Figura 7. Regresión lineal rendimiento vs bioestimulante Agrocitoq

Fuente: Elaboración propia

La figura 7 muestra que la altura máxima se halló con la dosis de 1,8 L/ha donde la ecuación de regresión es de $Y= 1,96959 + 0,918493X$ indicando que por cada unidad de Agrocitoq aplicado al cultivo el rendimiento se incrementara en 0,918 t/ha, asimismo se observa que existe una correlación altamente significativa entre las variables en estudio ($R=0,94$). De acuerdo a los resultados de rendimiento en el análisis de varianza (Tabla 17) el efecto lineal fue altamente significativo, es decir a mayor dosis del bioestimulante el rendimiento se eleva; sin embargo el efecto cuadrático fue no significativo por lo tanto no se halló la dosis optima con los tratamientos utilizados en la presente investigación.

CONCLUSIONES

PRIMERA: El mayor rendimiento del cultivo de quinua se logró con el tratamiento (T₃) 1,8 l/ha con un promedio con 3,97 t/ha.

SEGUNDO: No se obtuvo la dosis óptima del bioestimulante Agrocitoq con los tratamientos utilizados por lo tanto se aplicó regresión lineal; indicando cada litro del bioestimulante aplicado al cultivo el rendimiento se eleva en 0.918 t/ha respectivamente.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Se recomienda repetir el ensayo, ampliar la dosis del bioestimulante agrocitoq para poder lograr en la futura investigación la dosis óptima para el rendimiento del cultivo quinua.

SEGUNDO: Se recomienda la utilización de la fertilización orgánica en el cultivo de quinua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alfaro, (2001). "*Comparativo de rendimiento de dieciséis genotipos de quinua (Chenopodium quinoa willd), en condiciones de la localidad de la Yarada.* Tesis presentada para obtener el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. 105 p.

Agrodiser, (2014). Boletín técnico: bioestimulante Agrocitoq 1%.

Angulo R, F. R. (2009). *Evaluación de cuatro bioestimulantes comerciales en el desarrollo de plantas injertadas de cacao (theobroma cacao L.) cultivar nacional.* Escuela superior politécnica de Chimborazo, Ecuador. Tesis Ingeniero Agrónomo.

Aquino, A. (2006). *Rendimiento de diez cultivares de quinua en la provincia de Tarata.* Tesis presentada para obtener el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann 105 p.

Arana P. (2014). *Comparativo de rendimiento de 10 variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en siembra de primavera,* En

el Centro Experimental Agrícola III Los Pichones – Tacna. Tesis presentada para obtener el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann 110 p.

Arévalo, (2008). *Respuesta de cuatro líneas promisorias de quinua dulce (Chenopodium quínoa Will) a la aplicación de abono orgánico y químico en las localidades de Tagma y Lagucoto II, Provincia Bolívar. Quito Ecuador.*

Arroyo, (1995). *Recomendaciones tecnológicas para la producción de quinua* ÍNAGROGA S. C-C. Quito Ecuador.

Cadenas. F. & González. Y. (1978). *descripción morfológica de 50 ecotipos de quinua. Tesis ing. Agr. Quito UCE facultad ciencias agrícolas. Pp. 76.*

Calzada B, (1979). *Métodos estadísticos para la investigación científica.*

Carpio E. (2014), “Comparativo de rendimiento de 7 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el valle de Ite. Tesis presentada para obtener el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad José Carlos Mariátegui 101 p.

Carrera D. E., & Canacúan A. Z. (2011). *Efecto de tres bioestimulantes orgánicos y un químico en dos variedades de frijol arbustivo,*

cargabello y calima rojo (Phaseolus vulgaris L.) en coatacachi-imbabura. Universidad técnica del Norte Ecuador.

Cerón, E. (2002). *La quinua un cultivo para el desarrollo de la zona andina: Manejo técnico del cultivo de quinua dulce*. Pasto: UNIGRAF, p. 53 – 60.

Fe-Futureco, (2004). Boletín técnico *Uso y composición de los bioestimulantes*.

FOSAC, (2007). Boletín técnico *Importancia de los ácidos húmicos*. Fertilizantes orgánicos S.A.C.

Gandarillas. (1982) *el cultivo de la quinua*. Instituto boliviano de tecnología agropecuaria. La paz- Bolivia.

García R. G. (2005). *Efectos de un multiextracto de algas y cianobacterias sobre la producción y calidad de tomate ecológico e integrado*.

Gutiérrez. A. (1994). “*Determinación del rendimiento de ocho cultivares de quinua, para las condiciones del Alto la Villa Moquegua*”. Tesis presentada para obtener el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. 105 p.

Luzuriaga, P. (1998). *Introducción y adaptación de 24 cultivares de quinua Rio bamba Ecuador*. 37 p.

INIAP. (1991). *Programa de granos andinos. Revista informativa del instituto nacional autónomo de investigaciones agropecuarias*, Ecuador.

INIAP. (2001), *Participación y género en la investigación agropecuaria. Guía de la Investigación participativa y análisis de género para técnicos del sector agropecuario*. Ecuador.

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (**INIAP**) (1987) – Quito. *Cultivo de quinua*.

IIRR (1996). *Manual de Prácticas Agroecológicas de los Andes Ecuatorianos*. Editorial ABYALA. Quito- Ecuador, 17 - 58 pp.

Jorquera, Y. & Yuri, A. (2006). *Bioestimulantes*. Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca.

Lascano, J. (1981). *Cultivo de la quinua*, Universidad técnica del altiplano. Centro de investigaciones en cultivos andinos.

Mamani, J. (2008). *Respuesta a cinco niveles de nitrógeno en dos cultivares de quinua (Chenopodium quínoa Willd) en condiciones*

de la localidad de la Yarada. Tesis presentada para obtener el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. 98 p.

Michitte, P. (2007). *Nutrición vegetal: Aminoácidos*. Laboratorios ECONATUR.

Mujica, A.; Jacobsen, S.E (2000). *Agro diversidad de las aynocas de quinua y la seguridad alimentaria. En agrodiversidad en la región andina y amazónica*. Lima - Perú.

Mujica, A. (2013). *Producción orgánica de quinua (Chenopodium quinoa Willd.)*. Universidad Nacional del Altiplano. Puno - Perú. 180p.

Medjdoub, R. (2012). *Las algas marinas y la agricultura*. Terralia.

Ministerio de Agricultura (2013) oficina de información agraria. Tacna – Perú.

Núñez, E. R. (1981). *Principios de fertilización agrícola con abonos orgánicos. Biotecnología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos*. AGT Editor S.A. México, D. F. 117 p.

Paz, E. (1978) *Componente nutricional de diferentes variedades de quinua de la región Andina*. 45 p.

Palazón, A. (2011). *Investigación y Desarrollo. IDEAGRO.*

Peralta, E. (1985). *La quinua es un gran alimento es su utilización. INIAP*

Estación Experimental Santa Catalina. Quito- Ecuador.

Sanabria, H. (2011). *Beneficio de aminoácidos ante situaciones de estrés del cultivo. Hortalizas.*

Suquilanda M. (1991). *Agricultura Orgánica, cuadernillo de capacitación,*

Quito, Ecuador. Fundación Natura. p. 31 – 33.

VADEMECUM Agrícola (2013), *Bioestimulantes*, Ecuador. pp 540, 541,

662, 663.

Wahli, C. (1990). *Quinua; hacia su cultivo comercial.* Quito Ecuador:

Editorial Latinreco S.A.. 206 p.

ANEXOS

Anexo 1. Altura de planta a los 45 días, (cm).

	BLOQUE 1º	BLOQUE 2º	BLOQUE 3º	BLOQUE 4	PROMEDIO
T ₀	42.99	43.13	43.26	42.75	43,03
T ₁	48.35	49.74	49.99	50	49,52
T ₂	52.32	52.39	52.16	52.22	52,27
T ₃	57.12	58.01	57.95	59.3	58,09
T ₄	54.73	53.03	52.43	53.05	53,31

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Altura de planta a los 90 días, (cm).

	BLOQUE 1º	BLOQUE 2º	BLOQUE 3º	BLOQUE 4	PROMEDIOP
T ₀	154.70	156.44	156.28	152.56	154.99
T ₁	167.06	169.48	169.11	167.05	168.17
T ₂	185.44	183.25	185.25	182.52	184.11
T ₃	193.76	197.13	197.04	194.18	195.53
T ₄	186.74	190.26	189.32	190.46	189,19

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Días a floración, (días).

	BLOQUE 1º	BLOQUE 2º	BLOQUE 3º	BLOQUE 4	Promedio
T ₀	75	78	81	74	77
T ₁	70	75	74	73	73
T ₂	71	70	73	72	72
T ₃	69	65	66	68	67
T ₄	68	69	67	66	68

Anexo 4. Diámetro de la panojas, (cm).

	BLOQUE 1º	BLOQUE 2º	BLOQUE 3º	BLOQUE 4	Promedio
T ₀	7,82	8,12	8,07	8,14	8,04
T ₁	8,14	8,06	8,11	8,21	8,13
T ₂	8,33	8,52	8,45	8,41	8,43
T ₃	10,12	10,54	10,23	10,62	10,38
T ₄	9,85	9,99	10,01	9,87	9,93

Fuente: Elaboración propia

Anexo5. Longitud de panoja, (cm).

	BLOQUE 1º	BLOQUE 2º	BLOQUE 3º	BLOQUE 4	Promedio
T ₀	32,52	34,72	33,41	31,42	33,02
T ₁	33,41	34,21	35,06	34,12	34,20
T ₂	35,00	34,12	35,21	36,74	36,27
T ₃	38,41	37,45	39,65	40,12	38,91
T ₄	36,98	37,32	37,14	36,51	36,99

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Peso de mil granos, (gr).

	BLOQUE 1º	BLOQUE 2º	BLOQUE 3º	BLOQUE 4	PROMEDIO
T ₀	2,50	1,95	2,77	2,65	2,47
T ₁	2,71	2,81	2,92	2,81	2,81
T ₂	2,92	2,95	3,11	3,21	3,05
T ₃	3,63	3,88	3,06	3,98	3,64
T ₄	3,55	3,62	3,51	3,74	3,61

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Rendimiento total, (t/ha).

	BLOQUE 1°	BLOQUE 2°	BLOQUE 3°	BLOQUE 4	PROMEDIO
T ₀	2,15	2,02	1,98	2,04	2,05
T ₁	2,75	2,63	2,68	2,74	2,70
T ₂	3,25	3,41	3,36	3,78	3,45
T ₃	3,87	3,91	3,95	4,14	3,97
T ₄	3,58	3,74	3,82	3,80	3,74