

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Académico Profesional de Agronomía

**INFLUENCIA DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA
Y FOSFÓRICA EN EL RENDIMIENTO DE QUINUA
(*Chenopodium quinoa* Willd) EN EL PROTER
SAMA, REGIÓN TACNA**

TESIS

Presentada por:

Bach. Genesi Consuelo Llaca Ninaja

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA - PERÚ

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Escuela Académico Profesional de Agronomía

**INFLUENCIA DE LA FERTILIZACIÓN NITRÓGENADA Y FOSFÓRICA
EN EL RENDIMIENTO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd*) EN
EL PROTER SAMA, REGIÓN TACNA**

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 12 DE DICIEMBRE DEL 2014,
ESTANDO EL JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR:

PRESIDENTE:



MSc. Arístides Choquehuanca Tintaya

SECRETARIO:



Dr. Oscar Octavio Fernández Cutire

VOCAL:



MSc. Martín Eloy Casilla García

ASESOR:



MSc. Magno Robles Tello

DEDICATORIA

*A mis padres Sabino y Jetrudes
por la confianza, apoyo, y gran esfuerzo
que hicieron posible la culminación de mis
estudios.*

*A mis hermanos Maritza,
Carlos y Fiorella por su cariño,
y ejemplo de vida.*

*A mi eterno amor Alberth
por su comprensión y aliento
constante e incondicional hacia mí.*

*A mis queridos sobrinos Ihoel,
Nikol, Josue, Matteu y
Ximena, por compartir sus
sonrisas e inmenso cariño.*

AGRADECIMIENTOS

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

Agradecimiento especial a mi asesor Msc. Magno Robles Tello por su guía y apoyo a lo largo de mi trabajo de tesis.

A mis jurados Dr. Oscar Fernandez, Dr. Eloy Casilla, Msc. Aristides choquehuanca.

INDICE

RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	01
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	03
1.1. Planteamiento del problema	03
1.2. Formulación del problema	05
1.3. Delimitación de la investigación	06
1.4. Justificación	07
1.5. Limitaciones	08
CAPITULO II: OBJETIVOS E HIPÓTESIS	09
2.1. Objetivos	09
2.1.1. Objetivo general	09
2.1.2. Objetivos específicos	09
2.2. Hipótesis	10
2.2.1. Hipótesis General	10
2.2.2. Hipótesis Específicas.	10
2.3. Variables	11
2.3.1. Variables e indicadores	11
2.4. Operacionalización de variables	13

CAPÍTULO III: MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL	14
3.1. Conceptos generales y definiciones	14
3.1.1. Denominación y origen de la quinua	14
3.1.2. Requerimientos climáticos	15
3.1.3. Morfología de la planta	16
3.1.4. Descripción de la variedad en estudio	20
3.1.5. Valor nutritivo de la quinua	21
3.1.6. Requerimientos generales del cultivo	21
3.1.7. Labores culturales	23
3.1.8. Producción de quinua	26
3.1.9. Exportaciones de la quinua	27
3.1.10. Internacionalización de la demanda de quinua	29
3.2. Enfoques teóricos – técnicos	29
3.2.1. Nutrición	29
3.2.2. Nitrógeno	30
3.2.3. Fosforo	32
3.2.4. Potasio	33
3.2.5. Importancia de la fertilización	34
3.2.6. Fertilización y contenido nutritivo	37
3.3 Marco referencial	38

CAPITULO IV: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN	44
4.1. Tipo de investigación	44
4.2. Población y muestra	44
4.2.1. Factores en estudio	46
4.2.2. Características del campo experimental	49
4.2.3. Conducción del experimento	50
4.3. Características del suelo	56
4.4. Origen del agua de riego	57
4.5. Características climáticas	58
4.6. Técnicas aplicadas en la recolección de la información.	59
4.7. Instrumento medición	61
4.8. Métodos estadísticos utilizados	61
CAPITULO V: TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS	62
5.1 Resultados y discusión	62
5.1.1. Porcentaje de emergencia	62
5.1.2. Altura de planta (cm)	63
5.1.3. Días a la Floración (Nº de días)	67
5.1.4. Días a la Maduración (Nº de días)	70
5.1.5. Longitud de Panoja (cm)	72
5.1.6. Peso de Panoja (g)	75
5.1.7. Peso de 1000 semillas (g)	78

5.1.8. Rendimiento total (t/ha)	81
5.1.9. Índice de desgrane (%)	84
5.1.10. Densidad del grano (g/ml)	85
CONCLUSIONES	87
RECOMENDACIONES	88
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	89
ANEXOS	96

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Descripción de la variedad BLANCA REAL	20
Tabla 2.	Análisis físico químico del suelo	56
Tabla 3.	Análisis químico del agua	57
Tabla 4.	Temperaturas registradas en el campo experimental	58

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Operacionalización de variables	13
Cuadro 2.	Tratamientos en estudio	45
Cuadro 3.	Combinación de los tratamientos en estudio	47
Cuadro 4.	Aleatorización de tratamientos	48
Cuadro 5.	Análisis de varianza de porcentaje de emergencia	62
Cuadro 6.	Análisis de varianza de altura de planta	63
Cuadro 7.	Análisis de varianza días a la floración	67
Cuadro 8.	Análisis de varianza días a la maduración	70
Cuadro 9.	Análisis de varianza longitud de panoja	72
Cuadro 10.	Análisis de varianza peso de panoja	75
Cuadro 11.	Análisis de varianza peso de mil semillas	78
Cuadro 12.	Análisis de varianza rendimiento total	81
Cuadro 13.	Análisis de varianza índice de desgrane	84
Cuadro 14.	Análisis de varianza densidad del grano	85

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Regresión lineal altura de planta vs dosis de nitrógeno	65
Figura 2.	Regresión lineal altura de planta vs dosis de fósforo	66
Figura 3.	Regresión líneas días a la floración vs dosis de nitrógeno	68
Figura 4.	Regresión polinomial días a la floración vs dosis de fósforo	69
Figura 5.	Regresión lineal días a la maduración vs dosis de nitrógeno	71
Figura 6.	Regresión lineal longitud de panoja vs dosis de nitrógeno	73
Figura 7.	Regresión lineal longitud de panoja vs dosis de fósforo	74
Figura 8.	Regresión lineal peso de panoja vs dosis de nitrógeno	76

Figura 9.	Regresión lineal peso de panoja vs dosis de fósforo	77
Figura 10.	Regresión polinomial peso de mil semillas vs dosis de nitrógeno	79
Figura 11.	Regresión polinomial peso de mil semillas vs dosis de fósforo	80
Figura 12.	Regresión polinomial rendimiento total (kg/ha) vs dosis de nitrógeno	82
Figura 13.	Regresión polinomial rendimiento total (kg/ha) vs dosis de fósforo	83

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Porcentaje de germinación (%)	97
Anexo 2.	Altura de planta (cm)	98
Anexo 3.	Días a la floración (N° de días)	99
Anexo 4.	Días a la maduración (N° de días)	100
Anexo 5.	Longitud de panoja (cm)	101
Anexo 6.	Peso de la panoja (g)	102
Anexo 7.	Peso de mil semillas (g)	103
Anexo 8.	Rendimiento total (t/ha)	104
Anexo 9.	Índice de desgrane (%)	105
Anexo 10	Densidad del grano (gr/cc)	106

RESUMEN

La presente tesis titulada “INFLUENCIA DE LA FERTILIZACIÓN NITRÓGENADA Y FOSFÓRICA EN EL RENDIMIENTO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) EN EL PROTER SAMA, REGIÓN TACNA” se utilizó dosis de nitrógeno (00; 80; 160 y 240 kg/ha) y dosis de fosforo (00:40:80 y 120 kg/ha) bajo un diseño de bloques con estructura factorial de 4x4 con un total de 16 tratamientos y 4 repeticiones con 64 unidades experimentales. Para el análisis de datos se empleó el análisis de varianza a un nivel de significación de 0,05 y 0,01 de probabilidad, así mismo se utilizó el análisis de regresión lineal y polinomial para establecer la relación entre variables independientes y dependientes, se utilizó regresión polinomial para hallar la dosis óptima de nitrógeno (N) y fosforo (P). Los resultados evidenciaron lo siguiente: que la dosis el óptima de nitrógeno fue de 194,434 kg/ha, siendo el óptimo de rendimiento 3,45 t/ha, el coeficiente de determinación (R^2) señala que el 84,76 % del rendimiento es influenciada por la dosis de nitrógeno, sin embargo para el fósforo se encontró la dosis optima fue de 88,00 kg/ha, y su rendimiento óptimo fue de 2,89 t/ha el coeficiente de determinación (R^2) señala que el 99,91 % del rendimiento está influenciada por la dosis de fósforo. Para la interacción no hubo significación estadística.

ABSTRACT

And dose this thesis entitled "Influence of nitrogen fertilization on yield and phosphate QUINOA (. *Chenopodium quinoa* Willd) PROTER SAMA IN REGION TACNA" dose of nitrogen (00; 80 160 and 240 kg / ha 00) was used phosphorus (00: 40; 80 and 120 kg / ha) under a block design with 4x4 factorial structure with a total of 16 treatments and 4 replications with 64 experimental units. For data analysis analysis of variance to a significance level of 0.05 and 0.01 probability was used, also the analysis of linear and polynomial regression was used to establish the relationship between independent and dependent variables was used polynomial regression to find the optimal dose of nitrogen (N) and phosphorus (P). The results showed the following: the optimal dose of nitrogen was 194.434 kg / ha, with the optimum yield 3.45 t / ha, the coefficient of determination (R^2) indicates that 84.76% of the yield is influenced by dose of nitrogen, phosphorus yet to find the optimal dose was 88.00 kg / ha, and its optimum yield was 2.89 t / ha the coefficient of determination (R^2) indicates that 99.91 % yield is influenced by the dose of phosphorus. For the interaction was no statistical significance.

INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo que se produce en los Andes de Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia, Argentina y Chile; y en los Estados Unidos en el hemisferio norte. Se consume como cereal por su alto contenido de almidón, y es un alimento muy completo de fácil digestión, que posee 10 aminoácidos esenciales para los humanos; excepcional balance de proteínas (16-23 %), grasa (4-9 %) y aceite; alto nivel de calcio, fósforo y hierro. Cocido se utiliza en sopas, panificación y pastas; fermentado en preparados de chicha y cerveza; medicinalmente, en cosméticos, y alimentos balanceados para animales. El adecuado suministro de nutrientes a través de la fertilización, es necesario para obtener altos rendimientos, pero esta práctica por sí sola no garantiza cosechas abundantes, puesto que el estado nutricional del suelo establecido a través del análisis en laboratorio, es una información muy importante para realizar una fertilización óptima y balanceada, conociendo los niveles de macro y micro nutrientes presentes en el.

La quinua es un cultivo que responde positivamente a la fertilización nitrogenada y fosforada; y la cantidad a aplicar depende del tipo de abono

utilizado en el cultivo anterior, así como también de acuerdo al análisis de suelo. No obstante, los criterios técnicos para aplicar la fertilización química varían en relación a tipos de suelos en que se desarrolla el cultivo (fértil o de baja fertilidad), fraccionamientos y épocas de aplicación; variedades utilizadas y condiciones de desarrollo. Mújica (1977).

La presente investigación consta de los siguientes capítulos:

El primero de los capítulos: nos expone el planteamiento del problema información inicial básica de la naturaleza de investigación y amplía el problema observado por desarrollar el trabajo expuesto asimismo incluye la justificación. En el segundo capítulo: definimos los objetivos e hipótesis y la operacionalización de las variables. En el tercer capítulo: se describe el marco conceptual y teórico referente al tema de estudio, así como el marco referencial. En el cuarto capítulo: se especifica la metodología de la investigación donde aparece el tipo de investigación. El quinto capítulo: muestra los resultados y discusión que nos lleva a concluir el trabajo desarrollado en las conclusiones y recomendaciones. Finalmente contiene la lista de aportes bibliográficos utilizados en la investigación y los anexos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los productores de quinua en el Proter Sama no cuentan con una cultura de uso eficiente de la fertilización química para obtener plantas más vigorosas, de mayor calidad y rendimiento, las cualidades y desventajas de estos lo que conlleva en una utilización exagerada o en forma deficiente de la fertilización.

El adecuado suministro de nutrientes a través de la fertilización, es necesario para obtener altos rendimientos, pero esta práctica por sí sola no garantiza cosechas abundantes, puesto que el estado nutricional del suelo establecido a través del análisis en laboratorio, es una información muy importante para realizar una fertilización óptima y balanceada, conociendo los niveles de macro y micro nutrientes presentes en el.

Cada especie de planta requiere una determinada fórmula de fertilizante, o sea, se beneficia de algún elemento específico de su

composición: nitrógeno, el cual estimula el brote y favorece las hojas además de asegurar el crecimiento con vigor; fósforo, que estimula la floración y fructificación, siendo también importante para fortalecer las raíces; potasio, que fortalece la estructura celular de las plantas confiriéndoles mayor poder de resistencia a la sequía y enfermedades. Healy Wilkins (1986)

Debido a la falta de información de la cantidad de fertilizante que se debe incorporar en la zona, los productores de quinua generalmente utilizan la tecnología de otros productores que se dedican a éste cultivo, sin efectuar ensayos tendientes de esta forma por ser un cultivo muy sencillo en su manejo.

La quinua es un cultivo que responde positivamente a la fertilización nitrogenada y fosforada; y la cantidad a aplicar depende del tipo de abono utilizado en el cultivo anterior si es en rotación, así como también de acuerdo al análisis de suelo.

Los criterios técnicos para aplicar la fertilización química varían en relación a tipos de suelos en que se desarrolla el cultivo (fértil o de baja fertilidad), fraccionamientos y épocas de aplicación; variedades utilizadas

y condiciones de desarrollo; por lo que en el presente trabajo es necesario efectuar esta investigación que permitirá dar a conocer a los agricultores, las dosis de fertilización química eficientes y balanceadas para este cultivo en la zona.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Interrogante principal

¿Cuál será la influencia de la fertilización óptima nitrogenada y fosfórica en el rendimiento de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el Proter sama, región Tacna?

Interrogantes secundarias

¿Cuál será la dosis óptima de nitrógeno tendrá mayor efecto en el rendimiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el Proter Sama, región Tacna?

¿Cuál será la dosis óptima de fósforo tendrá mayor efecto en el rendimiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el Proter Sama, región Tacna?

¿Cuál es efecto de la interacción de fertilización nitrogenada y fosfórica en el rendimiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el Proter Sama, región Tacna?

1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Espacio geográfico: Se analizó el espacio jurisdiccional de la zona del Proter Sama. El presente trabajo experimental se desarrollará en el sector del Proter Sama en el pozo número 5 de propiedad de la Municipalidad de Inclán, siendo la ubicación geográfica y cuyas coordenadas son:

Latitud Sur : 17°30'00" 18°10' 00"

Longitud oeste : 70° 21' 00"

Altitud : 550 msnm.

El distrito de Inclán está ubicado en el valle de Sama a 41Km. noroeste de la ciudad de Tacna, en las siguientes coordenadas:

Longitud Oeste : 70° 21' y 70° 55' del Meridiano de Greenwich

Latitud Sur : 17° 30' y 18° 10'

Altitud : 550 m. s. n. m.

Sujetos de observación: los sujetos de observación fueron plantas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), variedad Blanca Real.

Tiempo: El presente trabajo de tesis se ha desarrollado en un lapso de tiempo de cuatro meses, abarcando la preparación del terreno en el mes de diciembre del 2013 hasta su cosecha en el mes de marzo del 2014, durante la estación de verano.

1.4. JUSTIFICACIÓN

La Municipalidad Distrital de Sama Inclán – Proter, que representa a los agricultores del valle de Sama, se ha visto por conveniente mejorar el ingreso económico de los agricultores y para tal objetivo plantea el cambio de la cedula de cultivo en base al cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), que en los últimos dos años en la región Tacna a adquirido mayor importancia por sus altos precios internacionales y mayor demanda externa. Esto ha ocasionado el aumento de los precios de la quinua en el mercado nacional e internacional, limitando el consumo interno de la misma, por sus altos precios en comparación con otros cereales. Actualmente el PROTER sama cuenta con aproximadamente 950 has de quinua, con respecto al sector de Inclán se cuenta con 40 has

de quinua en producción, incrementando la superficie sembrada y para ello se busca el incremento en la producción en el cultivo de quinua.

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo sobre la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) variedad Blanca Real, por su gran aceptación en el mercado internacional por sus características físico-químicas y dar a conocer a la población agrícola el adecuado manejo de la fertilización, tomando cantidades de fertilizantes previstas para obtener un rendimiento óptimo.

1.5. LIMITACIONES

Carencia de investigaciones referente al trabajo de investigación en el distrito de Inclán - PROTER, es autofinanciado al 100%.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. OBJETIVOS

2.1.1. Objetivo general

Determinar la influencia de la fertilización nitrogenada y fosfórica en el rendimiento de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el Proter sama, región Tacna.

2.1.2. Objetivos específicos:

Determinar la dosis óptima de nitrógeno que tendrá mayor efecto en el rendimiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el Proter Sama, región Tacna.

Determinar la dosis óptima de fósforo que tendrá mayor efecto en el rendimiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el Proter Sama, región Tacna.

Determinar la interacción de fertilización nitrogenada y fosfórica en el rendimiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el Proter Sama, región Tacna.

2.2. HIPOTESIS:

2.2.1. Hipótesis general

La interacción de la fertilización nitrogenada y fosfórica tendrá un efecto positivo en el incremento del rendimiento del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el Proter Sama, Región Tacna.

2.2.2. Hipótesis específicas

Al menos una dosis evidenciará el óptimo de nitrógeno que tendrá mayor efecto en el rendimiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el Proter Sama, región Tacna.

Al menos una dosis evidenciará el óptimo de fósforo que tendrá mayor efecto en el rendimiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el Proter Sama, región Tacna.

La interacción de fertilización nitrogenada y fosfórica tendrá un efecto significativo en el rendimiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el Proter Sama, región Tacna.

2.3. VARIABLES

2.3.1. Variables e indicadores

Variable dependiente (Y): Rendimiento Toneladas por ha.

- Porcentaje de emergencia
- Altura de planta
- Días a la floración
- Días a la maduración
- Longitud de la panoja
- Peso de panoja
- Peso de 1000 semillas
- Rendimiento total
- Índice de desgrane
- Densidad del grano

Variables independientes: Fertilización nitrogenada y fosfórica

X₁ dosis de nitrógeno

Indicadores

00 kg/ha

80 kg/ha

160 kg/ha

240 kg/ha

X₂ dosis de fósforo

Indicadores

00 kg/ha

40 kg/ha

80 kg/ha

120/ha

2.4 OPERACION DE VARIABLES

Cuadro 1. Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES
Variable independientes		
	Fertilización nitrogenada	00 kg/ha 80 kg/ha 160 kg/ha 240 kg/ha
Fertilización		
X	Fertilización fosfórica	00 kg/ha 40 kg/ha 80 kg/ha 120 kg/ha
	Porcentaje de emergencia	%
	Altura de planta	cm
	Días a la floración	Nº
	Días a la maduración	Nº
Variable dependiente	Peso de la panoja	g
Y	Índice de desgrane	%
	Densidad del grano	%
	Longitud de la panoja	cm
	Peso de 1000 semillas	g
	Rendimiento total	t/ha

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL

3.1. CONCEPTOS GENERALES Y DEFINICIONES

3.1.1. Denominación y origen de la quinua

La Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es una quenopodiácea propia de las regiones andinas frías, es una planta con un ciclo anual, y sus granos poseen proteínas y minerales como el fósforo, potasio y calcio; posee, además, una gran variabilidad y diversidad. Este cultivo puede adaptarse a las exigencias del mercado actual como alimento de origen orgánico. El centro de origen del cultivo de la quinua es el territorio andino del Perú y Bolivia, desde allí fue llevada por el norte hasta Colombia y por el sur hasta Chile. Su cultivo se realiza, aproximadamente, hace 3,000 a 5,000 años en forma doméstica por los pobladores originarios del altiplano, lo que ha originado cuatro ecotipos principales de quinua. (Mujica, 2000).

División Taxonómica de la Quinoa

VILLACRÉS y MAZÓN, (2008), exponen la siguiente clasificación:

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnolipsida
Subclase:	Caryophyllidae
Orden:	Carophyllales
Familia:	Chenopodiacea
Género:	<i>Chenopodium</i>
Especie:	<i>quinoa</i>
Nombre científico:	<i>Chenopodium quinoa</i> Willd
Nombre vulgar:	Quinoa

3.1.2. Requerimientos climáticos

La quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) comprende un amplio rango de temperaturas que se necesita para completar las fases de su ciclo vital, lo que se constituye en el mayor limitante de hábitat, que hace que el

cultivo solo se ajuste algunas regiones en sus cinco fases de Desarrollo en función a la temperatura:

- a. Fase de germinación: requiere de 1 a 3 °C
- b. Fase de primeras hojas: requiere de 5 a 8 °C
- c. Fase de ramificación: requiere de 8 a 16°C
- d. Fase de floración: requiere de 16 a 22 °C
- e. Fase de madurez.: requiere de 16 a 22 °C

Por ello la fase para sembrar la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), tiene un cronograma estricto, considerando que el tiempo promedio de ciclo vital es de 5 a 6 meses. (Mujica, 2000).

3.1.3. Morfología de la Planta

a. Raíz

La raíz es fibrosa, pivotante con muchas ramificaciones y alcanza hasta 0,60 m. de profundidad. Mientras más alta sea la planta más largo será su sistema radicular. (Alvares 1999).

b. Tallo

Es cilíndrico a la altura del cuello cerca a la raíz y herbáceo anual de una forma angulosa a la altura donde se insertan las ramas y hojas, estando dispuestas en las cuatro caras del tallo, la altura es variable de acuerdo a las variedades y siempre terminan en una inflorescencia, cuando la planta es joven tiene una medula blanca y cuando va madurando se vuelve esponjosa, hueca sin fibra, sin embargo la corteza se lignifica, el tipo de crecimiento es monopodico con una altura de 100 a 142 cm de altura en sus diversos colores: púrpura, morado, verde, amarillo, rojo y blanco. (Mujica 2000).

c. Hoja

Las hojas son polimorfas (diferentes formas de hojas en la misma planta), simples, enteras, esparcidas, glabras, pecioladas, sin estipulas, pinnatinervadas, siendo las inferiores romboidal y las superiores lanceoladas. Las hojas inferiores son más grandes que las superiores.

El color de las hojas puede ser verde, rojo o púrpura. Las hojas presentan oxalatos de calcio o vesículas granulosas en el envés a veces en el haz; las cuales evitan la transpiración excesiva en caso de que se presenten sequias. en la quinua podemos notar que la hoja está formada por una lámina y un peciolo, los peciolos son largos, acanalados y finos. La

inserción de las hojas en el tallo es alterna, en cada nudo se observan de 5 a 12 hojas de acuerdo a cada variedad. (Mujica 2000).

d. Inflorescencias

Es racimosa y por la disposición de las flores en el racimo se considera como una panoja. Existen dos tipos de panoja: glomerular y amarantiforme. (Mujica 2000).

En algunas variedades no se tiene una diferencia clara y pueden ser ramificadas teniendo una forma cónica, el eje principal de la inflorescencia es de forma angulosa o piramidal y tiene dos surcos, donde se ubican las flores, de acuerdo a la forma de la panoja; se le considera amarantiforme, cuando sus glomérulos están insertados en el eje secundario y glomerulada, cuando los glomérulos están insertos en el eje primario o principal y toda la panoja tiene la forma, de un solo glomérulo. De acuerdo a la densidad de panoja que se presentan estas son considerados: compactas, semicompactas o semilaxas y laxas. (Mujica 2000).

e. Flores

En una misma inflorescencia pueden presentar flores hermafroditas (perfectas), femeninas y androesteriles (imperfectas). Generalmente se

encuentra 50 glomérulos en una planta y cada glomérulo esta conformado por 18 a 20 granos aproximadamente. Las flores son pequeñas de 1 a 2 mm. de diámetro como en todas las quenopodiáceas, son flores incompletas porque carecen de pétalos. (Peralta, E. 2010).

f. Fruto

Es un aquenio, tiene forma cilíndrica - lenticular, levemente ensanchado hacia el centro, que deriva de un ovario supero unilocular y de simetría dorsiventral, en la zona ventral del aquenio se observa una cicatriz que es la inserción del fruto en el receptáculo floral, está constituido por el perigonio que envuelve a la semilla por completo, y contiene una sola semilla, de coloración variable con diámetro de 1.4 a 4 mm, la cual se desprende con facilidad a la madurez. (Gallardo, 1997).

g. Semilla

La semilla constituye un fruto maduro sin el perigonio, es pequeña, aproximadamente mide 2 mm de ancho y 1 mm de espesor, está cubierta por el pericarpio (pared externa del fruto), que es donde se encuentra la saponina que confiere el sabor amargo a la quinua.

La semilla presenta tres partes bien definidas que son: el episperma, embrión y perisperma. (Mújica, A. et. al. 2000).

3.1.4. Descripción de la variedad en estudio

Para el trabajo de investigación se utilizó quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) variedad Blanca Real.

Tabla 1. Descripción de la variedad Blanca Real

CICLO VEGETATIVO		105 DIAS
APERTURA DE PLANTA	Habito de crecimiento	Ramificado
	Altura de planta	112 cm.
TALLO	Diámetro	1,5 cm.
	Color a la floración	Verde
HOJA	Forma	Romboidal
	Longitud de lamina	6,4 cm
	Forma del borde	Dentado
	Color a la floración	Verde
PANOJA	Longitud	27 cm.
	Diámetro máximo	4,8 cm.
	Tipo de panoja	Amarantiforme
	Color a la floración	Verde
	Color a la madurez	Crema suave
	Densidad de la panoja	Compacta
GRANO	Color	Blanco cremoso
	Tamaño	Grande
	Forma	Cilíndrica
	Diámetro	2,36 mm
	Espesor	1,37 mm
	Peso de 100 semillas	0,421 gramos

Fuente: Estado plurinacional de Bolivia. (Davic Soraide. 2011).

3.1.5. Valor nutritivo de la quinua

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es uno de los principales componentes de la dieta alimentaría de los pobladores de los Andes y desde el punto de vista nutricional, es una de las fuentes naturales de mayor valor proteínico vegetal, por la combinación de una mayor proporción de aminoácidos esenciales. El grano de quinua posee de 14 a 20% de proteínas, grasa 5,7 a 11,3% y fibra 2,7 a 4,2%. (Mujica, 2000).

3.1.6. Requerimientos generales del cultivo

Las condiciones edafo-climáticas para el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), de acuerdo a Peralta, *et al*, (2008) son:

a. Suelo: Franco, franco arenoso a franco arcilloso, negro, con buen drenaje, con pendientes moderadas, con profundidad promedia y un contenido medio de nutrientes, la quinua se adapta bien a diferentes tipos de suelos.

b. Agua: la quinua es un organismo eficiente en el uso, a pesar de ser una planta C3, puesto que posee mecanismos morfológicos, anatómicos,

fenológicos y bioquímicos que le permiten no solo escapar a los déficit de humedad, sino tolerar y resistir la falta de humedad del suelo en años mas o menos de 300 – 500mm de agua, pero sin heladas se obtiene buena producción. (Gonzales, 1999).

c. pH: La quinua tiene un amplio rango de crecimiento y producción a diferentes pH del suelo, se ha observado que da producciones buenas en suelos alcalinos de hasta 9 de pH, en los salares de Bolivia y de Perú, como también en condiciones de suelos ácidos encontrando el extremo de acidez donde prospera la quinua, equivalente a 4,5 de pH, en la zona de Cajamarca, Perú. El pH óptimo para la quinua oscila entre 5,5 – 8.

d. Temperatura: Rango óptimo entre 7 - 17 °C, puede soportar heladas hasta de - 5 °C. La presencia de verano con altas temperaturas diurnas provoca daños en la panoja y su maduración, lo que se manifiesta en bajos rendimientos.

e. Precipitación: La quinua necesita precipitaciones desde 600 a 2 600 mm anuales, la mínima es de 400 mm anuales. Se ha observado que la quinua es un cultivo capaz de soportar la sequía y exceso de lluvia.

f. Altitud: La quinua prospera bien en zonas desde el nivel del mar hasta una altitud entre los 2 000 a 3 500 m, sin embargo, se estima que la altitud ideal fluctúa entre los 2 600 a 3 200 m.

g. Iluminación: Los sectores de más alta iluminación solar son los más favorables para el cultivo de quinua, ya que contribuye a una mayor actividad fotosintética.

h. Vientos: Los vientos secos y calientes pueden adelantar la maduración del grano si se presenta después de su formación, y consecuentemente la pérdida de su calidad. Para el cultivo de quinua deben evitarse vientos excesivos.

3.1.7. Labores culturales

a. Raleo: Se realiza cuando se tiene alta densidad de plantas por metro lineal o área de cultivo, en esta labor se descartan las plantas: más pequeñas, raquíticas, débiles y enfermas; se realiza junto con el deshierbe. La finalidad es obtener una densidad final de 20 a 30 plantas por m² (200 000 a 300 000 plantas por ha). (Apaza, *et al*, 2006).

El raleo se realiza cuando las plantas tienen entre 20 - 60 cm de altura. Es más recomendable hacerlo en forma manual, para no dañar las plantas. (Flores, *et al*, 2010).

b. Deshierbos: Consideran que, en las primeras etapas de crecimiento la quinua carece de fuerza suficiente para competir con la maleza, por esto es necesario eliminarlas tempranamente para evitar reducciones en el rendimiento, a medida que el cultivo toma altura va a cubrir con follaje los espacios donde aparecen las malezas reduciendo la competencia por luz, agua y nutrientes. Cuando no se controlan las malezas se obtienen plantas de quinua pequeña, raquítica que resulta en bajos rendimientos. (Apaza, *et al*, 2006).

Sugieren no utilizar control químico de malezas, porque las plantas son muy sensibles a los productos químicos. También, debido a que estos productos son tóxicos y residuales por lo que dañan el suelo, la ecología y el medio ambiente. (Flores, *et al*, 2010).

c. Aporques: Los aporques son necesarios, para sostener la planta sobre todo en los valles interandinos, donde la quinua crece en forma exuberante y requiere acumulación de tierra para mantenerse de pie y

sostener las grandes panojas que se desarrollan evitando de este modo el acame de las plantas. Generalmente, se recomienda un buen aporque antes de la floración y junto al abono complementario, lo que permitirá un mayor enraizamiento y por lo tanto mayor sostenibilidad (Peralta, *et al*, 2008).

Se recomienda realizar esta labor al inicio del panojamiento; después de la deshierba y fertilización complementaria, se realiza para evitar el acame de plantas y airear las raíces. (León, 2006).

d. Riego: En áreas con disponibilidad de agua de riego, se puede regar por gravedad o por surcos, el volumen de agua no debe ser abundante. (Peralta, *et al*, 2008).

e. Fertilización: Se establece que uno de los factores más importantes para la obtención de buenos rendimientos en el cultivo de quinua es la fertilización. (Blog and web, 2008).

La aplicación de la materia orgánica debe efectuarse junto con la preparación de suelos de tal manera que pueda descomponerse y estar disponible para el cultivo. Así mismo esta facilitará la retención de la

humedad, mejorará la estructura del suelo, formando estructuras esferoidales, facilitará la aireación del suelo y favorecerá el desarrollo de la flora microbiana que permitirá la pronta humificación.

f. Cosecha: Una de las etapas críticas de la producción orgánica de quinua es la cosecha. Debe realizarse oportunamente para evitar las pérdidas por desgrane, ataque de aves y el deterioro de la calidad del grano por las inesperadas lluvias, granizadas o nevadas. Si luego de la madurez del cultivo hay un exceso de humedad ambiental se produce germinación de los granos en la panoja, amarillamiento o fermentación de los mismos. La quinua debe ser cosechada cuando los granos han adquirido una consistencia tal que ofrezcan resistencia a la presión con las uñas o cuando las plantas se hayan defoliado y presenten un color amarillo pálido. (Apaza, *et al*, 2006).

3.1.8. Producción de quinua

En el Perú y Bolivia, los principales productores de quinua, dicha producción es mayormente consumida por las familias productoras, otra parte se vende en los mercados locales y solo un gran porcentaje de

dicha producción es vendida a los mercados externos. También se viene incursionando con la siembra del cultivo en Argentina, Colombia y Chile.

El Perú llegó a producir alrededor de 31,000 toneladas de quinua anuales en el 2009 y 2010. La producción se concentra principalmente en los meses de abril y mayo.

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

La producción del Perú ha crecido en 83.8% en los últimos 10 años, esto no sólo se ha debido al incremento de áreas cultivadas, sino principalmente al mayor rendimiento de la planta (Mujica, 2000).

3.1.9. Exportaciones de la quinua

En cuanto al mercado internacional, el Perú inició sus exportaciones de quinua (*Chenopodium quinoa* willd.) en el año 1997. Dos toneladas de

este cultivo fueron enviadas a los Estados Unidos, posteriormente varios países iniciaron la importación de quinua peruana, como Alemania, Canadá, Israel, Holanda, Japón y Nueva Zelanda entre otros. Hasta la fecha, sin embargo, el país hacia donde más se exporta este cultivo sigue siendo los Estados Unidos, a donde se dirige, aproximadamente, el 60% de nuestras exportaciones de quinua. Durante los últimos diez años el Perú ha aumentado las exportaciones de esta planta de manera abismal, de 2 toneladas a 1,200 toneladas, con un crecimiento de 95% y 124% en los años 2009 y 2010. (MINAG, 2011).

Las exportaciones de quinua (*Chenopodium quinoa* willd.) a mercados mundiales ha crecido rápidamente en los últimos años, esto se debe, en gran parte, al aumento de la demanda de alimentos orgánicos en los mercados extranjeros y a la política agroexportadora que ha puesto en marcha el Perú. Estudios realizados por organismos internacionales como El Centro de Promoción de las Importaciones de Países en Desarrollo (CBI, 2007) en el 2008 han encontrado que tanto el mercado norteamericano como el mercado europeo tienen altos ratios de crecimiento en el consumo de productos orgánicos.

3.1.10. Internacionalización de la demanda de quinua

Debido a sus cualidades nutricionales, la quinua tiene aceptación principalmente en los mercados internacionales de los Estados Unidos, Canadá y Japón, ya que por su calidad proteínica está considerada como uno de los mejores cereales del mundo.

El mercado internacional demanda quinua de grano homogéneo en tamaño y color, libre de impurezas y con bajo contenido de saponina. Además se exige certificación como producto orgánico. El mercado de Japón es el más exigente en cuanto a calidad, ellos piden una certificación del grano, y la reprocesan para alcanzar los grados de calidad exigidos por sus consumidores. (MINAG, 2011).

3.2. ENFOQUES TEÓRICOS – TÉCNICOS

3.2.1. Nutrición

Para que las plantas presenten un desarrollo y crecimiento adecuado, requieren de una serie de elementos minerales, los que son absorbidos por las raíces pasando a formar parte de sustancias sintetizadas por el vegetal. (Von Marees, 1988).

En conjunto con el carbono, hidrógeno y oxígeno, hay otros elementos esenciales, necesarios para el funcionamiento y normal desarrollo de la planta, es decir, sin estos no puede completar su ciclo de vida. Entre estos elementos esenciales se encuentran los macronutrientes, que son absorbidos y ocupados en cantidades relativamente grandes por la planta, donde se encuentra el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre.

También hay otro grupo conocido como micronutrientes, los cuales son requeridos en muy pequeñas cantidades, donde se encuentra el hierro, manganeso, boro, molibdeno, cobre, zinc y cloro. (González, 1994; Von Mares, 1988).

A continuación se detalla el rol que cumplen en las plantas, los principales macronutrientes. (Fuentes 1994).

3.2.2. Nitrógeno

El nitrógeno es un elemento primordial para las plantas, ya que forma parte de las proteínas y de otros compuestos orgánicos esenciales. En menor proporción también se encuentra en formas inorgánicas de nitrógeno (amónicos, nitratos y nitritos), aumentando esta proporción

cuando se presentan anomalías en el metabolismo que dificultan la síntesis de proteínas. Este elemento constituye un 2%, aproximadamente, del peso total seco de la planta, concentrándose en los tejidos jóvenes. A medida que avanza la edad de la planta disminuye el porcentaje de nitrógeno, a la vez que aumenta el contenido de celulosa. Las hojas suelen ser las partes de la planta más ricas en nitrógeno, disminuyendo su contenido a partir de la floración. El nitrógeno es esencial para procesos vitales de la planta, la deficiencia de este elemento afecta a su crecimiento, produciendo una vegetación raquítica; con poco desarrollo, hojas pequeñas y de color verde amarillento. Estas anomalías producen en primer lugar en las hojas más viejas, debido a que este elemento se mueve con facilidad en la planta y se desplaza hacia las hojas más jóvenes. Además, se puede producir una maduración acelerada, con frutos pequeños y de poca calidad, lo que se traduce en un rendimiento escaso.

El exceso de nitrógeno provoca signos contrarios a los originados por la deficiencia. Las plantas adquieren gran desarrollo aéreo, las hojas toman una coloración verdosa muy oscura y se retrasa la maduración. La calidad de los frutos desciende notablemente. El rápido y vigoroso crecimiento que adquieren las plantas causa una demanda extraordinaria

de otros elementos, lo que produciría su deficiencia si no se encuentran disponibles en cantidad suficiente para satisfacer estas demandas. Un exceso de nitrógeno origina una mayor susceptibilidad de la planta a condiciones meteorológicas adversas y enfermedades.

3.2.3. Fósforo

El fósforo forma parte de todos los tejidos de la planta, es un constituyente de muchas coenzimas, participa ampliamente en la construcción de los compuestos fosforilados encargados del transporte y almacenamiento de la energía precisa para realizar procesos vitales. Al igual que el nitrógeno, es un elemento que interviene prácticamente en todos los procesos importantes del metabolismo.

Su deficiencia ocasiona un desarrollo débil, tanto del sistema radicular como de la parte aérea. Las hojas son de menor tamaño que en circunstancias normales, siendo las más viejas las que presentan mayores síntomas de deficiencia. Esto debido a que el elemento se mueve con rapidez dentro de la planta y emigra de las hojas más viejas a las más jóvenes. Además, la madurez del fruto se retrasa y disminuye el rendimiento de la cosecha.

Las alteraciones por exceso no suelen darse en la práctica, únicamente en caso de aplicaciones masivas y reiteradas de fertilizantes fosfóricos, presentándose deficiencias de hierro por insolubilidad de este último elemento en el suelo.

3.2.4. Potasio

El potasio, aunque no forma parte de los principios esenciales (glúcidos, lípidos y próticos), es absorbido por la planta en cantidades importantes. Junto con el calcio constituye la mayor parte de las materias minerales de los vegetales, por lo que sus cenizas contienen una gran proporción de este elemento. Forma parte de un gran número de enzimas, por lo que regula muchas funciones de la planta, interviene en la fotosíntesis favoreciendo la síntesis de carbohidratos, así como el movimiento de estos compuestos y su acumulación en los órganos de reserva.

El potasio favorece el mejor aprovechamiento del agua por la planta debido a que contribuye a mantener la turgencia celular, lo que trae como consecuencia una disminución de la transpiración cuando el agua escasea. Tiene también efectos favorables en la existencia de las plantas al frío y a las heladas e incrementa su resistencia a la salinidad y a los parásitos.

La deficiencia se manifiesta por un retraso en el crecimiento de la planta, siendo las partes más afectadas aquellas que acumulan sustancias de reserva. Cuando la deficiencia se agudiza aparecen en las hojas manchas cloróticas, seguidas de necrosis en la punta y en los bordes. Además, produce un alargamiento del período vegetativo, un retraso en la maduración de frutos y semillas, una menor resistencia al frío y a las sequías. El potasio es muy móvil dentro de la planta y se acumula con facilidad en las zonas con mayor actividad vegetativa, por eso cuando hay escasez se traslada con facilidad a las hojas jóvenes, por cuyo motivo las deficiencias se manifiestan en primer lugar en las hojas más viejas.

Una cantidad excesiva de potasio asimilable hace que las plantas absorban mayor cantidad de la que necesitan, sin que ello repercuta en un aumento de la producción, por otra parte un exceso de potasio origina deficiencias de magnesio, calcio, hierro y zinc.

3.2.5. Importancia de la fertilización

La fertilización tiene como objetivo ayudar a obtener una mayor productividad, aportando al suelo los nutrientes requeridos por la planta en la cantidad, proporción, forma química y en la zona precisa para evitar

desequilibrios nutricionales que alteren el metabolismo de la planta y lograr así el crecimiento adecuado de ella. (Soquimich y Fundación Chile, 1991).

En general, la fertilización permite acelerar todos los procesos de crecimiento, y a la vez, puede modificar la edad de rotación o permitir la obtención de un producto determinado, que antes, por limitación de disponibilidad nutritiva, no fue posible lograr. El cultivo de las plantaciones se intensifica. (Soquimich y Fundación Chile, 1991).

La fertilización es importante, sobre todo en suelos que han perdido sus nutrientes debido a una sobreexplotación del suelo. La aplicación de fertilizantes debe realizarse en las situaciones más propicias, del punto de vista fisiológico, para lograr respuestas que económicamente sean rentables. (Soquimich y Fundación Chile, 1991). Sin embargo, solo se recomienda cuando se han aplicado todas las técnicas de establecimiento con una buena preparación del suelo y control de la competencia. Es observable una mayor efectividad de la aplicación conjunta con herbicida, aumentando la sobrevivencia de las plantas, al disminuir el desarrollo de la competencia. (Benedetti *et al.*, 2000; INFOR *et al.*, 2000).

El efecto de una determinada cantidad de fertilizante sobre el crecimiento, es menor mientras la calidad del régimen de agua en el suelo sea más ineficiente. En sitios muy secos es posible lograr significativos efectos de la fertilización solamente cuando existen severas deficiencias nutricionales. En suelos sobresaturados de agua, las fertilizaciones tienen a menudo, solo un bajo efecto debido a que deficiencias de oxígeno impiden la absorción nutritiva. (Francke, 1998).

La fertilización estimula el desarrollo radicular y permite a la planta hacer una rápida ocupación del suelo, aprovechando de forma más eficiente el agua y los nutrientes disponibles. De esta forma, se logra mayor sobrevivencia, rápido crecimiento inicial y mejor adaptación al sitio. (Mery, 2000; INFOR *et al.*, 2000).

Las plantas liberadas de malezas y fertilizadas al ser establecidas en terreno pueden lograr una ventaja considerable en el crecimiento. La fertilización estimula el crecimiento del follaje y raíces, la planta acorta así todas las etapas de su desarrollo (Soquimich y Fundación Chile, 1991).

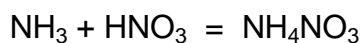
Una mayor disponibilidad de nutrientes, además de aumentar la productividad, aporta más resistencia contra emisiones, daños, heladas y/o sequías. (Francke, 2001).

3.2.6. Fertilizantes y contenido nutritivo

a. Nitrato de Amonio

El nitrato de amonio o nitrato amónico concentra un 33,5% de Nitrógeno, es una sal formada por iones de nitrato y de amonio, su fórmula es $\text{NH}_4 \text{NO}_3^-$. Se trata de un compuesto incoloro e higroscópico, altamente soluble en el agua.

El nitrato de amonio se obtiene por neutralización de ácido nítrico con amoníaco tras la evaporación del agua:



Se utiliza como fertilizante por su buen contenido en nitrógeno. El nitrato es aprovechado directamente por las plantas mientras que el amonio es oxidado por los microorganismos presentes en el suelo a nitrito o nitrato y sirve de abono de larga duración. (Fuentes, 1994).

b. Superfosfatos

El superfosfato concentra 46% de P_2O_5 en superfosfato triple donde también contiene una apreciable cantidad de calcio y azufre. Se presentan generalmente granulados, por ser más fácil su manejo. No conviene mezclarlos con otros productos que lleven cal activa, como nitrato cálcico o cianamida cálcica, sí se puede mezclar con urea y nitrato amónico. Los mejores resultados de los superfosfatos se obtienen en suelos neutros o ligeramente ácidos. (Fuentes, 1994).

3.3 MARCO REFERENCIAL

3.3.1. Antecedentes

Las investigaciones realizadas hasta ahora coinciden en señalar que la quinua responde mejor al nitrógeno para producir rendimientos elevados. La dosis de nitrógeno parece efectiva en casi todas las áreas de producción de quinua es de 80 Kg./ha según varios autores citados. Existe también bastante coincidencia en la forma de aplicación del nitrógeno: la mitad a la siembra y la otra mitad antes de la floración. Se ha encontrado que la respuesta de la quinua al nitrógeno es de 16 Kg. de grano/Kg. de nitrógeno. (Álvarez y von Rutte, 1999).

Se recomienda aplicar nitrógeno al cultivo de quinua, al efectuar la deshierba que se realiza cuando la planta tiene 20 cm de altura; es decir 50 días después de la siembra. También informa que es posible lograr rendimientos de aproximadamente 5 t/ha de grano. (Manual Agropecuario, 2003).

La quinua responde positivamente al abonamiento nitrogenado y del fósforo; aunque la cantidad de cada aumento depende del tipo de abono aplicado en el cultivo anterior de campaña, así como también de acuerdo al análisis de suelo. El cultivo responde en forma crecimiento a la producción de grano en la dosis de 80-80 Kg./ha de N y P respectivamente. En el caso del N en forma fraccionada, hasta el inicio del panojamiento o en el momento del deshierbo, pero en mucho menos del 50 % en el momento de la siembra. (Mujica, 1997).

La quinua se adapta sorprendentemente a diversos ambientes, crece bien en cualquier suelo, incluso en suelos pobres y apretados. Sus rangos de pH están entre 6,0-8,5. Tiene alta resistencia a las heladas. (Manual Agropecuario, 2003).

La quinua ha estado sometida a un proceso de “erosión genética”, es decir, su cultivo estaba desapareciendo gradualmente. Se ha determinado que una de las causas para la pérdida gradual en el hábito de cultivar y consumir la quinua, es el desconocimiento del valor nutritivo del grano y la hoja. (Peralta, 2000).

El principal problema para la utilización del grano de quinua es el contenido de saponinas, que son triterpenoides glicosídicos y los que normalmente se encuentran en un rango de 0,3 a 2,0 %, otorgándole un sabor amargo. Sin embargo, son de fácil remoción por medio de lavado con agua, ya que son hidrosolubles y se encuentran en las capas exteriores del grano. De acuerdo a la concentración de estos compuestos, se han separado las variedades de quinua en “dulces”, que contienen menos de un 0,11 % y variedades “amargas” con un contenido de saponinas mayor a éste. (Vertí et, al, 1996).

Se recomiendan rotaciones de cultivo Quinua-papa, Quinua-haba o Quinua-chocho; no sólo para mejorar la productividad sino, para conservar la fertilidad del suelo y romper el ciclo biológico de muchos patógenos. No sembrar quinua en monocultivo por más de dos años consecutivos, tampoco recomienda utilizar la rotación quinua-barbecho

(un año de descanso), puesto que los rendimientos obtenidos de la quinua no compensan con el uso del suelo por un año. Además, ésta última rotación da como resultado una proliferación excesiva de malas hierbas. (Nieto et, al, 1992).

En general en la zona andina, cuando se siembra después de la papa, el contenido de materia orgánica y de nutrientes es favorable para el cultivo de la quinua, por la descomposición lenta del estiércol y preferencias nutricionales de la papa, en algunos casos casi está completo sus requerimientos y solo necesita un abonamiento complementario; sin embargo cuando se siembra después de una gramínea es necesario no solo utilizar materia orgánica en una proporción de tres toneladas por hectárea, sino fertilización equivalente en promedio a la fórmula 80-40-00. Nada de potasio por la gran disponibilidad en suelos andinos y porque en el suelo existen arcillas que retienen en grandes cantidades al K. (Manual Quinua grano de oro, 2008).

En una investigación titulada “ Evaluación del efecto de la aplicación de dos abonos orgánicos y un fertilizante químico en dos variedades de quinua (*Chenopodium quínoa Willd*) en la zona de Canchaguano, Carchi” se realizó el experimento con el propósito de evaluar el comportamiento

agronómico de las dos variedades de quinua sometida a dos abonos orgánicos y un fertilizante químico; identificar el fertilizante orgánico más adecuado, las variables evaluadas fueron: altura de planta a los 30, 60, 90, 120 días; días a la panoja; días a la floración; días a la cosecha; peso seco; rendimiento de grano por hectárea; peso hectolítrico y análisis económico. Se reconoció que los abonos y fertilizantes influyeron de manera diferente en cada etapa del cultivo, así en altura de planta a los 30, 60, 90 y 120 días, el mejor 120 fertilizante fue el químico (F3) seguido por el abono Ecoabonaza (F1); en los días al panojamiento resultó ser el mejor tratamiento T3 (variedad Tunkahuan + fertilizante químico), con una media de 42 días. Para la variable días a la floración mostraron ser los mejores tratamientos el T8, T7, T6 y T5, con una media de 51 días para los cuatro tratamientos. En cuanto a los días a la cosecha, el tratamiento que aceleró su proceso fisiológico fue el T6 presentando una media de 148 días. Para el peso seco, se distinguió mejores resultados con el F3, con una media de 103 g/planta. Se consideró que para el rendimiento de grano por hectárea resultó ser el mejor tratamiento el T3, con un promedio de 4,6 t/ha. (Arteaga, 2013).

Evaluación agronómica de la eficiencia del uso de Nitrógeno en los cultivos de amaranto iNIAP alegría (*Amaranthus caudatus* L), QUINUA

INIAP TUNKAHUAN (*Chenopodium quinoa* Willd) con cinco niveles de fertilización nitrogenada en la granja Lagucoto li, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar. Sus resultados evidenciaron que el incremento más importante para amaranto fue de 0 a 40 kg/ha de N, con 895 kg/ha de grano y en la quinua con 1,226 kg/ha. Para Biomasa total y extracción de N en los tejidos y el grano, existió una respuesta lineal; es decir a mayor dosis de nitrógeno, más biomasa y N en los tejidos y el grano. Eficiencia agronómica más alta, se presentó con 40 kg/ha de N. El IN, determinó mayor eficiencia (43%) en el sistema con 80 kg/ha de N en el amaranto y en la quinua 85% de eficiencia con 40 kg/ha de N. Los valores promedios del rendimiento, biomasa, materia seca, extracción de N, eficiencia química y agronómica, dependieron del manejo agronómico del cultivo, condiciones climáticas, características físicas, químicas y biológicas del suelo. (INIAP, 2006).

CAPITULO IV

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es experimental por que Incluyen procedimientos para sacar las diferencias entre tratamientos por medio de la formación de grupos al azar y la manipulación de la variable de tratamiento (independiente).

El experimento se realizó con un diseño de bloques con estructura factorial de dos factores: factor A (nitrógeno) a 4 niveles y el factor B (fosforo) a 4 niveles con un total de combinaciones de 16 tratamientos y 4 repeticiones.

4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población y muestra estuvo constituida por plantas de quinua (*Chenopodium quinoa* willd.) utilizando los siguientes tratamientos en estudio, con una formulación ya establecida de macronutrientes (N-P-K).

Cuadro 2. Tratamientos en estudio

T1	00 – 00 – 00
T2	00 – 40 – 00
T3	00 – 80 – 00
T4	00 – 120 – 00
T5	80 – 00 – 00
T6	80 – 40 – 00
T7	80 – 80 – 00
T8	80 – 120 – 00
T9	160 – 00 – 00
T10	160 – 40 – 00
T11	160 – 80 – 00
T12	160 – 120 – 00
T13	240 – 00 – 00
T14	240 – 40 – 00
T15	240 – 80 – 00
T16	240 – 120 – 00

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 2. Se observa los 16 tratamientos en estudio que se dieron con una combinación para ambos factores (nitrógeno y fosforo).

4.2.1. Factores en estudio

Considerando el valor extraído de la mineralización para el nitrógeno asimilable de la materia orgánica, en el análisis de suelo señało 0,5 %, se obtuvo 2,3 kg. de N/ha-campaña, cambiando la formulación como sigue:

Factor A: Nitrógeno

a ₁ : 00 kg/ha	00 kg/ha
a ₂ : 80 kg/ha	77,7 kg/ha
a ₃ : 160 kg/ha	157,7 kg/ha
a ₄ : 240 kg/ha	237,7 kg/ha

Considerando el valor extraído de la mineralización del suelo para el fósforo asimilable, que en el análisis de suelo señała 3,50 ppm, se obtuvo 1,86 kg. de P₂O₅/ha-campaña, cambiando la formulación como sigue:

Factor B: Fósforo

b ₁ : 00 kg/ha	00 kg/ha
b ₂ : 40 kg/ha	38,14 kg/ha
b ₃ : 80 kg/ha	78,14 kg/ha
b ₄ : 120 kg/ha	118,17 kg/ha

4.2.1.1. Combinación de tratamientos en estudio

Cuadro 3. Combinación de los tratamientos en estudio

Nitrógeno	Fosforo	Tratamientos
a ₁	b ₁	T ₁
	b ₂	T ₂
	b ₃	T ₃
	b ₄	T ₄
a ₂	b ₁	T ₅
	b ₂	T ₆
	b ₃	T ₇
	b ₄	T ₈
a ₃	b ₁	T ₉
	b ₂	T ₁₀
	b ₃	T ₁₁
	b ₄	T ₁₂
a ₄	b ₁	T ₁₃
	b ₂	T ₁₄
	b ₃	T ₁₅
	b ₄	T ₁₆

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3. Se establecieron con letras minúsculas (a, b) para cada factor en estudio (nitrógeno y fosforo) respectivamente, dándole un valor numérico ya antes mencionado para cada factor. Se combinaron ambos factores estableciendo así a cada tratamiento, en un numero de 16 combinaciones para establecer la formulación (N-P-K).

4.2.1.2. Aleatorización de los tratamientos en estudio

Cuadro 4. Aleatorización de tratamientos

T1	T9	T12	T2
T16	T12	T5	T10
T7	T15	T9	T12
T10	T5	T15	T7
T6	T7	T14	T15
T15	T2	T3	T5
T3	T16	T7	T13
T2	T10	T16	T8
T12	T3	T11	T11
T8	T8	T6	T6
T11	T1	T1	T9
T14	T13	T8	T1
T5	T6	T4	T4
T9	T14	T10	T14
T13	T4	T2	T3
T4	T11	T13	T16

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4. La aleatorización se dio al azar para cada bloque, dando cuatro repeticiones en el campo experimental para tener una mayor precisión en el momento de la recolección de datos, cada tratamiento lleva una combinación de ambos factores en estudio.

4.2.2. Características del campo experimental

Campo experimental

Área total del ensayo	1000 m ² .
Largo	50 m
Ancho	20 m

Bloques

Numero de bloques	4
Área de cada parcela	240 m ²
Largo de cada parcela	12 m.
Ancho de cada parcela	20 m.
Distancia entre bloques	1,5 m.

Unidad Experimental

Número de unidades experimentales	64
Número de hileras por tratamiento	1
Ancho de cada tratamiento	0,75 m.
Largo de cada tratamiento	12 m
Área útil de cada parcela	18 m ²

4.2.3 Conducción del experimento

a. Análisis físico-químico del suelo

Con el propósito de establecer las condiciones nutricionales del suelo, se tomaron 12 muestras del mismo en un perfil de 0-20 cm. de profundidad, y se enviaron al laboratorio para su análisis respectivo.

b. Análisis químico del agua

Con el propósito de estudiar la calidad de agua de riego usada durante el ciclo vegetativo del cultivo, es que se tomó la muestra del agua en la cantidad de un 500ml. del pozo 5 perteneciente al PROTER-Sama Inclán, que irriga el campo experimental, para luego ser llevado a laboratorio para su análisis respectivo.

c. Preparación de suelo

La preparación del suelo se inició con la limpieza del terreno, la misma que consistió en eliminar los restos del cultivo y malezas. Se efectuó mediante dos pases de rastra, una rastrillada y mulción de los terrones logrando que el suelo quede lo mas suelto posible, y luego se procedió a delimitar las parcelas del ensayo.

d. Siembra

La siembra se realizó el 10 de diciembre del 2013, durante la estación de verano, esta se hizo de forma manual, el tipo de siembra usado fue a

chorro continuo, con una profundidad de 0.5 cm; tapado de forma superficial para facilitar la germinación y emergencia de las semillas, con una densidad de 6 kg/ha.

e. Fertilización

La fertilización fue prevista de acuerdo a cada tratamiento planeado, fue efectuada manualmente en cada unidad experimental, la dosis total del nitrógeno se fracciono en tres aplicaciones Abono de fondo, ramificación e inicio de la floración del cultivo.

En el caso del fosforo el 100% fue incorporado al suelo, al momento de la siembra.

f. Riego

Se aplicó riego tecnificado por goteo de forma localizada directamente al cuello de la planta para atender las necesidades del cultivo, en un intervalo de dos días. El primer riego se realizó inmediatamente después de la siembra.

g. Control de malezas

El control de malezas se efectuó manualmente en cada parcela de acuerdo a la presencia e incidencia de las mismas, mediante 5 deshierbas que se realizaren cada 15 días a fin de mantener el cultivo sin competencia por nutrientes con las malezas.

Las malezas de mayor incidencia fueron:

- Malva (Malva parviflora)
- Ortiga (Ortica urens)
- Chiriro (Videns pilosa)

h. Control fitosanitario

Para el control de enfermedades y plagas que se presentaron durante el desarrollo del cultivo, se realizó una previa evaluación; mediante la aplicación de Agroquímicos a dosis recomendados en cada una de ellas para dicho propósito.

Plagas

Gusano “Eurisacca quinoae”

El adulto es una pequeña mariposa de color amarillo pajizo a gris parduzco, durante el día cuando es perturbado realiza vuelos cortos y bruscos. Larvas de coloración verde claro con bandas lineales en el dorso color blanco cremoso, cuando van a ser atacado descienden rápidamente de la panoja, mostrando un hilo delgado transparente, elaborado por la misma larva.

Daños, muestra pérdidas en el rendimiento del grano, las larvas cuando son pequeñas minan, pegan hojas y brotes tiernos, las adultas

destruyen inflorescencias, granos lechosos, granos pastosos y maduros. Los ataques son más intensos en periodos de sequía y con temperaturas relativamente altas, disminuyendo la calidad y cantidad del grano en un 50%.

Aves plaga

Se le puede considerar como una plaga porque estas atacan a las plantas, en las últimas fases fenológicas, especialmente cuando el grano está en estado lechoso, pastoso o en plena madurez, fisiológica; estas aves ocasionan la caída del grano de la panoja, este ataque es más notorio en las variedades dulces, el nivel de daño puede llegar entre 30 a 40% de la producción. Se recomienda el control mediante la colocación de espantapájaros, plásticos de colores, etc.

De estas aves lo que más daño causa son las palomas porque estas rompen las panojas y tallos en la cual la panoja es embarrada con tierra. Estas, tiene gran capacidad de dispersión solitaria o gregaria, en busca de alimento, pareja, refugio otras propias para perpetuar su especie. Estas aves empezaron a comer quinua, por sobrevivencia porque antes comían insectos pero estos insectos están desaparecieron por el uso excesivo de productos químicos.

Daños, en los últimos periodos vegetativos de las plantas, se alimentan de granos de la misma panoja, provocan caída de granos y contaminan con sus excrementos los granos de la panoja; además durante la siembra se comen los granos sembrados disminuyendo la densidad de siembra.

Enfermedades

Mildiu “Peronospora farinosa”

Es la enfermedad más importante y común, en cosecha ocasiona pérdidas que varía entre 20 a 25%, la capacidad de desarrollo, propagación y adaptación del hongo es admirable en los diferentes lugares donde se cultiva la quinua, sin embargo, la infección es mayor en condiciones ambientales con alta humedad. Ataca principalmente a las hojas aunque también se puede encontrar la enfermedad en los tallos, ramas e inflorescencias en variedades muy susceptibles.

Síntomas, la enfermedad se reconoce porque las hojas afectadas presentan manchas amarillas o rojizas, estas manchas se observan en la cara superior de las hojas, pero en la cara inferior, crece una pelusilla de color plomo, las manchas van creciendo en tamaño y número.

La presencia de esta enfermedad inicia en las hojas de la base o inferiores y luego pasa a las hojas superiores.

Causa, disminuye la capacidad fotosintética, lo cual atrasa o alarga la maduración de la planta y por lo tanto también disminuye el rendimiento.

Control, evitar exceso de agua en el campo de cultivo, por lo cual es necesario recurrir a métodos de control compatibles con la demanda para aumentar la productividad de quinua y al mismo tiempo conservar el medio ambiente y la salud. (León, 2003).

i. Cosecha

La cosecha se efectuó manualmente una vez que el cultivo alcanzó la madurez fisiológica. Se arrancó las plantas con raíz incluida, secado en mantas expuestas al sol por un lapso de una semana, para luego ser trillado y aventado manualmente. La madurez fisiológica es alcanzada cuando los granos de la quinua no se rompen al presionar con las uñas de los dedos. Los trabajos de cosecha se realizaron individualmente por cada unidad experimental para facilitar y minimizar los errores al momento de tomar los datos.

4.3. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Tabla 2. Análisis físico químico del suelo

ANÁLISIS FÍSICO		RESULTADOS
Arena		79 %
Limo		18 %
Arcilla		3 %
Clase textural		Franco arenoso
ANÁLISIS QUÍMICO		RESULTADOS
pH		7,73
C.E. mS/cm		7,36
Materia orgánica		0,50%
Fosforo		3,50 ppm
Potasio		702 ppm

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos - UNALM (2013)

Tabla 2. Se trata de un suelo franco arenoso, presenta un pH de 7,73 que según Guerrero (2000) es un suelo neutro, de acuerdo al contenido de materia orgánica, se trata de un suelo bajo en su contenido El valor fertilizantes de la materia orgánica, es variable, dependerá del origen del material, el que a su vez depende del cuidado con que se ha elaborado (Simpson, 1991), el contenido de fósforo fue de 3,50 ppm considerado normal, con una conductividad eléctrica de 7,36 siendo un suelo salino según lo indicado por Fuentes, (1999) pueden disminuir rendimientos de cultivos muy sensibles, en lo relacionado al contenido de M.O. fue de 0,5% considerado muy bajo. El contenido de potasio es de 702 ppm considerado elevado según señalado por Domínguez, A. (1990).

4.4. ORIGEN DEL AGUA DE RIEGO

Tabla 3. Análisis químico del agua

Ph	6,66
C.E. dS/m	1,62
Calcio meq/L	5,40
Magnesio meq/L	2,33
Potasio meq/L	0,57
Sodio meq/L	8,61
SUMA DE CATIONES	16,91
Nitratos meq/L	0,01
Carbonatos meq/L	0,00
Bicarbonatos meq/L	2,23
Sulfatos meq/L	7,38
Cloruros meq/L	7,00
SUMA DE ANIONES	16,62
Sodio %	50,92
RAS	4,38
Boro ppm	0,34
Clasificación	C3-S1

Fuente: Laboratorio de análisis de aguas - UNALM (2013)

Tabla 3. El agua es originada de reservorios distribuidos numéricamente, para el trabajo de investigación realizado se tomó la muestra de el reservorio 5, la frecuencia de riego es de cada dos días, con un tiempo establecido de una hora por hectárea. Señala una conductividad eléctrica de 1,62 dS/m mostrando una salinidad alta.

4.5. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Tabla 4. Temperaturas registradas en el campo experimental.

Meses	Promedios de temperaturas		
	T° Media	T° Máxima	T° Mínima
Diciembre	21,05	26,80	15,30
Enero	21,50	27,80	15,20
Febrero	23,10	29,30	16,90
Marzo	21,80	27,80	15,50
Abril	18,50	25,20	11,80

Fuente: SENAMHI TACNA (2013-2014)

Tabla 4. La producción de quinua (*Chenopodium quinoa* willd.) 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. (Cardozo, 1.976). El trabajo se desarrolló en la estación de verano, donde no se presentó precipitación alguna.

4.6. TÉCNICAS APLICADAS EN LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.

La recolección a realizar desde la siembra hasta la cosecha seleccionando al azar 10 muestras de cada tratamiento y son las siguientes:

a. Emergencia

Se evaluó el número de plantas por unidad de superficie que emergieron en el campo luego de la siembra, a los 8 días de esta labor y expresado en porcentaje.

b. Altura de planta

Se tomó entre la parte basal de la planta y el ápice de la hoja terminal de la inflorescencia principal. Este dato se determinó en 10 plantas tomadas al azar del área útil de cada parcela, en la etapa de madurez fisiológica de las plantas que fueron identificadas con una cinta roja. Con la ayuda de un flexómetro y se expresó en centímetros.

c. Días a floración

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta la formación y aparición de las flores en las panojas cuando estas ya florecieron más del 50 % de las plantas de cada unidad experimental.

d. Peso de panoja

Se determinó tomando 10 muestras al azar ya determinadas en cada unidad experimental, cortando al cuello de la inflorescencia y pesado en un balanza electrónica, determinando el peso en gramos.

e. 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 expresara en centímetros.

f. Peso de mil semillas

De los granos cosechados en cada parcela se seleccionaron 1000 granos sanos y completamente desarrollados. Se pesaron en una balanza analítica en el laboratorio de biotecnología vegetal de la FCAG de la UNJBG y expresaran en gramos.

g. Rendimiento total

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

h. Índice de desgrane

Se determinó en 10 plantas tomadas al azar del área útil de cada parcela, una muestra del peso de la panoja dividido con el peso del grano de cada panoja expresara en porcentaje.

i. Densidad del grano

Se tomó muestras de cada unidad experimental, evaluamos el peso del grano en un volumen determinado (1 CC), expresado en porcentaje.

4.7. INSTRUMENTO MEDICIÓN

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

4.8. MÉTODOS ESTADÍSTICOS UTILIZADOS

Los resultados se analizaron mediante el análisis de varianza (ANVA); a una prueba de F de 0,05 y 0,01 de probabilidades., asimismo se empleo la técnica de los polinomios ortogonales para determinar la dosis óptima de nitrógeno y fosforo.

CAPITULO V
TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS

5.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1.1. Porcentaje de emergencia

Cuadro 5. Análisis de varianza de porcentaje de emergencia del cultivo de quinua. Proter Sama

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F calculado	F α		
					0,05	0,01	
Bloques	3	135,562	45,187	1,774	2,815	4,250	ns
Tratamientos	15	176,937	11,795	0,445	1,924	2,522	ns
A. Nitrógeno	3	2,562	0,854	0,033	2,815	4,250	ns
B. fosforo	3	29,687	9,895	0,388	2,815	4,250	ns
AXB	9	144,687	16,076	0,631	2,095	4,250	ns
Error experimental	45	1145,938	25,465				
Total	63	1458,438					

CV: 5,248 %

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5. Da a conocer que no existen diferencias estadística entre las diferentes fuentes de variación por lo tanto no existen diferencias estadísticas entre los promedios de porcentaje de emergencia, su

coeficiente de variabilidad 5,248% es aceptable para el experimento en campo.

5.1.2. Altura de planta (cm)

Cuadro 6. Análisis de varianza de altura de planta en el cultivo de quinua. Proter Sama

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	F α		
					0,05	0,01	
Bloques	3	187,500	62,500	7,644	2,815	4,250	**
Tratamientos	15	5763,250	384,217	46,993	1,924	2,522	**
A. Nitrógeno	3	5042,688	1680,896	205,579	2,815	4,250	**
Lineal	1	4999,122	4999,122	611,438	4,085	7,314	**
Cuadrático	1	43,008	43,008	5,260	4,085	7,314	*
B. Fosforo	3	691,125	230,375	28,175	2,815	4,250	**
Lineal	1	673,380	673,380	82,360	4,085	7,314	**
Cuadrático	1	18,000	18,000	2,201	4,085	7,314	ns
AXB	9	29,437	3,270	0,400	2,095	4,250	ns
Error experimental	45	367,937	8,176				
Total	63	6318,688					

CV: 2,305%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6. Muestra que existen diferencias altamente significativas entre los bloques por lo tanto los bloques son heterogéneos lo mismo sucedió para los tratamientos con un nivel de confianza del 99%. La respuesta de los niveles de nitrógeno fue altamente significativa, donde se observa que la componente lineal fue altamente significativa a comparación de la componente cuadrática que fue significativa; en lo que respecta a la respuesta del fósforo fue altamente significativa, donde se observa que la componente lineal fue altamente significativa, siendo la componente cuadrática no significativa. El coeficiente de variación de 2,305% este indicador expresa que los datos son confiables.

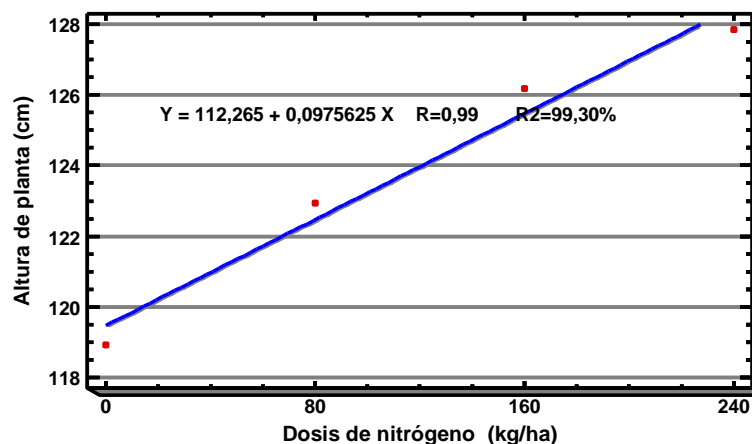


Figura 1. Regresión lineal altura de planta vs dosis de nitrógeno

Fuente: Elaboración propia

Figura 1. Muestra que la altura máxima se halla con la dosis de 240 N kg/ha donde la ecuación de regresión es de $Y = 112,264 + 0,0975625 X$ indicando que por cada unidad de nitrógeno aplicado al cultivo su altura se incrementara en 0,09 cm; asimismo se observa que existe una correlación altamente significativa entre las variables en estudio ($R = 0,99$), el coeficiente de determinación (R^2) señala que el 99,30 % de altura de planta está influenciada por las dosis de nitrógeno. Estos resultados infieren que el nitrógeno sí influyó notablemente en el crecimiento de la planta ya que niveles elevados de nitrógeno promueven una rápida división y elongación celular, además hubo otros factores determinantes como la cantidad de luz solar, humedad y la asimilación de nutrientes por

la planta. Además la altura de planta es una característica varietal y depende de su interacción genotipo-ambiente.

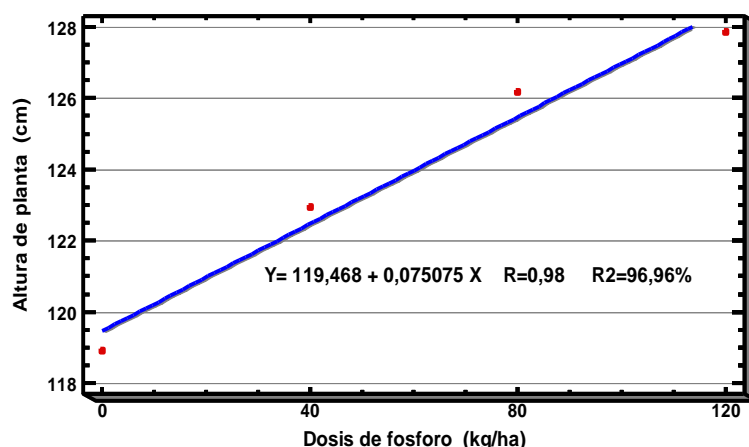


Figura 2. Regresión lineal altura de planta vs dosis de fósforo

Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Muestra que la altura máxima se halla con la dosis de 120 P kg/ha donde la ecuación de regresión es de $Y = 119,468 + 0,075075 X$ indicando que por cada unidad de fósforo aplicado al cultivo su altura se incrementara en 0,07 cm; asimismo se observa que existe una correlación altamente significativa entre las variables en estudio ($R = 0,98$), el coeficiente de determinación (R^2) señala que el 96,96 % de altura de planta está influenciada por las dosis de fósforo. Esto confirma lo aseverado por Suquilanda (1995), que uno de los factores más

importantes para la obtención de buenos rendimientos en el cultivo de la quinua es la fertilización.

5.1.3. Días a la Floración (Nº de días)

Cuadro 7. Análisis de varianza días a la floración cultivo de quinua.

Proter Sama

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F calculado	F α 0,05 0,01		
Bloques	3	25,375	8,458	1,455	2,815	4,250	ns
Tratamientos	15	770,750	51,383	8,839	1,924	2,522	**
A. Nitrógeno	3	630,750	210,25	36,163	2,815	4,250	**
Lineal	1	628,128	628,128	108,055	4,085	7,314	**
Cuadrático	1	2,622	2,622	0,451	4,085	7,314	ns
B. Fosforo	3	96,875	32,291	5,554	2,815	4,250	**
Lineal	1	44,453	44,453	7,647	4,085	7,314	**
Cuadrático	1	52,422	52,422	9,018	4,085	7,314	**
AXB	9	43,125	4,791	0,824	2,095	4,250	ns
Error experimental	45	261,625	5,813				
Total	63	1057,750					

CV: 3,595 %

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 7. Muestra que no existen diferencias significativas entre los bloques, lo contrario sucedió para los tratamientos se halló alta significación estadística con un nivel de confianza del 99%. La respuesta

de los niveles de nitrógeno fue altamente significativa, donde se observa que la componente lineal fue altamente significativa a comparación de la componente cuadrática que fue no significativa; en lo que respecta a la respuesta del fosforo fue altamente significativa, donde se observa que la componente lineal fue altamente significativa, al igual que la componente cuadrática fue altamente significativa. el coeficiente de variación de 3,595 % este indicador expresa que los datos son confiables.

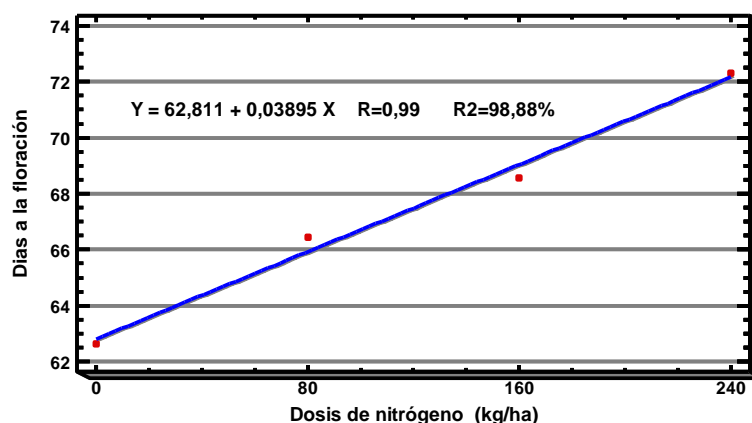


Figura 3. Regresión lineal días a la floración vs dosis de nitrógeno

Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Señala que los mayores días de floración se halló con la dosis de 240N kg/ha donde la ecuación de regresión es de $Y = 62,811 + 0,03895 X$ indicando que por cada unidad de nitrógeno aplicado al cultivo los días de floración se incrementara en 0,034 días ; asimismo se observa que existe una correlación altamente significativa perfecta entre

las variables en estudio ($R=0,99$), el coeficiente de determinación (R^2) señala que el 98,98 % de los días a la floración de planta está influenciada por las dosis de nitrógeno.

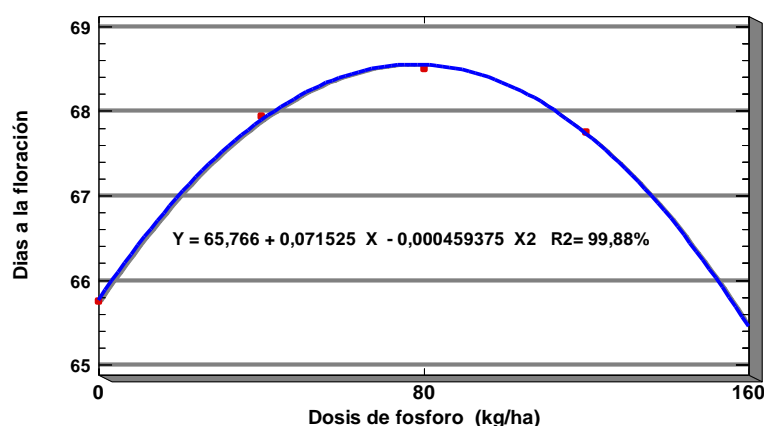


Figura 4. Regresión polinomial días a la floración vs dosis de fósforo

Fuente: Elaboración propia

Figura 4. señala para los días de floración se halló que la componente cuadrática donde la ecuación de regresión es de $Y = 65,766 + 0,071525 X - 0,000459375 X^2$ que al derivarla obtenemos que el óptimo de fósforo de 77,85 kg/ha donde los óptimo 68,55 de días a la floración. el coeficiente de determinación (R^2) señala que el 99,98 % de los días a la floración de planta está influenciada por las dosis de fósforo.

5.1.4. Días a la Maduración (Nº de días)

Cuadro 8. Análisis de varianza días a la maduración cultivo de quinua. Proter Sama

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F calculado	F _α 0,05	F _α 0,01	
Bloques	3	36,312	12,104	0,752	2,815	4,250	ns
Tratamientos	15	809,00	53,933	3,354	1,924	2,522	**
A. Nitrógeno	3	677,813	225,938	14,054	2,815	4,250	**
Lineal	1	463,203	463,203	28,813	4,085	7,314	**
Cuadrático	1	214,00	214,00	13,311	4,085	7,314	**
B. fosforo	3	4,312	1,437	0,089	2,815	4,250	ns
AXB	9	126,875	14,097	0,876	2,095	4,250	ns
Error experimental	45	723,438	16,076				
Total	63	1568,750					

CV: 4,106 %

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 8. Muestra que no existen diferencias significativas entre los bloques lo contrario sucedió para los tratamientos se halló alta significación estadística con un nivel de confianza del 99%. La respuesta de los niveles de nitrógeno fue altamente significativa, donde se observa que la componente lineal y cuadrática fue altamente significativa; en lo

que respecta a la respuesta del fósforo fue no significativa, por lo que se concluye que la dosis de fósforo tuvieron el mismo efecto en los días de maduración el coeficiente de variación de 4,106 % este indicador expresa que los datos son confiables.

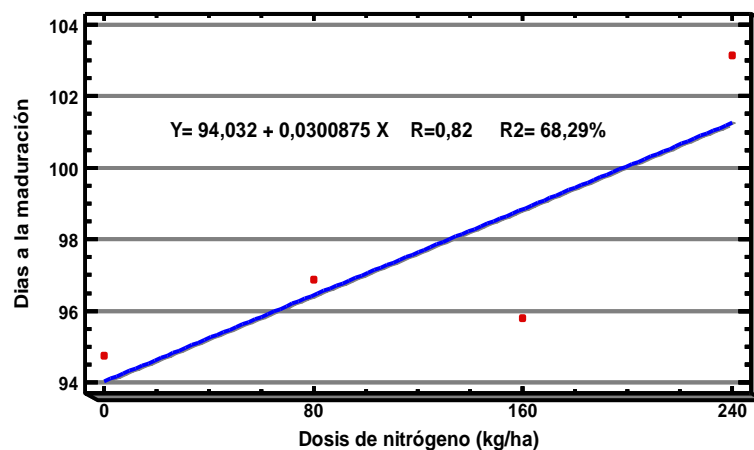


Figura 5. Regresión lineal días a la maduración vs dosis de nitrógeno

Fuente: Elaboración propia

Figura 5. señala que los mayores días a la maduración se halló con la dosis de 240 N kg/ha donde la ecuación de regresión es de $Y = 94,032 + 0,0300875X$ indicando que por cada unidad de nitrógeno aplicado al cultivo los días de floración se incrementara en 0,030 días ; asimismo se observa que existe una correlación significativa perfecta entre las variables en estudio ($R=0,82$) , el coeficiente de determinación

(R²) señala que el 68,29 % de los días a la maduración está influenciada por las dosis de nitrógeno.

5.1.5. Longitud de Panoja (cm)

Cuadro 9. Análisis de varianza longitud de la panoja (cm) cultivo de quinua. Proter Sama

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F calculado	F α		
					0,05	0,01	
Bloques	3	33,562	11,187	2,203	2,815	4,250	ns
Tratamientos	15	3539,00	235,933	46,480	1,924	2,522	**
A. Nitrógeno	3	1225,859	408,620	80,494	2,815	4,250	**
Lineal	1	1144,282	1144,282	225,429	4,085	7,314	**
Cuadrático	1	81,577	81,577	16,071	4,085	7,314	**
B. Fosforo	3	2220,797	470,266	145,825	2,815	4,250	**
Lineal	1	2218,039	2218,039	436,965	4,085	7,314	**
Cuadrático	1	2,758	2,758	0,507	4,085	7,314	ns
AXB	9	92,343	10,260	2,021	2,095	4,250	ns
Error experimental	45	228,438	5,076				
Total	63	3801,000					

CV: 4,509 %

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 9. Muestra que no existen diferencias significativas entre los bloques lo contrario sucedió para los tratamientos se halló alta significación estadística con un nivel de confianza del 99%. La respuesta de los niveles de nitrógeno fue altamente significativa, donde se observa que la componente lineal fue altamente significativa lo mismo se evidencio para componente cuadrática; en lo que respecta a la respuesta del fosforo fue altamente significativa, donde se observa que la componente lineal fue altamente significativa, lo contrario sucedió con la componente cuadrática que fue no significativa. El coeficiente de variación de 4,509 % este indicador expresa que los datos son confiables.

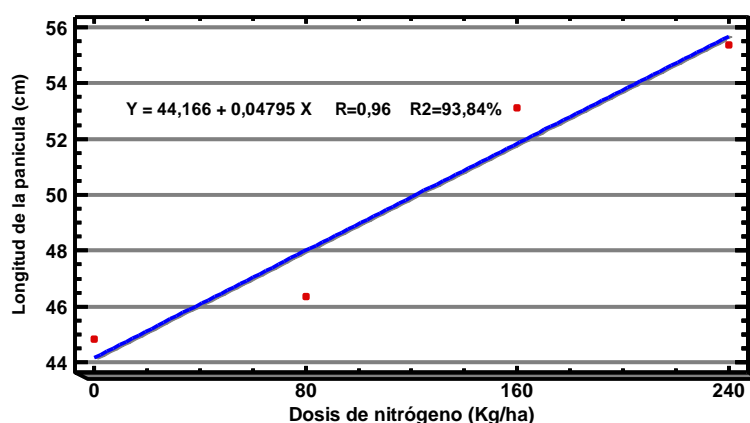


Figura 6. Regresión lineal longitud de la panoja vs dosis de nitrógeno

Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Señala que la mayor longitud de la panoja se halló con la dosis de 240 N kg/ha donde la ecuación de regresión es de $Y = 44,188 + 0,04786X$ indicando que por cada unidad de nitrógeno aplicado al cultivo la longitud de la panícula se incrementa en 0,047 cm ; asimismo se observa que existe una correlación significativa perfecta entre las variables en estudio ($R=0,88$) , el coeficiente de determinación (R^2) señala que el 88,84 % de la longitud de la panoja está influenciada por las dosis de nitrógeno.

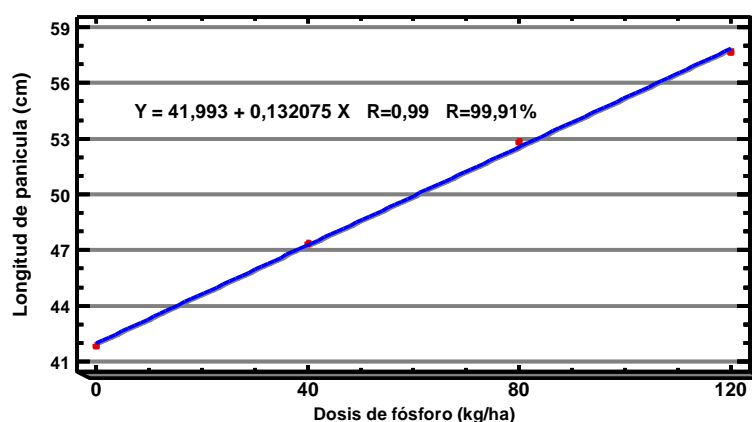


Figura 7. Regresión lineal longitud de la panoja vs dosis fosforo

Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Señala que la mayor longitud de la panoja se halló con la dosis de 120 P kg/ha donde la ecuación de regresión es de $Y = 41,993 + 0,132075 X$ indicando que por cada unidad de fosforo aplicado al

cultivo la longitud de la panoja se incrementa en 0,132 cm; asimismo se observa que existe una correlación significativa perfecta entre las variables en estudio ($R=0,99$), el coeficiente de determinación (R^2) señala que el 99,91 % de la longitud de la panoja está influenciada por las dosis de fósforo.

5.1.6. Peso de Panoja (g)

Cuadro 10. Análisis de varianza peso de la panoja (g) cultivo de quinua. Proter Sama

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F calculado	F α 0,05	F α 0,01	
Bloques	3	40,648	13,549	2,188	2,815	4,250	ns
Tratamientos	15	4797,570	319,838	51,611	1,924	2,522	**
A. Nitrógeno	3	3899,016	1299,672	209,918	2,815	4,250	**
Lineal	1	3484,140	3484,140	562,774	4,085	7,314	**
Cuadrático	1	414,876	414,876	67,012	4,085	7,314	**
B. Fósforo	3	791,125	263,708	42,593	2,815	4,250	**
Lineal	1	757,988	757,988	122,433	4,085	7,314	**
Cuadrático	1	33,137	33,137	5,352	4,085	7,314	*
AXB	9	107,429	11,936	1,927	2,095	4,250	ns
Error experimental	45	278,609	6,191				
Total	63	5116,828					

CV: 6,695 %

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 10. Muestra que no existen diferencias significativas entre los bloques lo contrario sucedió para los tratamientos se halló alta significación estadística con un nivel de confianza del 99%. La respuesta de los niveles de nitrógeno fue altamente significativa, donde se observa que la componente lineal fue altamente significativa lo mismo se evidencio para componente cuadrática con un nivel de confianza del 99%; en lo que respecta a la respuesta del fosforo fue altamente significativa, donde se observa que la componente lineal fue altamente significativa, lo contrario sucedió con la componente cuadrática que fue significativa. El coeficiente de variación de 6,695 % este indicador expresa que los datos son confiables.

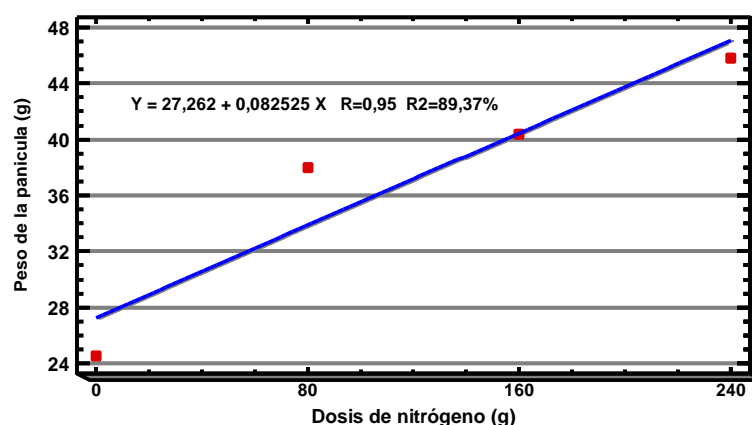


Figura 8. Regresión lineal peso de la panoja vs dosis de nitrógeno

Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Señala que la mayor peso de la panoja se halló con la dosis de 240 N kg/ha donde la ecuación de regresión es de $Y = 27,282 + 0,082626X$ indicando que por cada unidad de nitrógeno aplicado al cultivo peso de la panoja se incrementa en 0,08 g ; asimismo se observa que existe una correlación significativa perfecta entre las variables en estudio ($R=0,68$) , el coeficiente de determinación (R^2) señala que el 88, 87 % de la longitud de la panícula está influenciada por las dosis de nitrógeno.

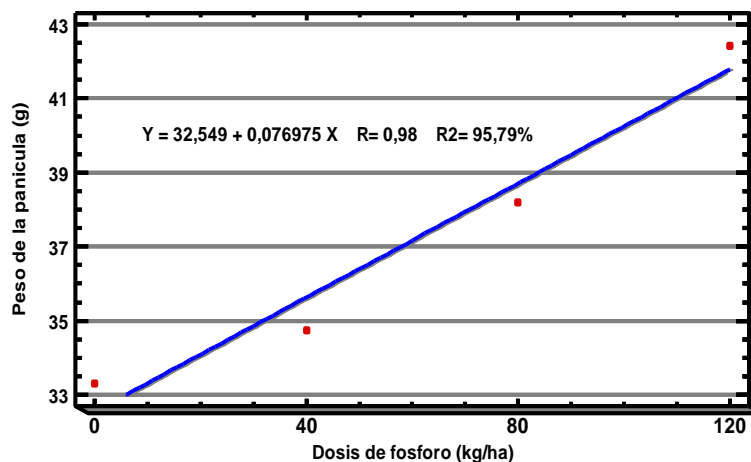


Figura 9. Regresión lineal peso de la panoja vs dosis de fósforo

Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Señala que la mayor peso de la panoja se halló con la dosis de 120 P kg/ha donde la ecuación de regresión es de $Y = 32,549 + 0,076975 X$ indicando que por cada unidad de fósforo aplicado al

cultivo el peso de la panícula se incrementa en 0,07 g ; asimismo se observa que existe una correlación altamente significativa perfecta entre las variables en estudio ($R=0,98$) , el coeficiente de determinación (R^2) señala que el 95,79 % del peso de la panoja está influenciada por las dosis de fósforo.

5.1.7. Peso de 1000 semillas (g)

Cuadro 11. Análisis de varianza peso de 1000 semillas cultivo de quinua. Proter Sama

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F calculado	F α		
					0,05	0,01	
Bloques	3	0,014	0,004	0,173	2,815	4,250	ns
Tratamientos	15	8,464	0,564	24,521	1,924	2,522	**
A. Nitrógeno	3	5,834	1,944	81,984	2,815	4,250	**
Lineal	1	3,696	3,696	160,695	4,085	7,314	**
Cuadrático	1	2,138	2,138	92,956	4,085	7,314	**
B. Fosforo	3	2,210	0,736	31,056	2,815	4,250	**
Lineal	1	2,009	2,009	87,347	4,085	7,314	**
Cuadrático	1	0,201	0,201	8,739	4,085	7,314	**
AXB	9	0,419	0,046	1,963	2,095	4,250	ns
Error experimental	45	1,067	0,023				
Total	63	9,546					

CV: 2,926 %

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 11. Muestra que no existen diferencias significativas entre los bloques lo contrario sucedió para los tratamientos se halló alta significación estadística con un nivel de confianza del 99%. La respuesta de los niveles de nitrógeno fue altamente significativa, donde se observa que la componente lineal fue altamente significativa lo mismo se evidencio para componente cuadrática con un nivel de confianza del 99%; en lo que respecta a la respuesta del fosforo fue altamente significativa, donde se observa que la componente lineal y cuadrática fue altamente significativa. El coeficiente de variación de 2,926% este indicador expresa que los datos son confiables.

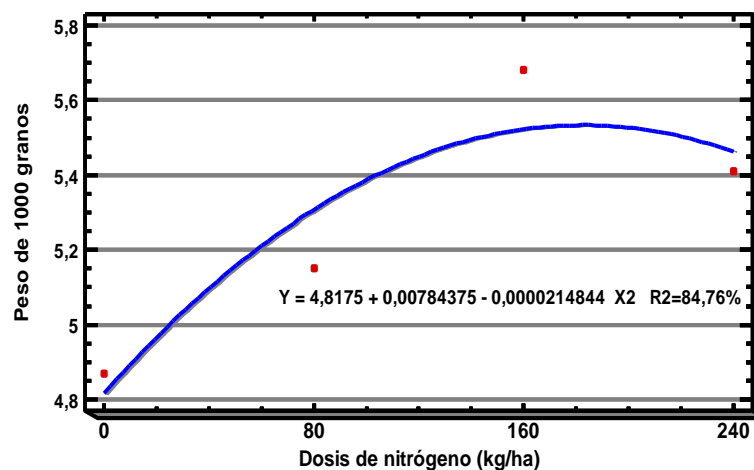


Figura 10. Regresión polinomial peso de 1000 semillas vs dosis de nitrógeno

Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Señala que para el peso de de 1000 semillas se halló alta significación estadística en la componente cuadrática donde la ecuación cuadrática fue es de $Y= 4,8176 + 0,00784375 X - 0,0000214844 X^2$ que al derivarla obtenemos el óptimo de nitrógeno es de 182,545 kg/ha, señalando un de óptimo 5,53 g para el peso de 1000 semillas, el coeficiente de determinación (R^2) señala que el 84,76 % del peso de 1000 semillas está influenciada por las dosis de nitrógeno.

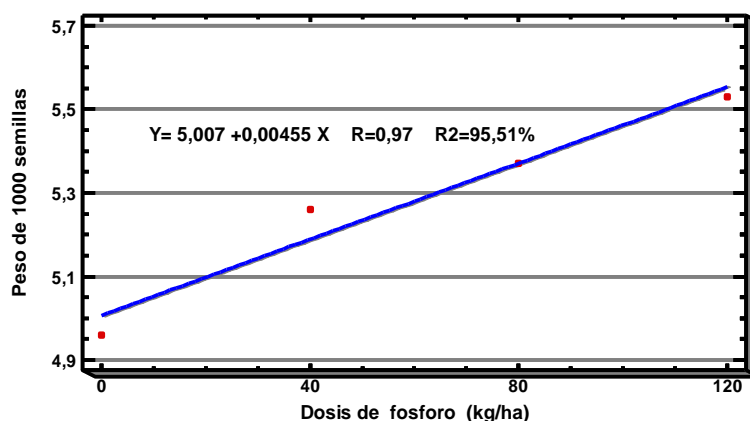


Figura 11. Regresión lineal peso de 1000 semillas vs dosis de fósforo

Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Señala que el mayor peso de 1000 semillas se halló con la dosis de 120 kg/ha de fósforo, donde la ecuación de regresión es de $Y= 5,007 + 0,00455 X$ indicando que por cada unidad de fósforo aplicado al cultivo el peso de mil semillas se incrementa en 0,0045 g ;

asimismo se observa que existe una correlación altamente significativa perfecta entre las variables en estudio ($R=0,97$) , el coeficiente de determinación (R^2) señala que el 95,51 % del peso de las 1000 semillas está influenciada por las dosis de fósforo.

5.1.8. Rendimiento total (t/ha)

Cuadro 12. Análisis de varianza rendimiento (t/ha) cultivo de quinua.

Proter Sama

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F calculado	F α		
					0,05	0,01	
Bloques	3	0,09136	0,0304	0,777	2,815	4,250	ns
Tratamientos	15	34,076	2,271	58,081	1,924	2,522	**
A. Nitrógeno	3	32,656	10,885	782,452	2,815	4,250	**
Lineal	1	22,933	22,933	586,521	4,085	7,314	**
Cuadrático	1	9,723	9,723	248,670	4,085	7,314	**
B. Fosforo	3	0,691	0,230	16,553	2,815	4,250	**
Lineal	1	0,395	0,395	10,102	4,085	7,314	**
Cuadrático	1	0,296	0,296	7,570	4,085	7,314	**
AXB	9	0,7294	0,0810	4,126	2,095	4,250	ns
Error experimental	45	0,626	0,0391				
Total	63	34,794					

CV: 4,150%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 12. Muestra que no existen diferencias significativas entre los bloques lo contrario sucedió para los tratamientos se halló alta significación estadística con un nivel de confianza del 99%. La respuesta de los niveles de nitrógeno fue altamente significativa, donde se observa que la componente lineal y cuadrática fue altamente significativa lo mismo se evidencio para componente cuadrática con un nivel de confianza del 99%; en lo que respecta a la respuesta del fosforo fue altamente significativa, donde se observa que la componente lineal y cuadrática fue altamente significativa. El coeficiente de variación de 4,150 % este indicador expresa que los datos son confiables.

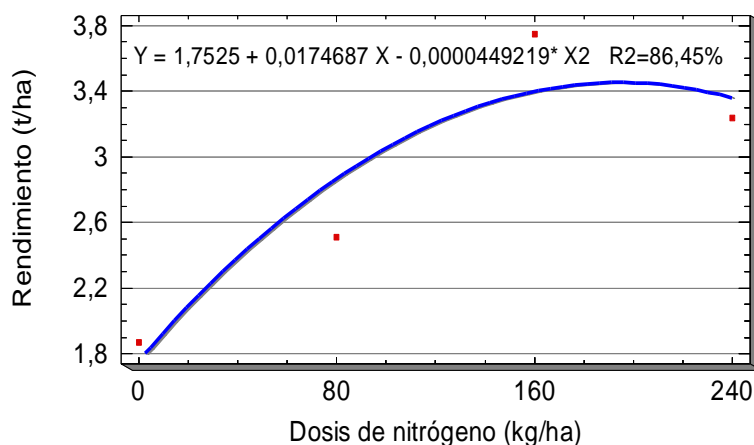


Figura 12. Regresión polinomial rendimiento (t/ha) vs dosis de nitrógeno

Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Señala que para el rendimiento se halló alta significación estadística en la componente cuadrática donde la ecuación cuadrática fue es de $Y = 1,725 + 0,0174687 X - 0,0000449219 X^2$ que al derivarla obtenemos que el óptimo de nitrógeno de 194,434 kg/ha donde el óptimo de rendimiento es de 3,45 t/ha, el coeficiente de determinación (R^2) señala que el 84,76 % del rendimiento está influenciada por las dosis de nitrógeno .

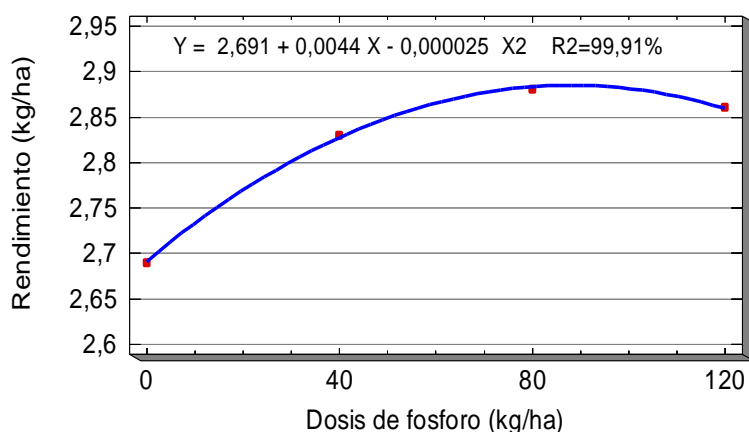


Figura 13. Regresión polinomial rendimiento (t/ha) vs dosis de fósforo

Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Señala que para el rendimiento se halló alta significación estadística en la componente cuadrática donde la ecuación cuadrática fue es de $Y = 2,691 + 0,0044x - 0,000025 X^2$ que al derivarla obtenemos

que el óptimo de fósforo de 88,00 kg/ha donde el óptimo en rendimiento es de 2,89 t/ha, el coeficiente de determinación (R^2) señala que el 99,91 % del rendimiento está influenciada por las dosis de fósforo .

5.1.9. Índice de desgrane (%)

Cuadro 13. Análisis de varianza de índice de desgrane del cultivo de quinua. Proter Sama

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F calculado	F α		
					0,05	0,01	
Bloques	3	197,296	65,765	1,189	2,815	4,250	ns
Tratamientos	15	1001,750	66,783	1,207	1,924	2,522	ns
A. Nitrógeno	3	95,203	31,734	0,572	2,815	4,250	ns
B. Fosforo	3	428,546	142,849	2,579	2,815	4,250	ns
AXB	9	478,000	53,111	0,958	2,095	4,250	ns
Error experimental	45	2492,297	55,284				
Total	63	3691,344					

CV: 14,175%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 13. Muestra que no existen diferencias significativas entre los bloques, para los tratamientos no se halló de igual forma diferencias estadísticas. La respuesta de los niveles de nitrógeno y del fósforo fue

no significativa, por lo tanto ambos factores tuvieron efectos similares, la interacción de AXB fue no significativa por lo tanto ambos factores actuaron independientemente. El coeficiente de variación de 14,175 % este indicador expresa que los datos son confiables.

5.1.10. Densidad del grano (g/ml)

Cuadro 14. Análisis de varianza de densidad del grano del cultivo de quinua. Proter Sama

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F calculado	F _α 0,05	F _α 0,01	
Bloques	3	0,000205	0,000068	4,0718	2,815	4,250	*
Tratamientos	15	0,002605	0,000173	1,0359	1,924	2,522	ns
A. Nitrógeno	3	0,000226	0,000075	0,4474	2,815	4,250	ns
B. Fosforo	3	0,000297	0,000099	0,5915	2,815	4,250	ns
AXB	9	0,000208	0,000231	1,3801	2,095	4,250	ns
Error experimental	45	0,007545	0,000167				
Total	63	3691,344					

CV: 1,755%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 14. Muestra que existen diferencias significativas entre los bloques, sin embargo para los tratamientos no se halló diferencias estadísticas. La respuesta de los niveles de nitrógeno y del fosforo fue

no significativa, por lo tanto ambos factores tuvieron efectos similares, la interacción de AXB fue no significativa por lo tanto ambos factores actuaron independientemente. El coeficiente de variación de 1,755% este indicador expresa que los datos son confiables.

CONCLUSIONES

1. Los resultados evidenciaron que la dosis el óptima de nitrógeno fue de 194,434 kg/ha, dando el óptimo de rendimiento fue 3,45 t/ha, el coeficiente de determinación (R^2) señala que el 84,76 % rendimiento es influenciada por la dosis de nitrógeno.
2. En cuanto al fosforo se encontró la dosis optima de 88,00 kg/ha, y su rendimiento óptimo fue de 2,89 t/ha, el coeficiente de determinación (R^2) señala que el 99,91 % del rendimiento está influenciada por las dosis de fosforo.
3. No hubo significación estadística en la interacción nitrógeno por fosforo por lo tanto ambos factores actuaron independientemente sobre la variables en estudio.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar una dosis de fertilizante nitrogenado de 194.434 kg/ha debido a que reporto un rendimiento de 3.45 t/ha.
2. Se recomienda utilizar una dosis de fertilización fosfórica de 88 kg/ha, debido a que reporto un rendimiento de 2,89 t/ha.
3. Se recomienda realizar experimentos utilizando la fertilización orgánica e inorgánica en otras variedades de quinua de nuestra región para poder comparar sus efectos.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- ÁLVAREZ, M. Y VON RUTTE, S. (1999) Fertilización. In Investigaciones en Quinoa. Latinreco, Quito, EC. pp. 109 – 115.
- APAZA, V. RODRÍGUEZ, D. MUJICA, A. CANAHUA, A. JACOBSEN, E. (2006). Producción de Quinoa de calidad. Estación Experimental Illpa. Puno, Perú.
- ARTEAGA, V.; Evaluación del efecto de la aplicación de dos abonos orgánicos en dos variedades de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la zona de Canchaguano, Carchi” Tesis de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales p. 152
- BENEDETTI, S.; DELARD, C. y ROACH, F. (2000). Quillay: Una alternativa multipropósito para la zona central. INFOR. Santiago, Chile. 14 p.
- BERTI, M.; WILCKENS R.; HEVIA, F.; SERRU, H. VIDAL, I., Y MENDEZ, C. (1996). Fertilización nitrogenada en quínoa (*Chenopodium quínoa* Willd). Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía, Chillán, CH. Abstract. Investigación Agrícola, Santiago, p. 90.

BLOG AND WEB (2008). Todo sobre la quinua. (en línea). Disponible en:<http://laquinua.blogspot.com/2008/05/abonamiento-y-fertilizacion.html#>

BLOGSPOT. (2008). Todo sobre la Quinua. (en línea). Disponible en: <http://laquinua.blogspot.com>

BURGASI, G.; PAVÓN, J. Y VON RUTTE, S. (1999). Cultivo comercial de quinua. In Investigaciones en Quinua. Latinreco, Quito, EC. pp. 109 – 115

FUENTES, J. L. (1994). El suelo y sus fertilizantes. Ministerio de Agricultura, pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Reforma Agraria. Ediciones Mundi-Prensa. 4ª Edición. Madrid. España. 352 p.

FLORES, J. MARTÍNEZ, E. CHILQUILLO, M. MENESES, V. CHÁVEZ, G. SARMIENTO, P. SALVATIERRA, A. (2010). Tecnología Productiva de la Quinua. Programa modular para el manejo técnico del cultivo de quinua .Primera edición.

FRANCKE, S.; MARÍN, J. y VARGAS, R. (2001). Control de Erosión y Forestación en Cuencas Hidrográficas de la Zona Semiárida de Chile. En: Experiencias internacionales en la rehabilitación de

espacios degradados. Proyecto FONDEF D9811036.
Publicaciones Misceláneas Forestales N° 3. Santiago, Chile. 57 –
65

GALLARDO Gonzales p. (1997). Morfología del fruto y la semilla de
chenopodium quinoa willd. Lilloa.

GONZALES J. (1999). Ecofisiología y morfología de este debido a
factores adversos. En: Primer Curso Internacional de Fisiología de
la Resistencia a la Sequia en Quinoa. Proyecto quinoa. Puno –
Peru.

GONZALEZ, C. (1994). Evaluación de un ensayo de fertilización en
Eucalyptus globulus Labill. Memoria de Título. Universidad de Chile.
Facultad de Ciencias Forestales. Santiago, Chile. 91 p.

HEALY, W.E. y Wilkins, H.F. 1986. Influence of light treatments before and
after induction treatment on flowering of *Alstromeria 'Regina'*. Hort
Science. 21 (6): 1390-1392.

INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias,
EC) (2006). Manual agrícola de granos andinos. Quito, EC. p 40.

- LEÓN, J. M. (2006). Hibridación y comparación de la F1 con sus progenitores en tres cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Puno. Tesis Ing. Agro. FCA-UNA. Puno, Perú. pp 34- 36.
- LEÓN, J. (2006).Mejoramiento genético de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) a través del método de hibridación. p 14
- MANUAL AGROPECUARIO. LEON JUVENAL (2003). Cultivo de la quinua en Puno – Peru; Descripción, manejo y producción. UNA-Puno, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- MERY, I. (2000). Fertilización Forestal en Chile. Memoria de Título. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. Concepción, Chile. 75 p
- MUJICA, A. (1997). Cultivo de quinua. inia. serie manual ri, no. 1-97. instituto nacional de investigación agraria, dirección general de investigación agraria. lima, Perú.130 p.
- MUJICA, A.; AGUILAR, J.; JACOBSEN, S.; (1999). Resúmenes de investigaciones en Quinua *Chenopodium Quinoa* Willd. De la Universidad Nacional del Altiplano. UNA, Puno, Perú.
- MUJICA, A.; IZQUIERDO, J. Y MARATEE, J. (2000). Origen y Descripción de la Quinua. EN: MUJICA, A.; IZQUIERDO, J.; MARATHEE, J.,

Quinoa: *Chenopodium quinoa* Willd. Ancestral Cultivo Andino, Alimento del Presente y Futuro. FAO. Santiago, Chile. 293 p.

NIETO C., C. Et al (1992). INIAP-Inga pirca e INIAP-Tunkahuan dos variedades de quinua de bajo contenido de saponina. E.E. Santa Catalina. Boletín Divulgativo No. 228. INIAP, Quito, EC 11 p.

NISHIKAWA, J.; Manual de Fertilización y Nutrición de la Quinoa, (2012). Biblioteca Nacional del Peru N° 01-663. Primera Edición. Care Peru p 21.

PERALTA, E. MAZÓN, N. MURILLO, A. RIVERA, M. MONAR, C. (2008). Pata de Venado (Taruka Chaki). Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador.

PERALTA, E. et. al. (2008). Manual Agrícola de Granos Andinos: chocho, Quinoa, Amaranto y Ataco. Cultivos, variedades y costos de producción. Manual No. 69. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina INIAP. Quito, Ecuador. p. 52.

PERALTA, E. (2010). Producción y distribución de semilla de buena calidad con pequeños agricultores de granos andinos: chocho,

quinua, amaranto. Publicación Miscelánea N° 169. Programa Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. Quito, Ecuador. Pp.10- 15-27.

MANUAL; Quinoa el grano de oro. (2008). Abonamiento y fertilización (en línea) Programa Quinoa. 8 p. Consultado el 15 de Mayo de 2009. Disponible en [http:// www.laquinoa. Blogspot. com](http://www.laquinoa.blogspot.com).

MINISTERIO DE AGRICULTURA (2011), Disponible en: www.minag.gob.pe.

LEÓN, J. (2003). Cultivo de la Quinoa en Puno-Perú. Descripción, manejo y producción. Puno – Perú. (en línea). Disponible en: www.monografias.com/...quinua.../cultivo-quinua-puno-peru.pdf

SALAS, M. (2004). Aplicación de tres niveles de fertilización nitrogenada en dos profundidades de aradura en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en Centro Experimental Agropecuario Condoriri. Tesis de Ingeniero Agrónomo. UTO, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Veterinaria, BO. 106 p.

SORAIDE, D. (2011). La Quinoa Real en el Altiplano sur de Bolivia, Fundación FAUTAPO – Educación para el desarrollo, p 106.

SOQUIMICH y Fundación Chile, (1991). Importancia de la Fertilización;
Disponible en; www.sqm.com.

SUQUILANDA, M. (1995). Quinua: Manual para la producción orgánica.
UPS-FUNDAGRO, Quito, EC. 48 p.

TOA (Temas de Orientación Agropecuaria, CO). (1997). Manual de
fertilizantes. sexta edición. Bogotá, CO. 60 p.

VILLACRES, E. MASON, N. (2008). Manual Agrícola de Granos Andinos,
Chocho, Quinua, Amaranto y Ataco. Edición por: Eduardo Peralta,
Quito – Ecuador. P 69. (Disponible en MAGAP)

VON MAREES, A. (1988). Respuesta a la fertilización con NPK de una
plantación recién establecida de *Eucalyptus delegatensis* R. T.
Baker en la Precordillera Andina de la Novena Región. Tesis de
Ingeniería Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias
Agrarias y Forestales. Santiago, Chile. 167 p.

ANEXOS

Anexo 1: Porcentaje de emergencia (%)

Tratamiento	I	II	III	IV	Promedio
T1	98	100	100	95	98,25
T2	85	100	100	98	95,75
T3	95	100	95	96	96,50
T4	98	85	95	100	94,50
T5	100	85	100	100	96,25
T6	100	92	100	98	97,50
T7	100	95	90	100	96,25
T8	85	100	90	98	93,25
T9	85	98	100	100	95,75
T10	92	100	95	98	96,25
T11	95	90	100	100	96,25
T12	100	98	95	95	97,00
T13	98	98	100	100	99,00
T14	100	85	92	100	94,25
T15	90	95	88	100	93,25
T16	98	98	100	98	98,50

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Altura de planta (cm)

Tratamiento	I	II	III	IV	Promedio
T1	110,0	112,5	109,3	104,7	109,13
T2	112,5	113,5	111,5	111,5	112,25
T3	115,8	114,4	112,4	113,4	114,00
T4	116,4	117,3	116,3	115,2	116,30
T5	113,5	114,2	112,2	117,0	114,23
T6	118,2	117,8	114,8	118,7	117,38
T7	121,4	121,4	124,1	125,5	123,10
T8	120,6	122,4	126,6	124,3	123,48
T9	118,7	120,4	124,5	125,7	122,33
T10	121,5	125,7	127,8	128,4	125,85
T11	125,8	128,4	130,4	132,4	129,25
T12	126,4	129,9	132,7	132,8	130,45
T13	125,8	135,1	135,4	129,1	131,35
T14	127,4	136,8	141,0	140,0	136,30
T15	130,4	138,8	142,8	141,4	138,35
T16	134,5	141,0	143,4	145,8	141,18

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Días a floración (Nº de días)

Tratamiento	I	II	III	IV	Promedio
T1	60	60	62	63	61,25
T2	62	62	64	64	63,00
T3	65	63	64	62	63,50
T4	62	62	63	64	62,75
T5	60	65	65	64	63,50
T6	72	64	65	66	66,75
T7	70	70	68	68	69,00
T8	64	68	68	66	66,50
T9	60	64	71	70	66,25
T10	70	70	70	71	70,25
T11	64	68	70	72	68,50
T12	65	70	72	70	69,25
T13	71	72	72	73	72,00
T14	70	72	73	72	71,75
T15	74	73	73	72	73,00
T16	72	74	72	72	72,50

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Días a la maduración (Nº de días)

Tratamiento	I	II	III	IV	Promedio
T1	96	96	93	92	94,25
T2	95	96	93	93	94,25
T3	96	98	94	93	95,25
T4	94	100	93	94	95,25
T5	98	98	93	94	95,75
T6	100	94	94	95	95,75
T7	104	102	95	96	99,25
T8	98	98	96	95	96,75
T9	96	100	96	96	97,00
T10	100	99	96	96	97,75
T11	95	72	100	100	91,75
T12	94	98	99	96	96,75
T13	103	102	103	102	102,50
T14	104	102	102	103	102,75
T15	105	103	103	104	103,75
T16	104	104	103	103	103,50

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Longitud de la panoja (cm)

Tratamiento	I	II	III	IV	Promedio
T1	37,5	36,4	33,0	35,0	35,47
T2	40,1	41,4	39,5	43,2	41,05
T3	49,6	47,3	48,3	49,1	48,57
T4	56,1	52,6	55,6	55,6	54,97
T5	38,6	39,0	35,8	34,7	37,02
T6	42,4	40,8	44,2	55,6	45,75
T7	49,8	47,8	49,2	50,3	49,27
T8	52,5	53,8	54,4	52,8	53,37
T9	47,0	48,0	44,6	46,7	46,57
T10	50,5	54,5	48,4	49,1	50,62
T11	55,1	56,4	55,3	57,7	56,12
T12	57,9	58,1	59,4	60,9	59,07
T13	49,0	48,8	46,4	49,3	48,37
T14	54,4	51,2	51,0	54,2	52,70
T15	55,6	56,6	59,4	57,5	57,27
T16	64,7	62,8	60,1	65,1	63,17

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Peso de la panoja (g)

Tratamiento	I	II	III	IV	Promedio
T1	19,4	19,8	16,1	17,4	18,18
T2	24,3	18,9	19,7	20,8	20,93
T3	34,2	21,5	26,3	24,2	26,55
T4	33,1	30,4	32,1	34,8	32,60
T5	35,6	32,5	33,3	38,5	34,98
T6	37,1	33,5	34,4	37,2	35,55
T7	38,7	36,5	40,6	41,8	39,40
T8	40,5	40,0	42,7	44,8	42,00
T9	38,1	39,1	37,2	39,4	38,45
T10	36,2	38,0	39,6	39,9	38,43
T11	37,4	39,8	39,9	44,2	40,33
T12	43,7	48,3	41,3	43,3	44,15
T13	39,5	40,4	44,4	42,4	41,68
T14	39,9	44,4	46,2	45,5	44,00
T15	44,3	47,2	48,5	45,9	46,48
T16	49,2	48,6	51,7	54,3	50,95

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Peso de 1000 semillas (g)

Tratamiento	I	II	III	IV	Promedio
T1	4,69	4,74	4,23	4,52	4,55
T2	4,93	4,82	4,79	4,70	4,81
T3	4,95	4,87	5,00	5,07	4,97
T4	5,17	5,22	5,10	5,19	5,17
T5	5,00	4,88	4,98	4,87	4,93
T6	5,10	5,05	5,13	5,09	5,09
T7	5,24	5,28	5,08	5,14	5,19
T8	5,42	5,46	5,35	5,30	5,38
T9	5,35	5,43	5,44	5,44	5,42
T10	5,65	5,75	5,68	5,65	5,68
T11	5,70	5,81	5,72	5,81	5,76
T12	5,80	5,95	5,86	5,83	5,86
T13	4,96	4,88	4,99	4,90	4,93
T14	5,42	5,48	5,44	5,42	5,44
T15	5,56	5,54	5,50	5,64	5,56
T16	5,70	5,77	5,67	5,75	5,72

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8. Rendimiento (t/ha)

Tratamiento	I	II	III	IV	Promedio
T1	1,626	1,700	1,625	1,725	1,67
T2	1,873	1,940	1,803	1,880	1,87
T3	2,280	2,023	2,010	2,032	2,09
T4	1,766	1,878	1,792	1,940	1,84
T5	2,196	2,253	2,230	2,263	2,24
T6	2,285	2,322	2,434	2,525	2,39
T7	2,433	2,570	2,686	2,974	2,67
T8	2,458	2,710	2,928	2,901	2,75
T9	3,438	3,505	3,687	3,546	3,54
T10	3,697	3,693	3,804	3,786	3,75
T11	3,930	3,880	3,983	3,958	3,94
T12	3,900	3,527	3,888	3,758	3,77
T13	3,192	3,400	3,451	3,201	3,31
T14	3,147	3,413	3,470	3,130	3,29
T15	3,287	3,198	3,210	3,237	3,23
T16	3,095	3,183	3,128	3,102	3,13

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9. Índice de desgrane (%)

Tratamiento	I	II	III	IV	Promedio
T1	54,8	53,9	54,3	79,3	60,58
T2	50,3	59,3	72,6	56,7	59,73
T3	38,7	48,2	62,4	52,9	50,55
T4	58,3	49,7	50,8	53,2	53,00
T5	56,0	49,2	45,6	58,4	52,30
T6	44,4	48,4	43,3	52,7	47,20
T7	48,8	47,9	56,0	51,9	51,15
T8	60,7	48,8	50,6	53,1	53,30
T9	52,3	52,6	54,1	60,4	54,85
T10	56,2	56,9	54,5	54,9	55,63
T11	55,4	43,5	56,4	50,7	51,50
T12	55,6	54,0	49,9	52,7	53,05
T13	45,9	49,8	49,1	50,7	48,88
T14	46,0	47,9	47,0	51,0	47,98
T15	47,2	59,6	52,7	51,5	52,75
T16	50,6	53,9	46,7	69,3	55,13

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10. Densidad del grano (gr/cc)

Tratamiento	I	II	III	IV	Promedio
T1	0,735	0,737	0,740	0,750	0,741
T2	0,737	0,723	0,754	0,734	0,737
T3	0,738	0,725	0,741	0,759	0,741
T4	0,750	0,751	0,712	0,749	0,741
T5	0,745	0,722	0,738	0,745	0,738
T6	0,731	0,730	0,763	0,727	0,738
T7	0,760	0,752	0,730	0,704	0,737
T8	0,736	0,735	0,741	0,724	0,734
T9	0,729	0,739	0,718	0,710	0,724
T10	0,731	0,731	0,735	0,730	0,732
T11	0,738	0,751	0,747	0,710	0,737
T12	0,749	0,751	0,741	0,750	0,748
T13	0,728	0,750	0,731	0,711	0,730
T14	0,734	0,754	0,740	0,747	0,744
T15	0,734	0,762	0,750	0,740	0,747
T16	0,740	0,720	0,738	0,735	0,733

Fuente: Elaboración propia