

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

**INFLUENCIA DE NIVELES DE NITRÓGENO Y NÚMEROS
DE HILERAS DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DE
QUINUA (*Chenopodium quinoa* W.) var. INIA 431 -
ALTIPLANO EN LA YARADA BAJA**

TESIS

Presentada por:

Bach. JAVIER NELSON MAMANI MAQUERA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA – PERÚ

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

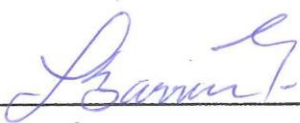
Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

**INFLUENCIA DE NIVELES DE NITRÓGENO Y NÚMEROS
DE HILERAS DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DE
QUINUA (*Chenopodium quinoa* W.) var. INIA 431 -
ALTIPLANO EN LA YARADA BAJA**

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 11 DE MARZO DEL 2022 SIENDO EL JURADO CALIFICADOR:


PRESIDENTE:


MSc. LUIS ALBERTO BARRIOS MOQUILLAZAS

SECRETARIO:


MSc. ARISTIDES CHOQUEHUANCA TINTAYA

VOCAL:


Mgr. VIRGILIO SIMON VILDOSO GONZALES

ASESOR:


MSc. NIVARDO NUÑEZ TORREBLANCA

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios, por haberme dado la vida, salud, sabiduría y paciencia para alcanzar mis objetivos.

A mis padres, Claudio y Luciana por la confianza, apoyo, y esfuerzo que hicieron posible la culminación de mis estudios.

A mis hijos Mayte Luciana y Eyal Javier por ser la razón de luz en mi vida.

A mi esposa Dandy por su comprensión y aliento constante e incondicional.

AGRADECIMIENTO

A todos los catedráticos de la Escuela de Agronomía, Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

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

CONTENIDO

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1. El problema.....	3
1.2. Formulación del problema	5
1.2.1. Problema principal.....	5
1.2.2. Problema secundario.....	5
1.3. Delimitación de la investigación.....	5
1.3.1. Temporal	5
1.3.2. Geográfica.....	6
1.4. Justificación	6
1.5. Limitaciones.....	7

CAPITULO II: OBJETIVOS E HIPÓTESIS

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

CAPITULO III: MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

3.1. Origen	11
3.2. Generalidades	12
1.3. Morfología de la quinua	13
3.4. Requerimientos edafoclimáticos	14
3.4.1. Temperatura	14
3.4.2. Fotoperiodo	14
3.4.3. Suelo	15
3.4.4. Precipitación	15
3.5. Época de siembra	16
3.6. Adaptación a climas extremos	17
3.7. Fenología de la quinua	18

3.8. Nutrición mineral.....	22
3.8.1. Nitrógeno.....	23
3.8.2. Fósforo	24
3.8.3. Potasio	25
3.8.4. Calcio	26
3.9. Principales plagas y enfermedades de la quinua.....	27
3.9.1. Gusanos (<i>Spodoptera, Heliothis</i>).....	27
3.9.2. Polilla de la quinua - (<i>Eurysacca melanocampta</i>).....	27
3.9.4. Chinche diminuta (<i>Nysius sp.</i>).....	28
3.9.5. Fusarium (<i>Fusarium sp</i>)	29
3.9.6. Mildiu (<i>Peronospora farinosa</i>).....	29
3.10. Antecedentes de investigación	29
CAPÍTULO IV: MATERIALES Y METODOS	
4.1. La investigación.....	31
4.2. Análisis de suelos	31
4.3. Datos climatológicos.....	32
4.4. Material experimental	33
4.4.1. Quinua ‘INIA 431 - Altiplano’.....	33
4.5. Factores en estudio fueron	33
4.5.1. Tratamientos.....	34

4.6. Variables respuesta	34
4.6.1. Altura de planta (cm)	34
4.6.2. Longitud de panoja (cm)	35
4.6.3. Ancho de panoja (cm).....	35
4.6.4. Peso fresco de planta	35
4.6.5. Peso seco de planta	35
4.6.6. Peso seco de panoja	35
4.6.7. Rendimiento (t/ha).....	36
4.6.8. Peso de grano por planta (g)	36
4.7. Diseño experimental	36
4.8. Características del área experimental.....	36
4.9. Análisis estadístico	37
4.10. Conducción del experimento	38
4.10.1. Preparación de terreno	38
4.10.2. Siembra	38
4.10.3. Riego	38
4.10.4. Fertilización	38
4.10.5. Deshierbo	39
4.10.6. Raleo	39
4.10.7. Aplicación de los niveles de nitrógeno.....	39
4.10.8. Control de plagas y enfermedades	40

4.10.9. Cosecha	40
4.10.10. Trillado.....	40
CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
5.1. Resultados y discusión	41
5.1.1. Altura de planta	41
5.1.2. Ancho de panoja.....	43
5.1.3. Longitud de panoja	45
5.1.4. Peso fresco de planta	47
5.1.5. Peso de planta seca (g).....	49
5.1.6. Peso de panoja seca	52
5.1.7. Peso de grano por planta (g)	54
5.1.8. Rendimiento t/ha	56
CONCLUSIONES	60
RECOMENDACIONES.....	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
ANEXO	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Análisis físico y químico de suelo	32
Tabla 2.	Información meteorológica	32
Tabla 3.	Tratamientos del experimento	34
Tabla 4.	Productos químicos y sus dosis	40
Tabla 5.	Análisis de varianza para altura de planta	41
Tabla 6.	Duncan para número de hileras en altura de planta	42
Tabla 7.	Regresión de altura de planta para niveles de nitrógeno	42
Tabla 8.	Análisis de varianza para ancho de panoja	43
Tabla 9.	Regresión de ancho de panoja por niveles de nitrógeno	44
Tabla 10.	Análisis de varianza para longitud de panoja	45
Tabla 11.	Regresión de longitud de panoja por niveles de nitrógeno	46
Tabla 12.	Análisis de varianza para peso fresco de planta	47
Tabla 13.	Duncan para número de hileras en peso fresco	48
Tabla 14.	Regresión de peso fresco de planta para niveles de nitrógeno	48

Tabla 15. Análisis de varianza de peso de planta seca (g).....	49
Tabla 16. Duncan para número de hileras en peso de planta seca	50
Tabla 17. Regresión peso de planta seca para niveles de nitrógeno	50
Tabla 18. Análisis de varianza para peso seco de planta (g).....	52
Tabla 19. Duncan para número de hileras en peso de panoja seca	52
Tabla 20. Regresión de peso de panoja seca para niveles de nitrógeno.....	53
Tabla 21. Análisis de varianza para altura de planta	54
Tabla 22. Duncan para número de hileras en peso de grano por planta	55
Tabla 23. Regresión peso de grano por planta para niveles de nitrógeno.....	55
Tabla 24. Análisis de varianza para rendimiento	56
Tabla 25. Duncan para número de hileras en rendimiento	57
Tabla 26. Regresión de rendimiento para niveles de nitrógeno.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Altura de planta con respecto a niveles de nitrógeno	43
Figura 2. Ancho de panoja vs. niveles de nitrógeno	44
Figura 3. Longitud de panoja respecto a niveles de nitrógeno	46
Figura 4. Peso fresco de planta vs niveles de nitrógeno.....	49
Figura 5. Peso seco de planta respecto a niveles de nitrógeno.....	51
Figura 6. Peso de panoja seca vs niveles de nitrógeno	53
Figura 7. Peso de grano por planta respecto a niveles de nitrógeno	56
Figura 8. Rendimiento con respecto a niveles de nitrógeno	58

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Altura de planta.....	66
Anexo 2. Ancho de panoja.....	66
Anexo 3. Longitud de panoja	67
Anexo 4. Peso fresco de planta	67
Anexo 5. Peso seco de planta	68
Anexo 6. Peso seco de panoja	68
Anexo 7. Peso de grano por planta.....	69
Anexo 8. Rendimiento	69
Anexo 9. Costo de producción del experimento.....	70

RESUMEN

La investigación denominada Influencia de los niveles de nitrógeno y número de hileras de siembra en el rendimiento de quinua var. INIA 431 - Altiplano en la Yarada Baja, se realizó en el distrito de La Yarada Los Palos. El objetivo fue determinar el nivel óptimo de N y las hileras de siembra adecuadas para incrementar el rendimiento de grano. El diseño utilizado fue bloques completos aleatorizados, con disposición factorial de 2 x 4, con 4 repeticiones, el análisis estadístico se realizó mediante el análisis de varianza ($\alpha= 0,05$ y $0,01$). Se utilizó el análisis de regresión para determinar el nivel óptimo de nitrógeno y la prueba de Duncan para determinar la hilera de siembra adecuada. Los resultados indican que no fue posible determinar la dosis óptima de nitrógeno para lograr un rendimiento definido. Con respecto a las hileras de siembra, se encontró que dos hileras lograron 4,13 t/ha, considerándose adecuada para implementar en futuras siembras de la variedad INIA 431 - Altiplano.

Palabras clave: *INIA Altiplano, Longitud de panoja, rendimiento de grano.*

ABSTRACT

The research called Influence of nitrogen levels and number of planting rows on the yield of quinoa var. INIA 431 - Altiplano in La Yarada Baja, carried out in the district of La Yarada Los Palos. The objective was to determine the level of N and adequate planting rows to increase grain yield. The design used was randomized complete blocks, with a factorial arrangement of 2 x 4, with 4 replications making a total of 8 combinations or treatments, the statistical analysis was performed by analysis of variance ($\alpha = 0.05$ and 0.01). Regression analysis was used to determine the optimum nitrogen level and Duncan's test was used to determine the appropriate planting row. The results indicate that it was not possible to determine the optimum nitrogen dose in order to achieve a defined yield. With respect to the planting rows, it was found that two rows achieved 4.13 t/ha, being considered adequate to implement in future plantings of the INIA 431 - Altiplano variety.

Key words: *INIA Altiplano, panicle length, grain yield.*

INTRODUCCIÓN

La quinua es un cultivo andino, actualmente se tiene una gran diversidad, aproximadamente 3 000 muestras se encuentran registradas en los bancos de germoplasma del país. El grano de quinua tiene un alto contenido de aminoácidos minerales y macro nutrientes, debido a esto los pobladores de las zonas altoandinas la utilizan en su dieta alimenticia.

En el 2013 al declararse año internacional de la quinua, se incrementó su auge y su promoción, llegando el precio a 120 soles la arroba (11,5 kg), sin embargo, en la actualidad la situación económica de la quinua ha bajado a precios de 45 soles la arroba en el 2019.

Según el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) 2019, La mayor área sembrada a nivel nacional se registra durante los meses de setiembre a diciembre, las intenciones de siembra de quinua es aproximadamente de 63 300 hectáreas lo que representa un 94 % de las siembras en las zonas altoandinas del país. La región de mayor producción de quinua es Puno con 35 800 has, lo que representa el 52,9 % del total del área sembrada por campaña, le siguen Ayacucho con 14 700 has (21,6 %), Apurímac 5 400 has (8,0 %), Cusco 3 000 has (4,4 %), Junín 2 700 has (3,9 %), y Huancavelica

1 500 has (2,2 %) lo que representa el 40,1 %, otras regiones representan el 7 %, entre ellas la región Tacna donde se cultivan aproximadamente 340 has de quinua.

La producción de quinua en la región Tacna es limitada, encontrándose en los sectores de Sama y la Yarada Los Palos. Debido al bajo precio y el bajo rendimiento logrado que bordea de 1,5 a 2 t/ha, a comparación de Arequipa que produce un rendimiento promedio de 6 t/ha, debido a esto es necesario establecer nuevas técnicas de siembra y dosis de fertilización que permita elevar los rendimientos sin perjuicio de la calidad del grano, con la finalidad de incrementar la rentabilidad de las cosechas. Por ello se busca adaptar una nueva variedad de quinua como la var. INIA altiplano 431 en la región Tacna y ver sus atributos en el grano.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. El problema

La quinua es un cultivo andino que tiene una gran biodiversidad, actualmente se tiene aproximadamente 3 000 accesiones en los bancos de germoplasma del país. El grano de quinua por su alto contenido de aminoácidos, minerales y macro y micronutrientes, vitaminas C y B los pobladores de las zonas altoandinas lo utilizan en su dieta alimenticia.

En los últimos años, la puesta en vitrina mundial, y la gran demanda de quinua permitió un incremento de sus precios, este acontecimiento incentivo a sembrar quinua en grandes extensiones en la costa peruana, zona donde nunca se había cultivado; como Lambayeque, La Libertad costa norte, Lima en la costa central e Ica Arequipa y Tacna costa sur (DGPA, 2017).

En los últimos años la producción nacional de quinua decreció, en el año 2015 disminuyó -7,8 % y en el 2016 menguó en -26,5 %. Este descenso se debe a la disminución de la producción en Arequipa, donde el 2015 disminuyó -32,5 % y en el 2016 se redujo en -72,3 %. Asimismo, en Lambayeque disminuyó en el 2015 en -76 % y en el 2016 se redujo

en -96 %; esto ocurrió en todas las regiones de la costa peruana donde se cultivaba la quinua.

En la región Tacna durante el auge de la quinua, se cultivaron distintas variedades, entre ellas; Salcedo, Real Boliviana, Pasankalla, Quito, Pandella, razón por la cual muchos pobladores de la región Puno llegaron a Tacna a cultivar quinua, logrando buenos ingresos económicos debido a su alta rentabilidad, ya que el precio llegó a 12 soles por kg, sin embargo en la actualidad, son pocas hectáreas cultivadas debido a que el precio en chacra bajó en 4 a 5 soles por kg. Esto motivo a que muchos agricultores optaran por el cultivo de orégano y camote como alternativa.

Existen problemas sobre el manejo las densidades de siembra y de fertilización, acondicionamiento de los abonos, los agricultores emplean productos en base a recomendaciones empíricas; desconocen la cantidad y disponibilidad de nutrientes presentes en sus suelos debido a que no realizan un análisis de suelo (laboratorio), lo cual permitiría hacer un uso eficiente de los fertilizantes y recursos utilizados en el cultivo de quinua.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema principal

¿En qué manera influirán los niveles de nitrógeno y el número de hileras de siembra en el rendimiento de quinua de la variedad INIA 431 - Altiplano en la zona de la Yarada baja?

1.2.2. Problema secundario

¿Cuál será el nivel óptimo de nitrógeno en el rendimiento de quinua variedad INIA 431 - Altiplano en la Yarada baja?

¿El método de siembra influirá en el rendimiento de grano quinua variedad INIA 431 - Altiplano en la Yarada Baja?

1.3. Delimitación de la investigación

1.3.1. Temporal

La presente investigación experimental se desarrolló durante el invierno, durante cuatro meses, según la fenología del cultivo, estimándose su cosecha en primavera.

1.3.2. Geográfica

El lugar en donde se desarrolló el trabajo de tesis, fue en el distrito de la Yarada los Palos en la zona de la Yarada baja, situado en la latitud sur 18° 12' 26", longitud oeste 70° 32'24" y a una altitud de 43 msnm. Las características del agua es subsuelo, el suelo es franco arenoso.

1.4. Justificación

En la región Tacna el cultivo de quinua se logró adaptar a diferentes tipos de suelos, lo que motivo su instalación en zonas de Sama, La Yarada, Los Palos, Magollo e incluso en el Valle viejo, constituyéndose una alternativa de ingreso rentable durante los años 2012 al 2014.

En el 2013 al declararse año internacional de la quinua, el auge y su promoción se incrementó, llegando el precio a 120 soles la arroba (11,5 kg), sin embargo, en la actualidad la situación económica de la quinua ha bajado a precios de 45 soles la arroba, así como los precios internacionales; durante el 2014 llegó a precios de 6 dólares por kg; en el 2016 se comercializa a 2,5dólares el kg.

La producción de quinua es limitada, encontrándose en los sectores de Sama y Los Palos. El bajo precio desalienta a los agricultores, y más el rendimiento obtenido que bordea de 1,5 a 2 t/ha, considerados bajos a

comparación de Arequipa (6 t/ha). Los agricultores tienen distintas técnicas de siembra y de fertilización consideradas adecuadas según su punto de vista; sin embargo hacen un uso irracional de los insumos, llegando a utilizar 12 kg de semilla por hectárea, motivando la competencia de nutrientes entre ellas no lográndose los rendimientos y calidad deseada, desaprovechándose fertilizantes, únicamente el parte vegetativa y no productiva.

Los suelos del distrito La Yarada Los Palos son de textura arenosa, franco arenoso lo que hace que los fertilizantes se filtren junto con el riego ya que es riego a presión reduciendo la eficiencia de los fertilizantes, sobre todo del nitrógeno el cual es muy móvil y volátil, siendo necesario la incorporación de grandes volúmenes de estiércol a fin de elevar la capacidad de intercambio catiónico. Motivo por la que se realiza la presente investigación sobre las técnicas de siembra y la dosis de nitrógeno adecuada para lograr mayor rendimiento de grano, y así considerar al cultivo de quinua como una alternativa económica de ingreso a la canasta familiar de los agricultores de la región Tacna.

1.5. Limitaciones

Las limitaciones presentadas durante el desarrollo del experimento fueron que no había la semilla disponible para su compra en los mercados, así como su escasa información de manejo.

CAPITULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. Objetivo

2.1.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de diferentes niveles de nitrógeno y los sistemas de siembra en el rendimiento de grano de la variedad INIA 431 - Altiplano en la Yarada Baja.

2.1.2. Objetivos específicos

Determinar el nivel óptimo de nitrógeno en el rendimiento de grano de la variedad INIA 431 - Altiplano en la Yarada Baja.

Determinar el sistema de siembra con mayor rendimiento de grano de la variedad INIA 431 - Altiplano en la Yarada Baja.

2.2. Hipótesis

2.2.1. Hipótesis general

Los niveles crecientes de nitrógeno y los sistemas de siembra influyen en el rendimiento del grano de quinua variedad INIA 431- Altiplano en la Yarada Baja.

2.2.2. Hipótesis específica

Existe un nivel óptimo de nitrógeno en el rendimiento de grano de la variedad INIA 431 - Altiplano en la Yarada baja.

Existe un sistema de siembra adecuado en el rendimiento de grano de la variedad INIA 431 - Altiplano en la Yarada Baja.

2.3. Variables

a. Variable independiente (X)

Niveles de nitrógeno (X1)

Hileras de siembra (X2)

b. Variable dependiente (Y)

Rendimiento (t/ha)

CAPITULO III

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

3.1. Origen

La quinua se originó en la zona andina del Altiplano de Perú y Bolivia, ya que en estas zonas se encuentran el mayor número de especies silvestres y una gran variabilidad genética, reconociéndose principalmente en 5 categorías básicas o ecotipos (León, 2003).

Por alrededor de 7 000 años la quinua fue cultivada en las riberas del lago Titicaca entre Perú y Bolivia, donde fue cultivada por su alto valor nutritivo y por su resistencia a condiciones ambientales desfavorables. Su centro de origen se ubica en las zonas andinas entre Perú y Bolivia específicamente en las riberas del lago Titicaca, y fue considerado un grano primordial de las culturas prehispánicas (Jacobsen & Sherwood, 2002).

Según Tapia (1979), la quinua fue descrita por el científico Alemán Luis Christian Willdnaw.

División: Fanerógamas

Clase: Angiospermas

Sub clase: Dicotiledóneas

Orden: Centrospermas

Familia: Quenopodiáceas

Género: *Chenopodium*

Especie: (*Chenopodium quinoa* Willd.)

3.2. Generalidades

La quinua recibe diferentes nombres comunes y varían según los diferentes idiomas, en quecha se le llama kinua, quinua, parca, quiuna. En aimara se le conoce como: supha, jopa, jupha, jiura, aara, ccallapi y vocali. En el idioma chibcha se le conoce como: suba y pasca; en mapuche se llama quingua; en araucana la llaman quinoa, quinua dulce, dacha, dawé; jupa, jara, jupa lukhi, candonga, licsa, quiñoa. La quinua se cultiva en los Andes del Perú y Bolivia principalmente, las culturas prehispánicas la cultivaban desde hace más de 7 000 años (Mujica & Jacobsen, 2006).

La planta de quinua es herbácea anual, pertenece al grupo de las dicotiledóneas. La altura de planta varía desde 20 cm hasta 300 cm. Asimismo, las plantas de quinua presentan diversos colores desde el verde, rojo a morado y colores intermedios de la combinación entre estos.

1.3. Morfología de la quinua

a. El tallo

La planta de quinua puede tener un tallo primario sin ramas o con ramas secundarias, esta característica varía dependiendo del ecotipo, la variedad, la densidad de siembra y de las condiciones ambientales donde se cultiva. El tallo es de forma redondeado o circular en la zona cercana a la raíz, y se va volviendo anguloso a la altura de las hojas y ramas (FAO, 2011).

b. Inflorescencia

Es una panoja típica, dispuesta por un eje central, con ejes primarios y secundarios con pedicelos que sujetan a los glomérulos (grupos de flores). La flor es pequeña pueden alcanzar un tamaño máximo de 3 mm, pueden ser de tres tipos, hermafroditas (ambos órganos sexuales en la misma flor), pistiladas (femeninas) y androestériles (pistilo y estambres estériles). Las flores son sésiles y sin pétalos. (DRA- Ancash, 2013).

c. Fruto

El fruto es un aquenio, de diferentes formas cilíndricas, lenticulares, elipsoidales y cónicas según la variedad, ligeramente dilatado hacia el centro, formado por el perigonio, que envuelve completamente la semilla. La semilla se desprende fácilmente a la madurez, el pericarpio esta unido

a la semilla y tiene un alto contenido de saponina, que es un glucósido que se encuentra en la primera membrana y es de sabor amargo. El color de la semilla varía según la variedad (León, 2003).

3.4. Requerimientos edafoclimáticos

3.4.1. Temperatura

La quinua, debido a su alta variabilidad genética, se adapta a climas diferentes, las temperaturas ideales para su crecimiento y desarrollo, según las variedades, están en el rango de 15 a 25 °C. Asimismo, tolera las heladas y las altas temperaturas a lo largo de las etapas del crecimiento vegetativo y formación de la inflorescencia. Sin embargo, es sensible desde la fase de floración hasta la fase de grano pastoso. Las temperaturas extremas provocan la esterilidad del polen y, al mismo tiempo repercuten crecimiento y desarrollo de la planta, dando lugar a la esterilidad o a granos inmaduros (Gómez & Aguilar, 2016). |

3.4.2. Fotoperiodo

Las variedades originarias del Altiplano de los países sudamericanos de Perú y Bolivia y la quinua a nivel del mar son las menos sensibles al fotoperiodo y tienen la duración más corta de la antesis. Mientras que las del trópico se caracterizan por una mayor sensibilidad al fotoperiodo y una

larga fase hasta la antesis. La duración del ciclo de antesis también está influenciada por la altitud sobre el nivel del mar del lugar de origen de la quinua (Gómez & Aguilar, 2016).

3.4.3. Suelo

La quinua se desarrolla bien en suelos franco-arenosos, ricos en N con buena disponibilidad de nutrientes y bien drenados. El pH para un buen crecimiento de la planta de quinua oscila entre 6 y 8,5. La quinua no tolera el exceso de humedad durante sus primeras etapas fenológicas. Cuando se cultiva en suelos arenosos con poca retención de humedad se han observado rendimientos aceptables (CARE PERU, 2012).

La quinua crece y se desarrolla muy bien en una amplia selección de suelos con diferentes pH que van de 6,5 hasta 8,5 y la conductividad eléctrica (CE) de 12 dS/m. La quinua prefiere suelos con texturas franco-arenosas a franco-arcillosas, fértiles, con buen contenido de nutrientes, y bien drenados, la aplicación de nutrientes depende de la fertilización del cultivo anterior, que en la mayoría de los casos es la papa (León, 2003).

3.4.4. Precipitación

La quinua tolera la falta de humedad porque posee mecanismos bioquímicos, anatómicos y morfológicos que le permiten soportar el déficit

hídrico. A pesar de ser una planta C3, la quinua tiene un uso eficiente del agua. La quinua tolera la falta de humedad en años de poca o nula precipitación (300 a 500 mm/año), siempre y cuando no haya heladas se obtienen buenos rendimientos (León, 2003).

La planta de quinua requiere agua durante todo su ciclo de vida, generalmente necesita de 300 a 1000 mm/años bien distribuidos durante su crecimiento y desarrollo, especialmente en sus etapas más críticas en floración y llenado de granos. En condiciones de sequía, se requiere una buena distribución del agua, especialmente durante las etapas de maduración y cosecha (CARE PERU, 2012).

Durante la germinación de la quinua la precipitación mínima debe ser 30 a 45 mm, por el tiempo de dos a cinco días, luego resiste los veranos hasta dos meses debido a la presencia de papilas higroscópicas en las hojas y a su enraizamiento extremadamente desarrollado para hacer frente a estas condiciones de sequía (DRA- Ancash, 2013).

3.5. Época de siembra

La siembra depende de las variedades, de las precipitaciones y de la humedad del suelo. las variedades tempranas como Sajama, Salcedo INIA, Illpa INIA que tienen un ciclo de vida de 140 a 150 días, se siembran

de octubre hasta inicios de noviembre. Mientras que las variedades tardías como Kancolla, Chewecca y Tahuaco con un ciclo de vida de 170 a 180 días se siembran en setiembre. Las variedades semi tardías como Blanca de Juli, cuyo ciclo de vida es 170 días, se siembra en octubre (León, 2003).

3.6. Adaptación a climas extremos

La quinua tiene una notable capacidad para hacer frente a la falta de agua, y la función de recuperar rápidamente el grado fotosintético y área foliar específica después de un período de déficit hídrico. Como plan para evitar el déficit hídrico, reduce el área foliar desprendiéndose de las hojas, y a nivel celular tiene pequeñas y gruesas paredes que mantienen la turgencia celular. También en tallos y hojas ha desarrollado la presencia de vesículas que contienen oxalato de calcio, asimismo tiene una epidermis cuticular gruesa (en las hojas) y estomas hundidas. Se ha demostrado que tiene una alta eficiencia fotosintética (INIA, 2015).

El propósito de los mecanismos para evitar el estrés hídrico es igualar la absorción y la pérdida de agua. El sistema radicular bien desarrollado de la planta de quinua incrementa la absorción de agua mediante el almacenamiento de solutos para reducir el potencial hídrico de los tejidos. Mientras que, el cierre estomático limita la pérdida de agua por evaporación, esto reduce el crecimiento de los brotes y acelera la

senescencia de las hojas. Estos procesos bioquímicos incluyen la desintoxicación de las especies reactivas de oxígeno (ROS) y el almacenamiento de proteínas protectoras como las proteínas de embriogénesis tardía abundante (LEA) y aminoácidos como la prolina, soluto que tiene una doble función como osmolito y osmoprotector que le ayuda a la planta a regular su equilibrio hídrico celular (Bazile, Bertero, & Nieto, 2014).

3.7. Fenología de la quinua

La quinua tiene fases fenológicas marcadas y distinguibles, que permiten detectar los cambios que se producen a lo largo del desarrollo de la planta; se conocen 12 estados o fases fenológicas (Mujica, Canahua, & Saravia, 2004).

a. Emergencia

La emergencia ocurre entre 7 a 10 días de la siembra (dds), es un indicador visual de la germinación, es cuando el hipocótilo emerge a la superficie y extiende las hojas cotiledonales, en esta fase la plántula puede ser atacada por las aves.

b. Dos hojas verdaderas

Esta fase ocurre entre 15 a 20 dds, cuando aparece el primer par de hojas verdaderas extendidas, estas tienen forma romboidal. Las hojas cotiledonales se mantienen debajo de las hojas verdaderas se diferencian por su forma lanceolada. En esta fase, el botón del siguiente par de hojas verdaderas ya es visible y la planta muestra un rápido crecimiento de las raíces.

c. Cuatro hojas verdaderas

Este estadio ocurre a los 25 a 30 dds, la planta tiene dos pares de hojas verdaderas extendidas. También se observa el botón foliar del siguiente par de hojas. En la axila de las primeras hojas verdaderas comienza la formación de botones foliares de las ramas secundarias. En esta fase, las hojas cotiledonales aún están presentes y se mantienen verdes.

d. Seis hojas verdaderas

Esta etapa ocurre entre 35 a 45 dds, cuando la planta de quinua tiene tres pares de hojas verdaderas extendidas, las hojas más viejas protegen el ápice vegetativo. En esta fase las hojas cotiledonales se tornan amarillentas.

e. Ramificación

Esta fase ocurre entre 45 a 50 dds, cuando la planta tiene cuatro pares de hojas verdaderas extendidas, observándose la presencia de hojas axilares hasta el tercer nudo. Además, la inflorescencia está protegida por las hojas, y la panoja aun no es expuesta. En esta fase se puede observar las cicatrices dejadas por la caída de las hojas cotiledonales. En los valles interandinos en esta fase se realiza el aporque y la fertilización.

f. Inicio de panojamiento

Esta etapa ocurre entre 55 a 60 dds, cuando la inflorescencia emerge del ápice de la planta, el primer par de hojas verdaderas se tornan amarillentas. Además, el tallo se alarga y engrosa.

g. Panojamiento

Esta fase se produce entre 65 a 70 dds, la inflorescencia emerge por encima de las hojas y es claramente visible, también emergen las ramas secundarias de la panoja y se visualiza como un gran racimo (Mujica, Canahua, & Saravia, 2004).

h. Inicio de floración

Esta etapa ocurre entre los 75 a 80 dds, cuando los estambres apicales se separan debido a la apertura de la flor hermafrodita, las anteras se observan dentro de los glomérulos y están protegidas por el perigonio de color verde limón. Esta fase la planta de quinua no tolera las heladas ni la sequía.

i. Antesis

La floración o antesis se produce entre los 90 a 100 dds, cuando en la inflorescencia el 50 % de las flores están abiertas. la planta de quinua en esta fase no tolera las heladas, soporta temperaturas por debajo de -2 °C. Las temperaturas superiores a 38 °C causan abortamiento de flores, especialmente en invernaderos o en zonas cálidas desérticas.

j. Grano lechoso

Esta etapa ocurre entre los 100 a 130 dds, cuando los granos al ser presionados se revientan y liberan un líquido lechoso, los granos se encuentran en los glomérulos de la panoja. La planta en esta fase es sensible al estrés hídrico, se debe tener en cuenta que un estrés hídrico intenso en esta fase disminuye el rendimiento (Mujica, Canahua, & Saravia, 2004).

k. Grano pastoso

Este estadio se produce entre 130 a 160 dds, cuando los granos presentan una consistencia blanca y pastosa al ser presionados, el ataque de Q'honaq'hona (*Eurisacca quinoa*) en este estadio provoca daños considerables en el rendimiento.

l. Madurez fisiológica

Esta etapa ocurre entre los 160 a 180 dds, cuando el grano, al ser presionado por las uñas, no revienta, pero ejerce una resistencia a la penetración, el contenido de humedad del grano en esta etapa no supera el 14 al 16 % (Mujica, Canahua, & Saravia, 2004).

3.8. Nutrición mineral

La quinua requiere nutrientes como N, P, K, Ca y Mg, y responde muy bien a altas dosis de fertilización. Sin embargo, para elaborar la fórmula de fertilización es necesario conocer la extracción, el máximo rendimiento posible de la variedad y el aporte de nutrientes del suelo. La quinua para un rendimiento de 6 000 a 7 000 kg/ha; en campo abierto, en suelos franco-arenosos y a 1 200 msnm, requiere 300 kg/ha de N, 120 kg/ha de P y 300 kg/ha de K; los nutrientes administrados a través del sistema de riego (Gómez & Aguilar, 2016).

3.8.1. Nitrógeno

El nitrógeno es el nutriente más limitante para la producción, la planta de quinua fertilizada oportunamente con nitrógeno brota rápidamente, desarrolla hojas y tallos suculentos color verde oscuro, debido al alto contenido de clorofila, por lo tanto, la planta presenta un crecimiento activo reflejándose en el incremento del rendimiento (Gross, 1981). Las dos formas de absorción del N por las plantas son el NO_3^- y el NH_4^+ , la mayoría de plantas tienen afinidad por el NO_3^- . La cantidad de NO_3^- y NH_4^+ , absorbida por las raíces de las plantas depende de la cantidad aplicada mediante la incorporación de fertilizantes nitrogenados y la cantidad de NO_3^- liberado por la descomposición de la materia orgánica del suelo (Tisdale & Nelson, 1991).

a. Biosíntesis de aminoácidos

Los aminoácidos son los primeros compuestos orgánicos que se sintetizan de la asimilación de NO_3^- . Los aminoácidos son constituyentes de las proteínas. Los receptores iniciales de la reducción del NO_3^- a amonio son los aminoácidos en la mayoría de las plantas. El NH_4^+ absorbido directamente es tóxico para las plantas es por ello que las células vegetales lo incorporan rápidamente a los esqueletos de carbono para sintetizar aminoácidos (Navarro, 2003). La asparagina y glutamina aminoácidos

amidados que se encuentran en grandes cantidades en las plantas después de ser fertilizadas con nitrógeno, estos aminoácidos son considerados compuestos de reserva para la formación de proteínas, ya que el amoníaco si se acumula es toxico para las plantas, asimismo evitan la elevación del pH (Navarro, 2003)

b. Deficiencia y exceso de nitrógeno

La deficiencia del N ocasiona un amarillamiento de las hojas viejas debido a que el N dentro de las plantas es muy móvil. También, se puede ver una coloración purpura en los bordes, la floración es mula o muy baja, la deficiencia del nitrógeno detiene el crecimiento vegetativo y acelera la maduración de los frutos generando una reducción del rendimiento. El exceso de N hace que las plantas sean débiles, generando hojas succulentas, con muy poca parte leñosa, provocando un escaso desarrollo radicular y un gran desarrollo foliar, el exceso de N hace que las plantas sean más susceptibles al ataque de plagas, retrasa la producción y los rendimientos son de baja calidad.

3.8.2. Fósforo

La quinua responde bien al fósforo (P), la absorción del P por la planta depende de la solubilidad, la disponibilidad y la cantidad del P aplicado que

es fijada en la parte mineral del suelo. La materia orgánica puede proporcionar cantidades significativas para las plantas, sin embargo, esta disponibilidad dependerá de la descomposición y la mineralización. El P mineralizado de materia orgánica es más eficiente que el P inorgánico incorporado, debido a que el fósforo mineralizado de la materia orgánica pasa a la solución suelo lentamente y cuando la planta necesita fósforo encuentra en la solución del suelo, mientras que el P aplicado puede fijarse rápidamente fijado a la parte mineral del suelo si la planta no lo absorbe (Gómez & Aguilar, 2016).

3.8.3. Potasio

El potasio (K) es uno de los nutrientes más importantes para el crecimiento y el desarrollo de las plantas. Representa entre el 1 y el 4 % del peso seco de la planta, es absorbido por las plantas en su forma iónica K^+ , y participa en muchos procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas. El K^+ interviene en la fotosíntesis, la osmorregulación, desencadena la activación de más de 60 enzimas, participa en formación de proteínas y en la apertura y cierre de las estomas. El K^+ confiere a las plantas resistencia frente al estrés biótico y abiótico. Después del N, el K^+ es el segundo nutriente que más toman las plantas, y también se considera el *nutriente de calidad* porque afecta al color, la forma, el tamaño y la

calidad de los cultivos (Gobierno Local Inclán, 2014). El K^+ es muy móvil dentro de la planta, y se desplaza de las hojas más viejas a las jóvenes, por lo que los síntomas de deficiencia se observan en las hojas más viejas, en las dicotiledóneas, los síntomas de deficiencia se observan en la parte superior a medida que la deficiencia es más severa, generalmente se observa una clorosis (amarillamiento) en los márgenes de las hojas mientras que las nervaduras permanecen verdes, en casos de deficiencia severa de K^+ la hoja puede necrosarse y desprenderse (Salisbury & Ross, 1992).

3.8.4. Calcio

El calcio (Ca^{2+}) es un nutrimento esencial para las plantas, tiene una función estructural en las membranas y la pared celular. El Ca^{2+} es un catión que contrarresta los aniones inorgánicos y orgánicos dentro de la vacuola y es un mensajero intracelular en el citosol. La absorción del Ca^{2+} es pasiva, es decir, no requiere energía; la planta lo transporta a través de la xilema junto con el agua. Por consiguiente, la absorción del Ca^{2+} está directamente relacionada con la transpiración de la planta. El Ca^{2+} da estabilidad a la membrana celular, promueve la elongación celular, también actúa en la regulación de las estomas, interviene en los procesos metabólicos de absorción de otros nutrimentos, participa en procesos

enzimáticos y hormonales, protege a las plantas de las altas temperaturas, confiere protección a las plantas contra el ataque de plagas, mejora la calidad de los frutos (Salisbury & Ross, 1992).

3.9. Principales plagas y enfermedades de la quinua

3.9.1. Gusanos (*Spodoptera, Heliothis*)

Las larvas en su primer estadio se alimentan de la epidermis de la hoja causando una raspadura, en sus estados más desarrollados las larvas comen vorazmente el follaje incluso pueden devorar la panoja, las flores y los granos recién formados y en desarrollo. La presencia de malezas, el monocultivo favorece el desarrollo de estas plagas. Están presentes durante todo el año, sin embargo, el mayor daño económico ocurre en la estación de primavera y verano (FAO, 2016).

3.9.2. Polilla de la quinua - (*Eurysacca melanocampta*)

Las características morfológicas de esta plaga, el adulto presenta una coloración gris parduzco, es alargado con una cabeza pequeña. En los primeros estadios son de color amarillento con presencia de manchas tenues. El cultivo en sus primeros estados de crecimiento es más susceptible al ataque de esta plaga. El ataque de las larvas es como minador y pegador de las hojas. Sin embargo, en estadios más avanzados

abandonan las minas para dañar hojas nuevas y brotes tiernos. Durante la fase del inicio del panojamiento, las larvas se encuentran en el interior de la panoja, alimentándose de los granos tiernos que están en pleno llenado. La presencia de esta plaga es durante todo el año en condiciones la costa sin embargo el mayor daño ocurre en primavera y verano. Mientras que, en sierra el mayor ataque ocurre en verano y otoño cuando la planta se encuentra en la fase de 6 hojas verdaderas hasta la etapa de panojamiento (FAO, 2016).

3.9.4. Chinche diminuta (*Nysius sp.*)

Nysius sp es un picador chupador que ocasiona daños directos (inyección de saliva toxica) e indirectos (diseminación de patógenos). Asimismo, puede transmitir virus. En sus primeros estadios produce daños a las plántulas recién emergidas, dañando el hipocótilo, los cotiledones y las raíces recién formadas lo que ocasiona grandes pérdidas debido a este ataque se realizan el recalce o resiembra.

Los adultos de *Nysius sp.* miden 1,5 mm de ancho y 4 mm de largo, son de color negro a gris oscuro, mientras que las patas y antenas son amarillas con manchas negras. Tiene ojos grandes, globosos y oscuros a simple vista puede ser confundido con una mosquilla debido a su gran movilidad y reducido tamaño (AGROUNS, 2015).

3.9.5. Fusarium (*Fusarium sp*)

El agente causal es *Fusarium sp.*, los síntomas son marchitez, lesiones en raíces y raicillas de color marrón oscuro. Es polífago, tiene muchos hospederos y es transmitido por el suelo. Esta enfermedad se presenta en suelos con mal drenaje, sin embargo, en terrenos con mucha pendiente y en climas fríos no tiene mucha importancia (DRA- Ancash, 2013).

3.9.6. Mildiu (*Peronospora farinosa*)

El agente causal es *Peronospora farinosa*, es la enfermedad de mayor importancia en el cultivo de quinua, cuando el daño es severo ocasiona pérdidas entre 20 a 25 %. Su propagación, adaptación y capacidad de desarrollo es rápida, se encuentra en las diferentes altitudes donde se cultiva quinua. La alta humedad relativa favorece su desarrollo, los órganos afectados son las hojas, tallos, ramas e inflorescencias en variedades susceptibles (DRA- Ancash, 2013)

3.10. Antecedentes de investigación

Llacca (2014), en su investigación *influencia de la fertilización nitrogenada y fosfórica en el rendimiento de quinua*, ejecutada en la irrigación Proter distrito de Sama, provincia y región Tacna, avaluó cuatro niveles de nitrógeno (00; 80; 160 y 240 kg/ha) y cuatro niveles de fósforo

(00: 40; 80 y 120 kg/ha), las 16 combinaciones se establecieron en el diseño de bloques al azar con arreglo factorial de 4x4, con cuatro repeticiones. Los resultados indican que se obtuvo un rendimiento de 3 450 kg de grano por hectárea siendo el nivel óptimo 194,4 kg de N hectárea.

Molina (2021) en su estudio efecto de diferentes dosis de N en la expresión de resistencia de la quinua frente a insecto defoliadores. Aplico tres dosis den N (0,1; 0,5 y 1 g/N/planta), observó que la quinua presenta un menor rendimiento con dosis bajas de N.

Mendoza et al. (2016) en su investigación fertilización nitrogenada en el rendimiento de dos variedades de quinua. Cuyo objetivo fue establecer la respuesta del rendimiento de dos variedades de quinua con aplicaciones de dosis crecientes de N, se utilizaron cinco niveles de nitrógeno (0, 100, 200, 300 y 400 kg/ha) y dos variedades de quinua (Salcedo INIA y INIA Altiplano); el diseño experimental empleado fue bloques completos al azar con disposición factorial 2 x 5. Los resultados indicaron que no se evidencio significación estadística para la interacción de los factores estudiados, sin embargo, se encontró significación estadística para los niveles de N, obteniendo un rendimiento de 2,8 t/ha con 200 kg de N ha⁻¹, llegando a conclusión que a mayor dosis de nitrógeno en rendimiento de grano de quinua disminuye.

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y METODOS

4.1. La investigación

El tipo de investigación fue experimental se realizó en la Yarada baja, distrito La Yarada Los Palos, región Tacna, cuyas coordenadas geográficas son: 18° 12'26" latitud sur; 70° 32'24" longitud oeste y una altitud de 43 msnm.

4.2. Análisis de suelos

Para la presente tesis de investigación se tomó una muestra de suelo del campo experimental a fin de conocer la situación mineral del suelo y así poder efectuar el programa de fertilización según los requerimientos de la planta de quinua.

En la tabla 1, se puede observar que el tipo de suelos fue arenoso y la cantidad de materia orgánica fue baja, siendo necesario realizar aportes de estiércol. La presencia de fosforo y potasio se consideran alta. Sin embargo, puede que se encuentren fijados en la estructura del suelo.

Tabla 1. Análisis físico y químico de suelo

Análisis físico	Resultados
Arena	78,24%
Limo	7,45%
Arcilla	14,31%
Textura	arena Franco
Análisis químico	Resultados
pH	7,80
CE dS/m	3,40
M.O %	0,35
N %	0.018
P ppm	21,34 ppm
K ppm	105,87 ppm

Fuente: Elaboración propia Laboratorio INIA Arequipa

4.3. Datos climatológicos

Tabla 2. Información meteorológica

Mes	Temperatura		Humedad relativa (%)	Precipitación total (mm)
	Mínima	Máxima		
Agosto	14,20	18,40	84,50	0,00
Septiembre	14,80	20,30	84,30	0,00
Octubre	16,50	22,50	83,60	0,01
Noviembre	17,40	24,30	81,60	0,00
Diciembre	15,70	26,50	84,40	0,00

Fuente: Elaboración propia- SENAMHI Tacna 2018

En la tabla 2, se puede determinar que las temperaturas registradas son idóneas para el crecimiento y desarrollo de la quinua, sin embargo, el porcentaje de humedad relativa puede ser favorables para la aparición de enfermedades foliares. En lo que se refiere a las precipitaciones se puede observar que no hubo.

4.4. Material experimental

4.4.1. Quinoa 'INIA 431 – Altiplano'

Como material experimental se utilizó quinoa variedad INIA 431 - Altiplano y urea con 46 % de N.

4.5. Los Factores en estudio fueron:

Factor A: número de hileras

h₁: 1 hilera

h₂: 2 hileras

Factor B: niveles de nitrógeno (kg/ha)

n1:	80
n2:	160
n3:	240
n4:	320

4.5.1. Tratamientos

Los tratamientos para el presente experimento correspondieron a hileras de siembra y la aplicación de niveles de nitrógeno (N), como se define en la tabla 4.

Tabla 3. Tratamientos del experimento

Hilera de siembra (H)	Nitrógeno (N)	Combinación	Tratamiento
1 hilera	80	h ₁ n ₁	T ₁
	160	h ₁ n ₂	T ₂
	240	h ₁ n ₃	T ₃
	320	h ₁ n ₄	T ₄
2 hileras	80	h ₂ n ₁	T ₅
	160	h ₂ n ₂	T ₆
	240	h ₂ n ₃	T ₇
	320	h ₂ n ₄	T ₈

Fuente: Elaboración propia

4.6. Variables respuesta

4.6.1. Altura de planta (cm)

Se determinó midiendo la planta desde el cuello hasta el ápice de la panoja, se escogió diez plantas en forma aleatorio para la medida respectiva.

4.6.2. Longitud de panoja (cm)

Se procedió a tomar medida desde la parte basal de la panoja hasta el hasta la parte apical de esta. Para lo cual, se tomaron 10 plantas al azar.

4.6.3. Ancho de panoja (cm)

Se efectuó la medición de ancho de panoja, se midió durante la cosecha, para lo cual se tomó al azar por unidad experimental 10 plantas.

4.6.4. Peso fresco de planta

Se realizó el peso fresco de la planta al momento de realizar la cosecha, para saber cuánto es lo que varía con respecto al peso seco, para ello se usó una balanza analítica.

4.6.5. Peso seco de planta

Consistió en pesar las 10 planta anteriormente pesadas, las que fueron secadas a temperatura ambiente y se procedió a pesar. Utilizando una balanza analítica.

4.6.6. Peso seco de panoja

Consistió en pesar las 10 panojas escogidas al azar, las cuales fueron secadas al ambiente para su posterior pesado.

4.6.7. Rendimiento (t/ha)

Consistió en pesar de cada unidad experimental la totalidad de los granos cosechados y se expresó en toneladas por hectárea.

4.6.8. Peso de grano por planta (g)

Con la finalidad de determinar la producción por planta, se tomó al azar 10 plantas y se pesaron los granos cosechados por cada planta.

4.7. Diseño experimental

El diseño experimental fue bloques completos al azar con disposición factorial de 2x4, con 4 repeticiones.

4.8. Características del área experimental

Parcela experimental:

Largo de parcela : 38 m

Ancho de parcela : 16 m

Área total de parcela : 608 m²

Bloques:

Largo de bloque : 16 m

Ancho de bloque : 9 m

Área total de bloque : 144 m²

Unidad experimental (UE):

Largo de UE : 9 m

Ancho de UE : 2 m

Área total de UE: 18 m²

Número de líneas del campo experimental:16

Distancia entre líneas: 1 m

Distanciamiento entre hileras: 0,15 m

Separación entre bloques: 0,5 m

4.9. Análisis estadístico

Para el análisis de los datos, se utilizó el análisis de varianza con una probabilidad $\alpha= 0,05$, y $0,01$; y para determinar el nivel óptimo de nitrógeno se utilizó el análisis de regresión y la prueba de Duncan para determinar el número adecuado de hileras.

4.10. Conducción del experimento

4.10.1. Preparación de terreno

En la preparación de suelo se incorporó todo el estiércol a razón de 30 toneladas por hectárea, el mismo que se remojó durante 15 días antes de la siembra.

4.10.2. Siembra

Se efectuó en forma manual a chorro continuo, en suelo húmedo para facilitar la germinación del grano, la siembra se realizó en una y dos bandas según el tratamiento establecido para cada unidad experimental, la semilla se desinfectó con fungicidas comerciales *Coraza* 20 g/kg y *Benlate* 20 g/kg de grano. Fecha de siembra: 2 de setiembre del 2018.

4.10.3. Riego

El riego fue interdiario, según el requerimiento de la planta durante el crecimiento. Teniendo en cuenta sobre todo en la etapa de floración y llenado de grano.

4.10.4. Fertilización

Los fertilizantes incorporados al fondo de surco fueron el diamónico y sulfato de potasio. En un tercio de la fórmula de abonamiento.

La fórmula de fertilización utilizada en la presente investigación de 120 - 250 kg de P_2O_5 y K_2O .

4.10.5. Deshierbo

Se realizó manualmente a los 15 dds, luego una vez por mes durante dos meses posteriores, con el propósito de evitar la competencia por agua, espacio, nutrientes y la presencia de plagas.

4.10.6. Raleo

Esta labor se realizó conjuntamente con el deshierbo con el objetivo de uniformizar el distanciamiento entre plantas y se permita un adecuado abastecimiento de nutrientes por el sistema de fertirriego.

4.10.7. Aplicación de los niveles de nitrógeno

Los tratamientos de los niveles de nitrógeno se aplicaron días posteriores a la siembra, en voleo a chorro continuo procurando se ubique los granulos de fertilizante debajo de la cinta de goteo, fraccionando en 2 aplicaciones, según la fenología del cultivo de quinua. Los niveles de nitrógeno fueron aplicados en dos fechas.

Primera: 10 de octubre del 2018

Segunda: 2 de noviembre del 2018

4.10.8. Control de plagas y enfermedades

El control se efectuó semanalmente mediante el uso de insecticidas y fungicidas en forma preventiva a fin de impedir la aparición y proliferación del mildiu lograr granos enteros y de calidad.

Tabla 4. Productos químicos y sus dosis

Plaga/enfermedad	Ingrediente activo	Dosis para 20 l.
Chinche	Acetamiprid	7g
Gusanos	Lufenuron	200 ml
	Clorfenapir*	200 ml
Mildiu	Dimethomorph + Mancozeb	50 g
	Metalaxil	200 g
Fusarium	Carbendazin	300 g
	Benzimidazol	200 g
Nematodos	Oxamilo	50ml

Fuente: Elaboración propia.

4.10.9. Cosecha

El periodo de cosecha se realizó el 20 de diciembre del 2018 cuando la planta se tornó amarillento este es un indicio de su madurez fisiológica, en donde los granos se encuentran secos y se facilita su trillado.

4.10.10. Trillado

Las plantas secadas al ambiente se procedieron a pisar con equipo mecánico, las plantas a evaluar se trillaron manualmente a fin de determinar la cantidad de grano por planta. El venteado fue manual.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Resultados y discusión

5.1.1. Altura de planta

Tabla 5. Análisis de varianza para altura de planta

F de V.	gl	S.C.	C.M.	F.C.	F $\alpha = 0,05$	0,01
Bloques	3	940	313,33	1,8	3,07	4,87 ns
Hileras(H)	1	2 943,55	2 943,55	16,91	4,32	8,02**
Nitrógeno (N)	3	2 415,96	805,32	4,63	3,07	4,87*
H*N	3	171,58	57,19	0,33	3,07	4,87 ns
Error	21	3 655,01	174,05			
Total	31	10 126,1				

Fuente: Elaboración propia.

CV=13,13%

En la tabla 5, se presenta el análisis de varianza para altura de planta, para bloques no hubo significancia estadística, sin embargo se halló diferencias estadísticas altamente significativas para el factor hileras, y el factor nitrógeno resalto significativamente; la interacción de los factores fue no significativas; el coeficiente de variabilidad fue de 13.13%.

Tabla 6. Duncan para número de hileras en altura de planta

O. M	Tratamiento	Promedio	Sig. $\alpha = 0,05$
1	1 hilera	110,05	a
2	2 hileras	90,87	b

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 6, la prueba de comparación múltiple de Duncan, muestra que el mayor promedio para altura de planta fue para una hilera de siembra con 110,05 cm de altura, siendo estadísticamente superior. A dos hileras de siembra.

Tabla 7. Regresión de altura de planta para niveles de nitrógeno

F.V.	gl	SC	CM	FC
Regresión	1	2264,95	2264,95	8,64 **
Error	30	7861,15	262,04	
Total	31	10126,10		

Fuente: Elaboración propia

$r^2 = 22,37\%$

La tabla 7, el análisis de varianza de regresión para altura de planta, indica que el modelo fue significativo. el coeficiente de determinación indica que el 22,37 % de la variabilidad de altura de planta es debido a los niveles de nitrógeno.

En la figura 1, la altura de planta se observa la tendencia lineal de los puntos, obteniéndose la siguiente ecuación:

$$\hat{y} = 81,64 + 0,09 N$$

Esto indica que, por cada kilogramo de nitrógeno, la altura de planta aumenta en 0,064 cm, el coeficiente de determinación indica que el 22,37 % de la variación de altura de planta está influenciada por el nitrógeno.

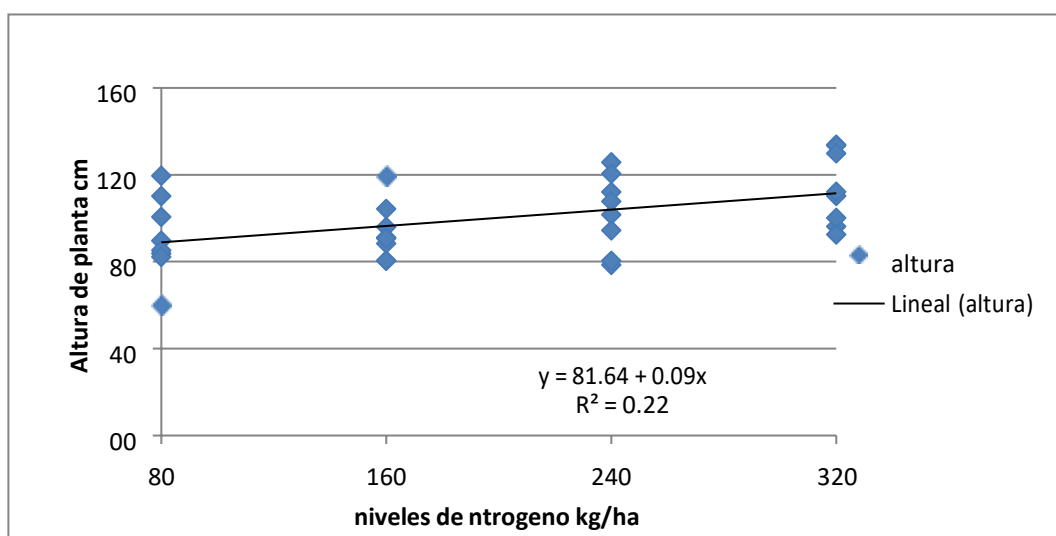


Figura 1. Altura de planta con respecto a niveles de nitrógeno

5.1.2. Ancho de panoja

Tabla 8. Análisis de varianza para ancho de panoja

F de V.	gl	S.C.	C.M.	F.C.	F α = 0,05	0,01
Bloques	3	4,82	1,61	0,81	3,07	4,87 ns
Hileras(H)	1	0,45	0,45	0,23	4,32	8,02 ns
Nitrógeno (N)	3	31,69	10,56	5,31	3,07	4,87**
H*N	3	7,15	2,38	1,20	3,07	4,87 ns
Error	21	41,82	1,99			
Total	31	85,94				

Fuente: Elaboración propia.

CV=16,14%

En la tabla 8, se muestra los resultados del análisis de la varianza para el ancho de panoja, mostrando que para los bloques no hubo Significancia estadística; para el factor hileras de siembra no hubo significancia

estadística; con respecto al factor nitrógeno, se encontraron diferencias altamente significativas, en cambio, para la interacción no hubo significancia estadística. El coeficiente de variación fue 16,14%.

Tabla 9. Regresión de ancho de panoja por niveles de nitrógeno

F.V.	GI	SC	CM	F
Regresión	1	30,45	30,45	16,46**
Error	30	55,49	1,85	
Total	31	85,94		

Fuente: Elaboración propia.

R² = 35 %

En la tabla 9, muestra los resultados del análisis de regresión para el ancho de panoja, se observa una alta significación estadística, y el coeficiente de determinación indica que el 35,43 % de variabilidad esta influenciada por el factor nitrógeno.

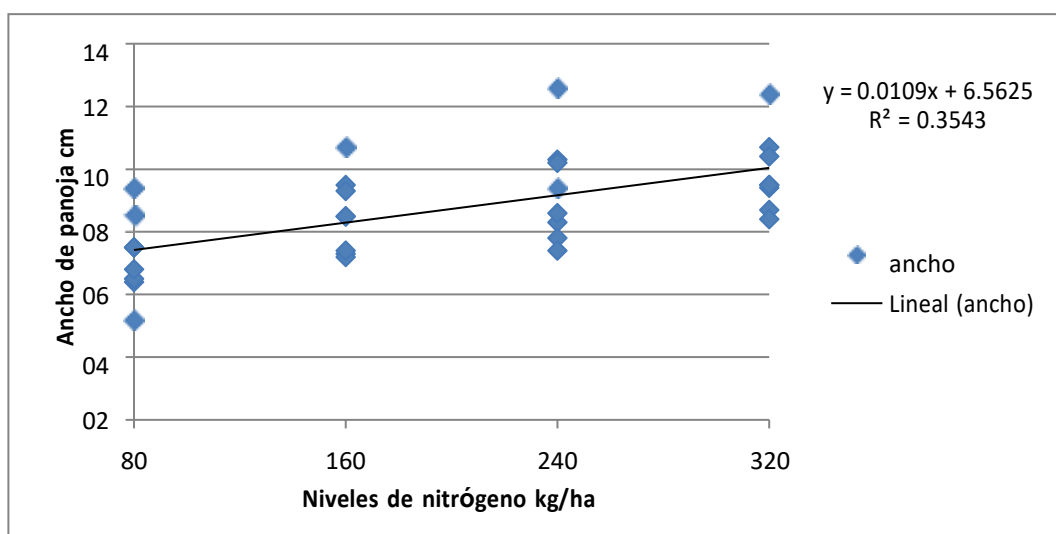


Figura 2. Ancho de panoja vs. Niveles de nitrógeno

Fuente: Elaboración propia

En la figura 2, muestra el grafico de dispersión del ancho de panoja, se aprecia una tendencia lineal determinándose la siguiente ecuación:

$$\hat{y} = 6,56 + 0,01 N$$

La función indica que por cada unidad de nitrógeno aplicada en la quinua INIA 431 - Altiplano, el ancho de panoja se incrementa en 0,01 cm.

5.1.3. Longitud de panoja

Tabla 10. Análisis de varianza para longitud de panoja

F de V.	gl	S.C.	C.M.	F.C.	F $\alpha = 0.05$	0.01
Bloques	3	118,71	39,57	2,63	3,07	4,87 ns
Hileras(H)	1	7,32	7,32	0,49	4,32	8,02 ns
Nitrógeno (N)	3	399,04	133,01	8,86	3,07	4,87**
H*N	3	3,15	1,05	0,07	3,07	4,87 ns
Error	21	315,39	15,02			
Total	31	843,62				

Fuente: Elaboración propia CV=12,65%

En la tabla 10, se presenta los resultados del análisis de varianza para la longitud de panoja, se puede observar que para bloques no hubo significancia estadística; para el factor hileras de siembra no se encontró significancia estadística, el factor nitrógeno presentó una diferencia estadística altamente significativa, no hubo significancia para la interacción de los factores; el coeficiente de variación fue 12,65 %, el cual se considera aceptable.

Tabla 11. Regresión de longitud de panoja por niveles de nitrógeno

F.V.	gl	SC	CM	F
Regresión	1	376,08	376,08	24,13**
Error	30	467,54	15,58	
Total	31	843,62		

Fuente: Elaboración propia.

$r^2 = 44,58\%$

La tabla 11, muestra los resultados del análisis de regresión para longitud de panoja, mostrando que existe una alta significación estadística, el coeficiente de determinación indica que el 44,5 % de la variabilidad de longitud de panoja se debe a los niveles de N, y el porcentaje restante está influenciado por otros factores.

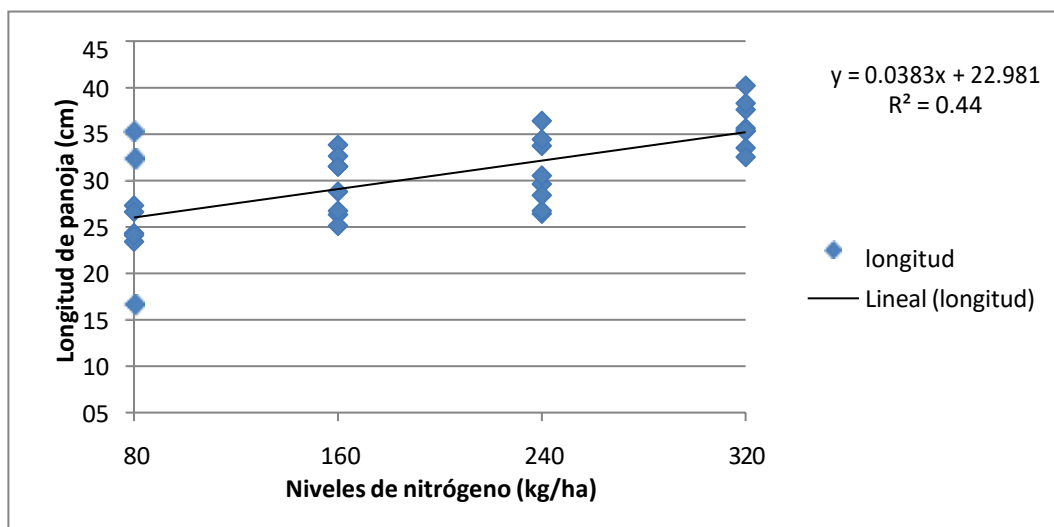


Figura 3. Longitud de panoja respecto a niveles de nitrógeno

Fuente: Elaboración propia

En la figura 3, la longitud de panoja se observa una respuesta lineal, hallándose la siguiente ecuación:

$$\hat{y} = 22,98 + 0,04 N$$

Esto indica que por cada kilogramo de N el largo de panoja se incrementa en 0,04 cm, influenciando directamente sobre el rendimiento de grano.

5.1.4. Peso fresco de planta

Tabla 12. Análisis de varianza para peso fresco de planta

F de V.	gl	S.C.	C.M.	F.C.	F α = 0.05	0.01
Bloques	3	439,66	146,55	0,97	3,07	4,87 ns
Hileras(H)	1	1708,20	1708,20	11,28	4,32	8,02**
Nitrógeno (N)	3	3454,97	1151,66	7,60	3,07	4,87**
H*N	3	755,98	251,99	1,66	3,07	4,87 ns
Error	21	3180,17	151,44			
Total	31	9538,99				

Fuente: Elaboración propia CV=9,62%

En la tabla 12, se presenta los resultados del análisis de varianza para el peso fresco de planta, se observa que para bloques no hubo significación estadística, los factores hileras y nitrógeno presentaron diferencias estadísticas altamente significativas, para la interacción de factores no se halló significancia estadística, cada factor influye indistintamente del otro, el coeficiente de variación fue 9,62 %, siendo aceptable.

Tabla 13. Duncan para número de hileras en peso fresco

O.M	Tratamiento	Promedio	Sig. $\alpha = 0,05$
1	1 hilera	135,21	a
2	2 hileras	120,59	b

Fuente: Elaboración propia

La tabla 13, muestra los resultados de la prueba de Duncan, para el peso fresco de planta, se observa en primer lugar a la hilera de uno con 135,21 g, considerándose estadísticamente mejor, con respecto a la que ocupó el segundo lugar 2 hileras con 120,59 g respectivamente.

Tabla 14. Regresión de peso fresco de planta para niveles de nitrógeno

F.V.	gl	SC	CM	F
Regresión	1	3421,21	3421,21	16,78 **
Error	30	6117,78	203,93	
Total	31	9538,99		

Fuente: Elaboración propia

$r^2 = 35,8\%$

La tabla 14, muestra los resultados del análisis de regresión para el peso fresco de planta, mostrando que existe una alta significación estadística, el coeficiente de determinación indica que el 35,8 % de la variabilidad del peso fresco de la planta de quinua esta influenciado por efecto de los niveles de N.

En la figura 4, el peso fresco de planta se aprecia en la dispersión de puntos una tendencia lineal, encontrándose la siguiente ecuación:

$$= 104,78 + 0,12 N$$

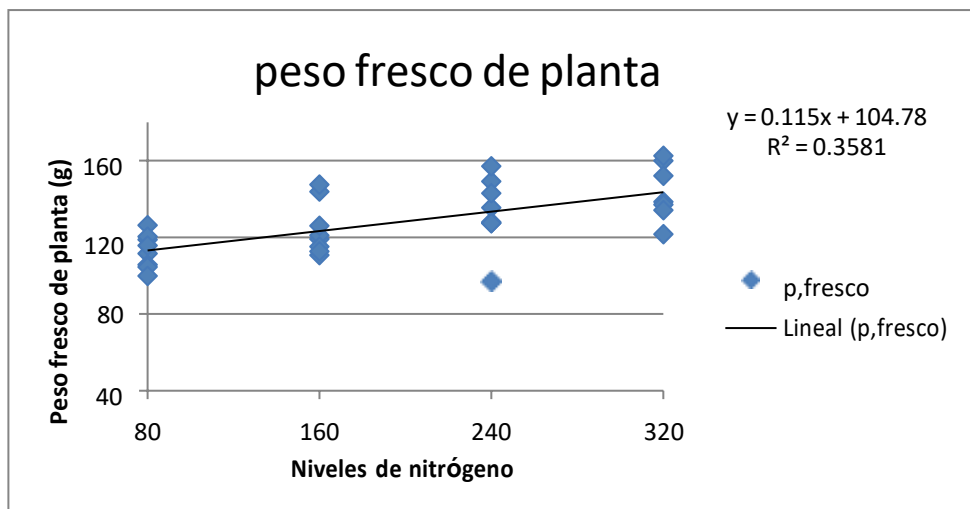


Figura 4. Peso fresco de planta vs niveles de nitrógeno

Fuente: elaboración propia

La función encontrada indica que por cada kilogramo adicional de nitrógeno el peso fresco de planta aumenta en 0,12 g.

5.1.5. Peso de planta seca (g)

Tabla 15. Análisis de varianza de peso de planta seca (g)

F de V.	gl	S.C.	C.M.	F.C.	F $\alpha = 0,05$	0,01
Bloques	3	383,73	127,91	0,95	3,07	4,87 ns
Hileras(H)	1	598,84	598,84	4,46	4,32	8,02*
Nitrógeno (N)	3	2359,69	786,56	5,86	3,07	4,87**
H*N	3	301,71	100,57	0,75	3,07	4,87 ns
Error	21	2816,64	134,13			
Total	31	6460,61				

Fuente: Elaboración propia

CV=12,75%

En la tabla 15, se presenta los resultados del análisis de varianza para peso seco de planta, para los bloques no hubo significancia; para el factor hileras hubo significancia; sin embargo el factor nitrógeno mostró diferencias estadísticas altamente significativas, con respecto a la interacción de factores no hubo significancia estadística. El coeficiente de variación fue 12,75 %, lo que se considera aceptable.

Tabla 16. Duncan para número de hileras en peso de planta seca

O.M.	Hileras	Medias	Sig. F $\alpha=0,05$
1	1 hilera	95,17	a
2	2 hileras	86,52	b

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16, se muestra los resultados de la prueba de significación de Duncan, se observa que una hilera logro 95,17 g ocupando el primer lugar, superando a dos hileras que alcanzó 86,52 g.

Tabla 17. Regresión peso de planta seca para niveles de nitrógeno

F.V.	gl	SC	CM	FC
Regresión	1	2 288,34	2 288,34	16,45 **
Error	30	4 172,27	139,08	
Total	31	6 460,61		

Fuente: Elaboración propia

$r^2 = 35,42\%$

La tabla 17, muestra los resultados del análisis de regresión para el peso seco de planta, se observa que hay una alta significación estadística, el coeficiente de determinación indica que el 35,42 % de la

variabilidad del peso seco de planta está influenciado por los niveles de N

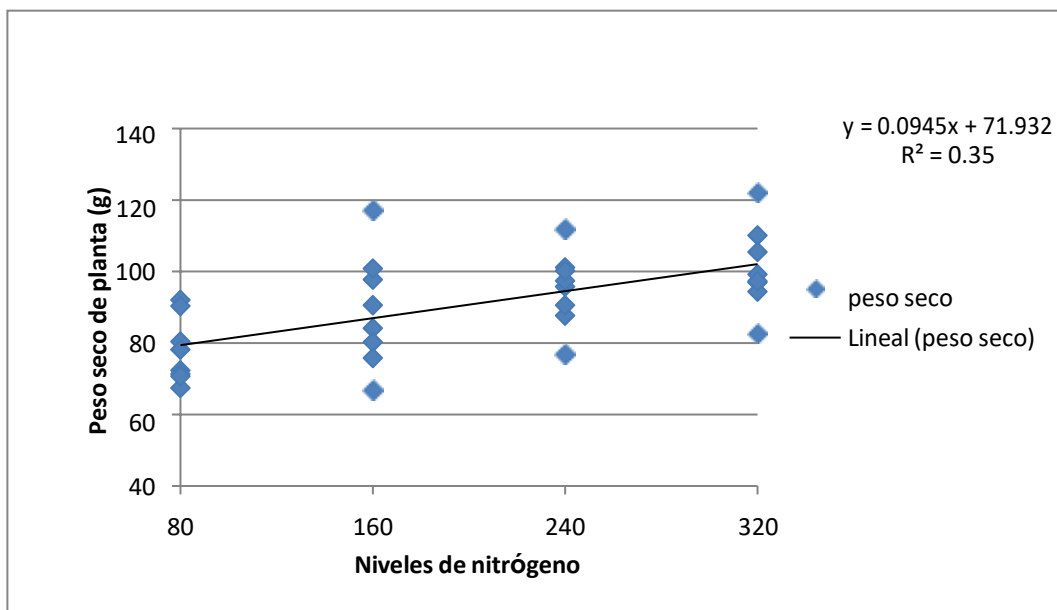


Figura 5. Peso seco de planta respecto a niveles de nitrógeno

Fuente: elaboración propia

La figura 5, muestra la dispersión de los puntos para el peso seco de planta, se observa una función lineal, encontrándose la siguiente ecuación lineal:

$$\hat{y} = 71,93 + 0,09 N$$

La ecuación indica que, por cada kilogramo de nitrógeno añadido, el peso seco de planta incrementa en 0,094 g. El coeficiente de determinación indica que el 35 % de la variabilidad del peso seco de planta está influenciado por los niveles de N.

5.1.6. Peso de panoja seca

Tabla 18. Análisis de varianza para peso seco de planta (g)

F de V.	gl	S.C.	C.M.	F.C.	F $\alpha = 0,05$	0,01
Bloques	3	373,60	124,53	5,25	3,07	4,87 **
Hileras(H)	1	204,88	204,88	8,64	4,32	8,02**
Nitrógeno (N)	3	340,49	113,5	4,78	3,07	4,87*
H*N	3	107,17	35,72	1,51	3,07	4,87 ns
Error	21	498,23	23,73			
Total	31	1 524,38				

Fuente: Elaboración propia

CV=12,7%

En la tabla 18, se muestra los resultados del análisis de la varianza para el peso seco de panoja, se encontraron diferencias significativas entre bloques; para el factor hileras, se encontró diferencias altamente significativas; para el factor nitrógeno, hubo una diferencia significancia; con respecto a la interacción de factores, no hubo significancia; el coeficiente de variación fue 12,7 %.

Tabla 19. Duncan para número de hileras en peso de panoja seca

O.M.	Hileras	Medias	Sig F $\alpha=0,05$
1	1 hilera	40,89	a
2	2 hileras	35,83	b

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 19, se presenta los resultados de la prueba de significación de Duncan para el peso seco de la panoja, se observa en primer lugar la

siembra a una hilera con 40,89 g, a diferencia del segundo la siembra a dos hileras con 35,83 g.

Tabla 20. Regresión de peso de panoja seca para niveles de nitrógeno

F.V.	gl	SC	CM	F
Regresión	1	324,59	324,59	8,12**
Error	30	1199,79	39,99	
Total	31	1524,38		

Fuente: Elaboración propia

$r^2 = 21,3 \%$

La tabla 20, presenta los resultados del análisis de regresión para el peso seco de panoja, mostrando que hay una alta significación estadística, el coeficiente de determinación indica que el 21,30 % del peso seco de la panoja es efecto de la aplicación de niveles de nitrógeno y el 78,70 % restante está influenciado por otros factores.

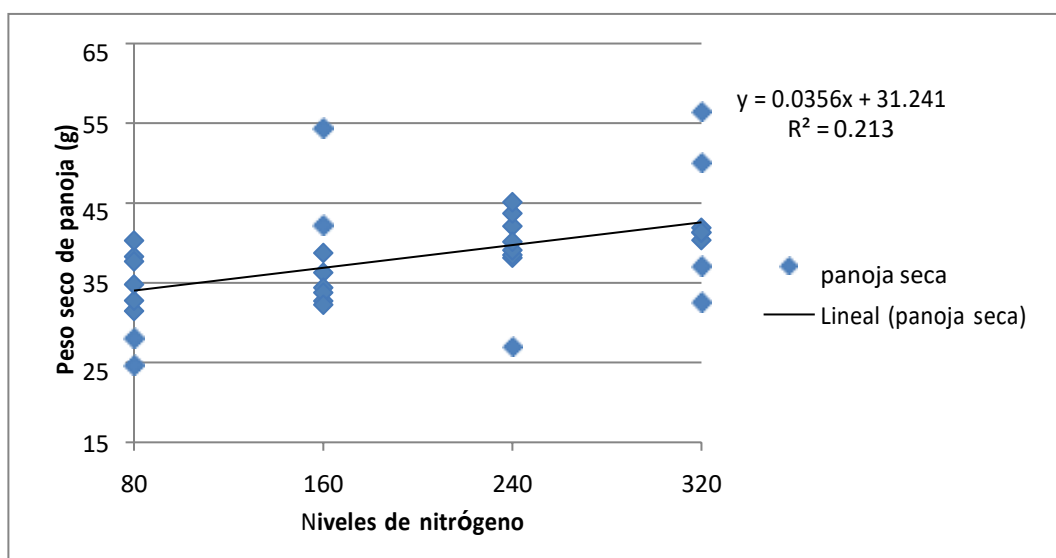


Figura 6. Peso de panoja seca vs niveles de nitrógeno

Fuente: Elaboración propia.

La figura 6, muestra la dispersión de puntos del peso seco de panoja, se observa una función lineal con la siguiente ecuación:

$$\hat{y} = 31,24 + 0,03 N$$

Esta función indica que por cada kilogramo de nitrógeno el peso seco de panoja aumenta en 0,035 g, mostrando su importancia en esta variable.

5.1.7. Peso de grano por planta (g)

Tabla 21. Análisis de varianza para altura de planta

F de V.	I	S.C.	C.M.	F.C.	F $\alpha = 0,05$	0,01
Bloques	3	69,71	23,24	3,36	3,07	4,87 *
Hileras(H)	1	71,70	71,70	10,36	4,32	8,02**
Nitrógeno (N)	3	161,67	53,89	7,79	3,07	4,87**
H*N	3	41,04	13,68	1,98	3,07	4,87ns
Error	21	145,36	6,92			
Total	31	489,47				

Fuente: Elaboración propia CV=12,99 %

En la tabla 21, se presenta los resultados del análisis de varianza para el peso de grano por planta; se encontraron diferencias estadísticas significativas para los bloques; para los factores hileras y nitrógeno, se observó una significación estadística altamente significativa; sin embargo, en la interacción de los factores no hubo significación estadística; el coeficiente de variación fue 12,99 %, lo cual es aceptable.

Tabla 22. Duncan para número de hileras en peso de grano por planta

O.M.	Hileras	Medias	Sig .F $\alpha=0.05$
1	1 hilera	21,75	a
2	2 hileras	18,75	b

Fuente: Elaboración propia

La tabla 22, muestra los resultados de la prueba de significación de Duncan, se observa que la siembra a una hilera obtuvo 21,75 g siendo superior estadísticamente respecto a la siembra a dos hileras que logró 18,75 g de grano de quinua.

Tabla 23. Regresión peso de grano por planta para niveles de nitrógeno

F.V.	gl	SC	CM	F
Regresión	1	150,97	150,97	13,38**
Error	30	338,50	11,28	
Total	31	489,47		

Fuente: Elaboración propia

$r^2 = 30,82\%$

En la tabla 23, se presenta los resultados de la regresión para el peso de grano por planta, indicando una alta significación estadística; el coeficiente de determinación indica que el 30,8 % del peso de grano por planta se atribuye al factor nitrógeno y el resto está influenciado por otros factores.

En la figura 7, se observa la dispersión de punto del peso de grano por planta encontrándose la siguiente ecuación:

$$\hat{y} = 15,39 + 0,02 N$$

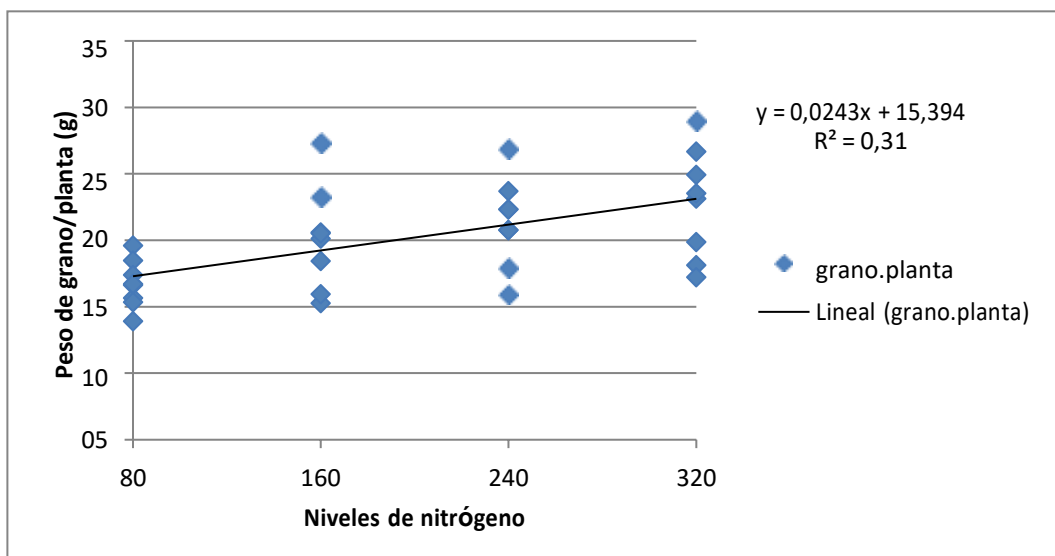


Figura 7. Peso de grano por planta respecto a niveles de nitrógeno

Fuente: Elaboración propia.

La ecuación lineal refleja que por cada kilogramo de nitrógeno adicionado el peso de grano por planta se incrementa en 0,024 g, de esta manera influirá sobre la variable rendimiento.

5.1.8. Rendimiento t/ha

Tabla 24. Análisis de varianza para rendimiento

F de V.	gl	S.C.	C.M.	F.C.	F $\alpha = 0,05$	0,01
Bloques	3	1,05	0,35	1,74	3,07	4,87 ns
Hileras(H)	1	13,39	13,39	66,74	4,32	8,02**
Nitrógeno (N)	3	5,05	1,68	8,39	3,07	4,87**
H*N	3	0,09	0,03	0,16	3,07	4,87 ns
Error	21	4,21	0,20			
Total	31	23,80				

Fuente: Elaboración propia

CV=12,85%

La tabla 24, muestra los resultados del análisis de varianza para rendimiento, se observa que no hubo significancia para los bloques; para los factores hileras y nitrógeno existe alta significancia estadística; para la interacción no se halló significancia estadística. El coeficiente de variación fue 12,85 %, lo que se considera aceptable.

Tabla 25. Duncan para número de hileras en rendimiento

O. M	Hileras	Medias	Sig .F $\alpha=0,05$
1	2 hileras	4,13	a
2	1 hilera	2,84	b

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 25, se muestra los resultados de la prueba de significación de Duncan, se observa que la siembra a dos hileras logró 4,13 t/ha siendo superior estadísticamente, a la siembra a una hilera que alcanzó 2,84 t/ha de grano respectivamente.

Tabla 26. Regresión de rendimiento para niveles de nitrógeno

F.V.	gl	SC	CM	F
Regresión	1	4,80	4,80	7,59**
Error	30	18,99	0,63	
Total	31	23,80		

Fuente: Elaboración propia

$r^2 = 20,19\%$

En la tabla 26, se presenta los resultados del análisis de regresión para rendimiento, mostrando que hay alta significación estadística, el coeficiente de determinación indica que el 20,19 % del rendimiento depende del nitrógeno y el resto de otros factores.

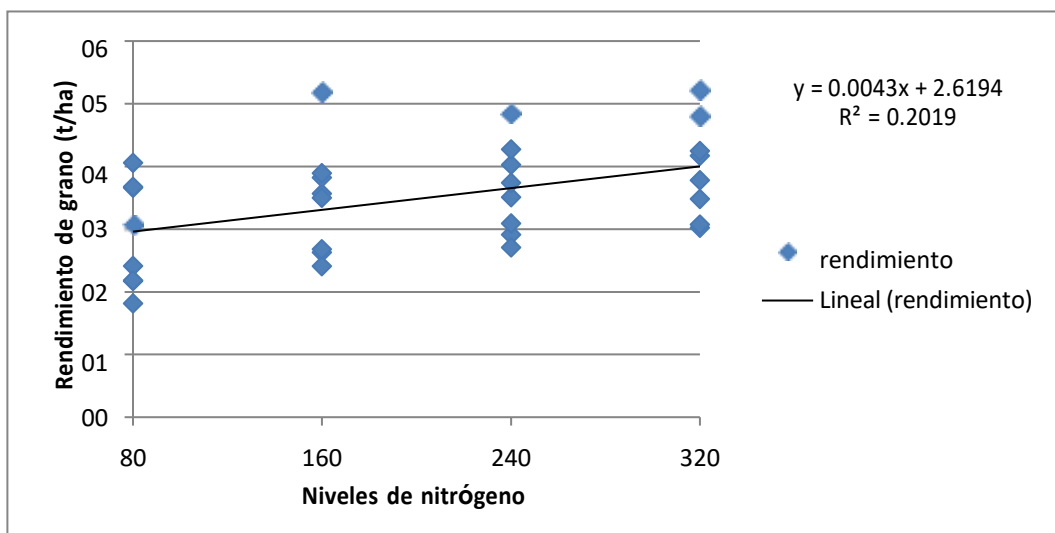


Figura 8. Rendimiento con respecto a niveles de nitrógeno

Fuente: Elaboración propia

La figura 8, muestra la dispersión de puntos para rendimiento de grano de quinua, se observa una función lineal, obteniéndose la siguiente ecuación:

$$\hat{y} = 2,61 + 0,0043 N$$

Esto indica que, por cada kilogramo de N aplicado, el rendimiento de grano se incrementa en 0,0043 t/ha, demostrando que el nitrógeno influye sobre en los rendimientos.

Los niveles de nitrógeno presentaron un efecto lineal sobre el rendimiento de grano, lo que indica que por cada unidad de N agregado el rendimiento de grano se incrementa en 0,0043 kg, estos resultados difieren

a los encontrados por Mendoza et al. (2016) quienes obtuvieron un rendimiento de 2,8 t/ha de grano con 200 unidades de N ha⁻¹. Asimismo, Llacca (2014) obtuvo un rendimiento de 3,45 t/ha con 194,4 kg de N ha⁻¹. Por otro lado, Molina (2021) indica que la quinua presenta bajo rendimientos a bajas dosis, este efecto también se observó en la presente investigación, ya que, al incrementar las dosis de N, el rendimiento también se incrementa. Los rendimientos encontrados en la presente investigación son inferiores a los reportados por Mendoza et al. (2016) y Llacca (2014), esto podría deberse a varios factores, el N podría estar perdiéndose por lixiviación hacia la parte subterránea, volatizándose a la atmósfera. Navarro (2003) indica que el nitrógeno aplicado en cantidades elevadas en los cereales alarga la etapa de crecimiento, por lo que trae el contenido de paja se incrementa mayor con relación a la cantidad de grano, así como su influencia en el proceso de formación de aminoácidos que son responsables de formar diversas proteínas.

Según el INIA (2013) sus rendimientos registrados en sus informes técnicos, la variedad altiplano posee rendimientos promedio de 2,86 t/ha los mismo que fueron efectuados en la región de puno, siendo una zona distinta al presente experimento de investigación.

CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos en la presente investigación se llegó a lo siguiente:

No fue posible determinar la dosis adecuada de nitrógeno en la presente investigación, sin embargo, las aplicaciones crecientes en una unidad de nitrógeno permitirán elevar el rendimiento en 0,0043 t/ha. Demostrándose la influencia del nitrógeno en el rendimiento de grano.

Con respecto al número de hileras y su influencia en el rendimiento, se determinó que la siembra a dos hileras obtuvo un rendimiento de 4,13 t/ha, siendo adecuada a implementar en el distrito La Yarada Los Palos.

RECOMENDACIONES

Es necesario realizar investigaciones con respecto a las aplicaciones crecientes de nitrógeno en el cultivo de quinua, para determinar una dosis adecuada, se sugiere experimentar con unas dosis superiores a 300 kg/ha, con la finalidad de lograr rendimientos diferenciados.

Con respecto a la siembra de quinua 'INIA 431 – Altiplano' se sugiere realizar la siembra a dos hileras a fin de elevar los rendimientos promedios a 4 t/ha de grano de quinua en la zona La Yarada Los Palos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARE PERU. (2012). *Manual de Nutrición y Fertilización de la Quinoa*. Lima- Perú: FUNART.

AGROUNSA. (2015). *Publicaciones Agronomía de la Universidad del Sur*. Argentina: Editorail de la Universidad Nacional del Sur.

Bazile, D., Bertero, D., & Nieto, C. (2014). *El Estado del arte de la Quinoa en el mundo en 2013*. Santiago - Chile: FAO.

DGPA. (2017). *La Quinoa: producción y comercio del Perú*. Lima- Perú: Ministerio de Agricultura y riego.

Dirección Regional de Agricultura Ancash. (2013). *Cultivo de la Quinoa en Ancash*. Ancash- Perú.

DRA- Ancash. (2013). *Cultivo de la Quinoa en Ancash*. Ancash- Perú.

FAO. (2011). *La Quinoa: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. Oficina Regional para América Latina y el Caribe.

FAO. (2016). *Guía de identificación y control de las principales plagas que afectan a la quinoa en la zona andina*. Santiago.

- Gobierno Local Inclán. (2014). *Manual de Cultivo de Quinoa, Proyecto de mejoramiento de la producción del cultivo de quinoa en el Distrito de Inclán*. Tacna- Perú.
- Gómez, L., & Aguilar, E. (2016). *Guía de cultivo de la Quinoa*. Lima- Perú: Universidad Agraria la Molina.
- Gross, A. (1981). *Abonos, Guía práctica de la fertilización*. España: Editorial Mundi Prensa.
- INIA. (2015). *Quinoa: un súper alimento para Chile y el mundo*. Chile: INIA-CHILE.
- Jacobsen, S., & Sherwood, S. (2002). *Cultivo de Granos Andinos en Ecuador*. ABAYA- YALA/FAO.
- León, J. (2003). *Cultivo de la Quinoa en Puno- Perú*. Puno - Perú.
- Llaca, G. (2014). *Influencia de la fertilización nitrogenada y fosfórica en el rendimiento de quinoa en el proter sama, region Tacna*. Tacna- Perú: unjbg. Tesis.
- Mendoza, E., Olivas, D. J., Mejía, C. M., y García J. (2016). Fertilización nitrogenada en el rendimiento de dos variedades de quinoa. *Infinitun*, 6(1), 11-15.
- Molina, J. E. (2021). *Efecto de distintas dosis de nitrógeno en la expresión de resistencia de plantas de quinoa (Chenopidium quinoa) frente a insectos defoliadores*. (Tesis de grado de Magister). Pontificia Universidad Católica de Chile. 45 p.

- Mujica, A., & Jacobsen, S. (2006). *La quinua (chenopodium quinoa willd) y sus parientes silvestres*. Puno- Perú.
- Mujica, A., Canahua, A., & Saravia, R. (2004). *Agronomía del cultivo de quinua*. FAO.
- Navarro, G. (2003). *Química agrícola*. Mexico: Ediciones Mundi Prensa.
- Salisbury, F., & Ross, C. (1992). *Fisiología Vegetal*. México: Grupo iberoamérica.
- Tapia, M. (1979). *La Quinua y la Kañiwa*. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. IICA.
- Tisdale, A., & Nelson, J. (1991). *Fertilidad de los suelos y fertilizantes*. México: Grupo Noriega.

ANEXO

Anexo 1. Altura de planta

Tratamientos	I	II	II	IV	PROMEDIO
t1	89,75	83,84	100,63	119,68	98,47
t2	96,08	91,25	119,67	104,34	102,83
t3	112,16	101,65	125,94	107,84	111,90
t4	133,99	110,43	133,55	130,00	126,99
t5	110,20	85,43	60,16	82,30	84,52
t6	80,45	80,65	88,43	90,85	85,10
t7	78,56	94,50	120,52	80,46	93,51
t8	96,23	92,52	112,35	100,28	100,35

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Ancho de panoja

Tratamientos	I	II	II	IV	PROMEDIO
t1	5,20	6,40	6,80	7,50	6,48
t2	9,50	7,20	8,50	7,40	8,15
t3	8,30	7,40	10,30	12,60	9,65
t4	9,40	10,40	12,40	8,70	10,23
t5	8,50	6,50	7,50	9,40	7,98
t6	7,30	10,70	9,30	8,50	8,95
t7	7,80	9,40	10,20	8,60	9,00
t8	10,70	9,50	9,50	8,40	9,53

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Longitud de panoja

Tratamientos	I	II	II	IV	PROMEDIO
t1	23,40	24,30	32,30	27,30	26,83
t2	26,30	28,80	32,60	31,50	29,80
t3	29,60	26,40	36,40	34,40	31,70
t4	33,50	35,60	40,20	35,40	36,18
t5	16,60	24,10	35,30	26,60	25,65
t6	33,80	31,50	25,10	26,70	29,28
t7	30,50	26,70	33,70	28,40	29,83
t8	37,60	38,30	35,30	32,50	35,93

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Peso fresco de planta

Tratamientos	I	II	II	IV	PROMEDIO
t1	111,63	118,94	120,37	99,94	112,72
t2	143,99	121,13	110,69	147,62	130,86
t3	149,27	157,19	127,49	143,22	144,29
t4	159,94	152,13	137,06	162,69	152,96
t5	126,40	105,70	104,60	115,80	113,13
t6	119,30	115,20	126,10	112,70	118,33
t7	135,70	97,20	128,20	127,40	122,13
t8	121,70	138,70	134,30	120,50	128,80

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Peso seco de planta

Tratamientos	I	II	II	IV	PROMEDIO
t1	72,33	67,47	90,35	78,16	77,08
t2	117,35	84,17	80,21	100,88	95,65
t3	95,79	111,95	90,61	101,18	99,88
t4	110,17	122,17	94,39	105,49	108,06
t5	92,04	71,41	80,41	70,71	78,64
t6	97,75	66,91	90,64	75,83	82,78
t7	87,66	76,90	97,40	100,21	90,54
t8	99,26	96,98	97,36	82,77	94,09

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Peso seco de panoja

Tratamientos	I	II	II	IV	PROMEDIO
t1	31,48	28,07	37,67	34,78	33,000
t2	54,43	34,40	33,76	42,22	41,202
t3	42,09	43,70	38,50	45,11	42,352
t4	50,06	40,31	41,26	56,45	47,021
t5	38,30	24,73	32,74	40,30	34,018
t6	36,27	32,72	38,71	32,23	34,982
t7	38,13	27,02	39,10	40,13	36,096
t8	37,12	32,59	41,90	41,33	38,237

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Peso de grano por planta

Tratamientos	I	II	II	IV	PROMEDIO
t1	16,63	13,91	18,45	16,71	16,42
t2	27,31	20,12	18,43	20,51	21,59
t3	22,32	26,87	20,75	23,68	23,40
t4	26,66	28,96	23,13	23,52	25,57
t5	19,61	15,64	17,37	15,34	16,99
t6	23,27	15,26	20,57	15,92	18,75
t7	20,78	15,92	22,30	17,94	19,23
t8	24,92	18,14	19,86	17,22	20,03

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8. Rendimiento

Tratamientos	I	II	II	IV	PROMEDIO
t1	2,17	1,82	2,41	2,18	2,14
t2	3,57	2,63	2,41	2,68	2,82
t3	2,91	3,51	2,71	3,09	3,06
t4	3,48	3,78	3,02	3,07	3,34
t5	3,65	3,06	4,06	3,67	3,61
t6	5,18	3,82	3,50	3,89	4,10
t7	4,02	4,84	3,74	4,27	4,22
t8	4,81	5,22	4,17	4,24	4,61

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9. Costo de producción del experimento

Ítems	Unidad	Cantidad	C. Unitario.	C. total
LABORES CULTURALES				
Preparación de terreno	jornal	1	50	50
Siembra	jornal	1	50	50
Riego	jornal	7	50	350
Fumigaciones	jornal	5	50	250
Raleo	jornal	1	50	50
Deshierbo	jornal	2	50	100
Tratamiento (aplicación)	jornal	2	50	100
Cosecha	jornal	1	50	50
Trillado	jornal	1	50	50
INSUMOS				
Semilla	kg	5	10	50
Urea	saco	1	65	65
Nitrato de calcio	saco	1	55	55
Nitrato de amonio	saco	1	65	65
Fosfato diamonico	saco	1	90	90
Sulfato de magnesio	saco	1	32	32
Sulfato de potasio	saco	1	120	120
Ridomil	kg	1	30	30
Geronimo	sobre	2	35	70
Fastac	l	1	200	200
Proclaim	sobre	2	50	100
Pegasol	l	1	30	30
Aliette	kg	1	95	95
EQUIPOS y OTROS				
Balanza	unidad	1	35	35
Vernier	unidad	1	25	25
Mochila	unidad	1	230	230
TOTAL DE INVERSION EN SOLES				2 342

*Presupuesto solo para el área experimental