

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**LOS BIOFERTILIZANTES EN EL RENDIMIENTO DE CUATRO  
VARIETADES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) EN EL  
VALLE DEL MANTARO**

**Presentado por:**

**GABRIELA LOURDES LEÓN BARANDIARÁN**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**Lima – Perú**

**2017**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
LOS BIOFERTILIZANTES EN EL RENDIMIENTO DE CUATRO  
VARIETADES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) EN EL  
VALLE DEL MANTARO**

**Presentado por:  
GABRIELA LOURDES LEÓN BARANDIARÁN**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

---

**Dra. Luz Gómez Pando  
Presidente**

---

**Dr. Jorge Jiménez Dávalos  
Asesor**

---

**Biol. Juan Juscamaita Morales  
Miembro**

---

**Dr. Julio Alegre Orihuela  
Miembro**

## **DEDICATORIA**

A mi mamá Teresa y papá Carlos por su apoyo incondicional, paciencia y consejos para poder terminar la tesis, hermanos Naty y Carlos que siempre me han ayudado para terminar mis estudios; agradecer también a July que me decía todos los días "termina la tesis".

## AGRADECIMIENTOS

- A Dios por darme la oportunidad de estudiar y poder culminarlos, darle gracias por todo lo que me ha dado.
- Quiero agradecer al asesor de la investigación Doctor Jorge Jiménez Dávalos, por su apoyo a lo largo de todo el proceso del trabajo experimental y el asesoramiento para la elaboración de la tesis.
- A la Doctora Luz Gómez Pando por sus consejos durante la investigación y correcciones para realizar un mejor trabajo.
- Al Doctor Jorge Alegre Orihuela y Juan Juscamaita Morales por sus correcciones y comentarios que ayudaron a mejorar la investigación.
- Al Programa de Investigación y Proyección Social en Cereales y Granos Nativos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, por brindarme todas las herramientas e información para el desarrollo de la tesis, a la Sra. Ruth Paucar y Katty Argumedo por sus consejos.
- Al Proyecto CONCYTEC por el financiamiento para el desarrollo de la presente Tesis a través del Proyecto: “Introducción de Variedades y Tecnología Mejoradas para el Desarrollo Sostenible del Cultivo de la Quinoa (*Chenopodium quinoa*) en la Sierra Central: Evaluación Comparativa de tres sistemas de Cultivo y su efecto en el rendimiento y Calidad”.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	i
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	3
2.1    ORIGEN Y GENERALIDADES .....	3
2.2    TAXONOMÍA.....	4
2.3    DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	5
2.4    FENOLOGÍA DEL CULTIVO .....	7
2.5    CONDICIONES AGROECOLÓGICAS.....	9
2.6    VARIEDADES DE QUINUA.....	11
2.6.1    Variedades de Valles Interandinos (Gómez y Aguilar, 2012).....	11
2.6.2    Variedades del Altiplano .....	12
2.7    MANEJO AGRONÓMICO.....	14
2.7.1    Época de siembra.....	14
2.7.2    Elección del terreno .....	15
2.7.3    Preparación del terreno .....	15
2.7.4    Elaboración de surco .....	16
2.7.5    Sistema de siembra .....	16
2.7.6    Preparación de la semilla para la siembra .....	17
2.7.7    Distancias y densidades de siembra.....	17
2.7.8    Fertilización .....	19
2.7.9    Fertilización en el cultivo .....	22
2.7.10    Momento de aplicación .....	25
2.8    FERTILIZACIÓN ORGÁNICA .....	26
2.8.1    Algunos abonos orgánicos:.....	28
2.8.2    Aplicación del fertilizante .....	30
2.9    LABORES CULTURALES .....	32
2.9.1    Raleo o desahije.....	32
2.9.2    Aporque .....	32
2.9.3    Deshierbo.....	32
2.9.4    Cosecha.....	33
2.10    PROBLEMAS FITOSANITARIOS .....	34
2.10.1    Plagas.....	34
2.10.2    Enfermedades .....	36
2.11    VALOR NUTRICIONAL .....	38
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	39
3.1    LUGAR DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....	39
3.1.1    Ubicación.....	39

3.1.2	Ubicación Geográfica .....	39
3.1.3	Características del suelo .....	40
3.1.4	Características climatológicas .....	41
3.2	MATERIALES .....	41
3.2.1	Material genético .....	41
3.2.2	Abonamiento .....	42
3.2.2.1	Abonos Orgánicos .....	42
3.2.2.2	Fertilizantes Químicos .....	43
3.2.3	Control sanitario .....	43
3.2.4	Herramientas y equipos .....	44
3.3	METODOLOGÍA .....	44
3.4	FACTORES EN ESTUDIO.....	45
3.5	DISEÑO EXPERIMENTAL .....	45
3.6	CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL .....	46
<b>IV.</b>	<b>RESULTADO Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>48</b>
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>73</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>74</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>75</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>80</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Principales plagas en quinua.....	34
Cuadro 2: Control químico de plagas en quinua .....	35
Cuadro 3: Principales enfermedades, sus síntomas y control.....	36
Cuadro 4: Los valores nutricionales en 100 gr. de quinua .....	38
Cuadro 5: Los aminoácidos presentes en la proteína del grano de quinua.....	38
Cuadro 6: Características de los suelos de cada localidad.....	40
Cuadro 7: Cronograma de aplicación de los biofertilizantes para las tres localidades.....	42
Cuadro 8: Características del producto.....	42
Cuadro 9: Características del producto.....	43
Cuadro 10: Lista de dosis probadas .....	46
Cuadro 11: Campo experimental.....	46
Cuadro 12: Distribución de los tratamientos en el campo experimenta .....	46
Cuadro 13: Randomización del ensayo .....	47

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Análisis de variancia de rendimiento en Aramachay .....	48
Tabla 2: Respuesta en rendimiento de las variedades, localidad de Aramachay. Prueba de Duncan .....	49
Tabla 3: Efecto de cada fuente de nutriente en rendimiento, localidad de Aramachay. Prueba de Duncan .....	49
Tabla 4: Análisis de variancia de altura en Aramachay .....	50
Tabla 5: Respuesta en altura de las variedades, localidad de Aramachay. Prueba de Duncan .....	50
Tabla 6: Efecto de cada fuente de nutriente sobre la altura, localidad de Aramachay. Prueba de Duncan .....	51
Tabla 7: Análisis de variancia sobre días a la floración en Aramachay .....	51
Tabla 8: Respuesta sobre días a la floración de las variedades, localidad de Aramachay. Prueba de Duncan .....	52
Tabla 9: Análisis de variancia sobre mildiu en Aramachay .....	52
Tabla 10: Respuesta sobre mildiu de las variedades, localidad de Aramachay. Prueba de Duncan .....	53
Tabla 11: Efecto de cada fuente de nutriente sobre mildiu, localidad de Aramachay. Prueba de Duncan .....	53
Tabla 12: Análisis de variancia sobre días a la madurez en Aramachay .....	54
Tabla 13: Respuesta sobre los días a la madurez de las variedades, localidad de Aramachay. Prueba de Duncan .....	55
Tabla 14: Análisis de variancia sobre el rendimiento en Aco .....	55
Tabla 15: Respuesta en rendimiento de las variedades, localidad de Aco. Prueba de Duncan .....	56
Tabla 16: Efecto de cada fuente de nutriente en rendimiento, localidad de Aco. Prueba de Duncan .....	56
Tabla 17: Análisis de variancia sobre la altura en Aco .....	57
Tabla 18: Respuesta en altura de las variedades, localidad de Aco. Prueba de Duncan .....	57
Tabla 19: Efecto de cada fuente de nutriente sobre la altura, localidad de Aco. Prueba de Duncan .....	58
Tabla 20: Análisis de variancia sobre días a la floración en Aco .....	58
Tabla 21: Respuesta sobre días a la floración de las variedades, localidad de Aco. Prueba de Duncan .....	59
Tabla 22: Efecto de cada fuente de nutriente sobre días a la floración, localidad de Aco. Prueba de Duncan .....	59



Tabla 23: Efecto de la interacción de la fuente de nutriente con la variedad sobre días a la floración, localidad de Aco. Prueba de Duncan .....	60
Tabla 24: Análisis de variancia sobre mildiu en Aco .....	61
Tabla 25: Respuesta sobre mildiu de las variedades, localidad de Aco. Prueba de Duncan.....	61
Tabla 26: Análisis de variancia sobre días a la madurez en Aco .....	62
Tabla 27: Respuesta sobre los días a la madurez de las variedades, localidad de Aco. Prueba de Duncan.....	62
Tabla 28: Análisis de variancia sobre el rendimiento en San Lorenzo .....	63
Tabla 29: Respuesta en rendimiento de las variedades, localidad de San Lorenzo. Prueba de Duncan.....	63
Tabla 30: Efecto de cada fuente de nutriente en rendimiento, localidad de San Lorenzo. Prueba de Duncan.....	64
Tabla 31: Respuestas en rendimiento de la interacción de la fuente de nutriente con la variedad, localidad de San Lorenzo. Prueba de Duncan .....	65
Tabla 32: Análisis de variancia sobre la altura en San Lorenzo.....	66
Tabla 33: Respuesta en altura de las variedades, localidad de San Lorenzo. Prueba de Duncan.....	66
Tabla 34: Efecto de cada fuente de nutriente sobre la altura, localidad de San Lorenzo. Prueba de Duncan.....	67
Tabla 35: Análisis de variancia sobre días a la floración en San Lorenzo .....	67
Tabla 36: Respuesta sobre días a la floración de las variedades, localidad de San Lorenzo. Prueba de Duncan.....	68
Tabla 37: Análisis de variancia sobre mildiu en San Lorenzo .....	68
Tabla 38: Respuesta sobre mildiu de las variedades, localidad de San Lorenzo. Prueba de Duncan .....	69
Tabla 39: Efecto de cada fuente de nutriente sobre mildiu, localidad de San Lorenzo. Prueba de Duncan .....	69
Tabla 40: Respuesta de la interacción entre la fuente de nutriente con la variedad sobre mildiu, localidad de San Lorenzo. Prueba de Duncan.....	70
Tabla 41: Análisis de variancia sobre días a la madurez en San Lorenzo.....	71
Tabla 42: Respuesta sobre los días a la madurez de la variedades, localidad de San Lorenzo. Prueba de Duncan.....	72

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Rendimiento (kg/ha) de las variedades en la localidad de Aramachay .....	80
Anexo 2: Rendimiento (kg/ha) en las diferentes fuentes de nutrientes en la localidad de Aramachay.....	80
Anexo 3: Altura de planta (cm) de las variedades en la localidad de Aramachay .....	81
Anexo 4: Altura de planta (cm) en las diferentes fuentes de nutrientes en la localidad de Aramachay.....	81
Anexo 5: Días a la floración de las variedades en la localidad de Aramachay .....	82
Anexo 6: Mildiu (%) en las variedades en la localidad de Aramachay.....	82
Anexo 7: Mildiu (%) en las diferentes fuentes de nutrientes en la localidad de Aramachay .....	83
Anexo 8: Días a la madurez de las variedades en la localidad de Aramachay .....	83
Anexo 9: Rendimiento (kg/ha) de las variedades en la localidad de Aco .....	84
Anexo 10: Rendimiento (kg/ha) en las diferentes fuentes de nutrientes en la localidad de Aco .....	84
Anexo 11: Altura de planta (cm) de las variedades en la localidad de Aco .....	85
Anexo 12: Altura de planta (cm) en las diferentes fuentes de nutrientes en la localidad de Aco .....	85
Anexo 13: Días a la floración entre la interacción de las variedades y fuentes de nutrientes en la localidad de Aco .....	86
Anexo 14: Mildiu (%) en las variedades en la localidad de Aco .....	86
Anexo 15: Días a la madurez en las variedades en la localidad de Aco.....	87
Anexo 16: Rendimiento (kg/ha) entre la interacción de las variedades y fuentes de nutrientes en la localidad de San Lorenzo .....	87
Anexo 17: Altura de planta (cm) de las variedades en la localidad de San Lorenzo .....	88
Anexo 18: Altura de planta (cm) en las diferentes fuentes de nutrientes en la localidad de San Lorenzo.....	88
Anexo 19: Días a la floración de las variedades en la localidad de San Lorenzo .....	89
Anexo 20: Mildiu (%) en la interacción entre las variedades y fuentes de nutrientes en la localidad de San Lorenzo .....	89
Anexo 21: Días a la madurez de las variedades en la localidad de San Lorenzo.....	90

## RESUMEN

Existe a nivel mundial un gran interés por la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) por ello es un cultivo que viene creciendo en producción y actualmente existe una demanda por su alto valor nutricional. Se realizó la investigación en el Valle del Mantaro en tres comunidades (Aramachay, Aco y San Lorenzo). El presente estudio tiene como objetivo estudiar el efecto de los biofertilizantes en el rendimiento de cuatro variedades en tres localidades del Valle, los abonos utilizados fueron estiércol, guano de isla, biofertilizante y fertilizante químico. El diseño experimental que se utilizó fue el diseño de bloques completamente al azar, donde se estableció cinco tratamientos por cada variedad, resultando veinte tratamientos y cada uno de ellos con tres repeticiones. Las variables que se evaluaron fueron: Rendimiento, altura de planta, días a la floración. Mildiu y días a la madurez. Los resultados se evaluaron con el análisis de variancias y la prueba de Duncan donde se dieron diferencias en el rendimiento con abono orgánico siendo el tratamiento con estiércol el que superó a las demás fuentes orgánicas y la variedad Rosada de Huancayo fue la que logró los mejores rendimientos comparado con las demás variedades en estudio. El efecto del tratamiento con biofertilizante varió de acuerdo a la localidad siendo el mayor rendimiento en la localidad de Aramachay.

**Palabras claves:** Quinua, biofertilizante, variedades, rendimiento

## I. INTRODUCCIÓN

El valle del Mantaro es una de las principales zonas de cultivo de la sierra, donde se desarrolla principalmente la agricultura tradicional de papa (*Solanum tuberosum*), maíz amiláceo (*Zea mays*), cebada (*Hordeum vulgare*), quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y alfalfa (*Medicago sativa*), con un bajo nivel tecnológico y con una producción orientada al autoconsumo y un mercado potencial importante en Lima. El clima del valle permite que el cultivo de la quinua se desarrolle de una manera óptima, siempre y cuando se utilice las variedades adecuadas. Actualmente la quinua es un cultivo que viene creciendo en producción, por su alto valor nutricional. Bolivia en el año 2013 fue el primer productor y exportador mundial del grano con una producción de 61,182 toneladas (tn) de las cuales 35,063 fueron exportadas y comparativamente Perú solo exporto 17,527 tn (Gestión, 2014). Este interés mundial por la quinua ha generado que el precio del grano andino aumente en un 50% en los últimos dos años y en el 2014 el Perú exporto el equivalente a US\$196 millones que significaron un crecimiento del 148% entre el 2012 y el 2014, respectivamente (Centro de Comercio Exterior, 2015) de la Cámara de Comercio de Lima. La quinua en la sierra se siembra generalmente después del cultivo de papa, u otros cultivos, es decir es un cultivo de rotación que ayuda al control de plagas y enfermedades así como también ayuda a conservar los nutrientes y microorganismos del suelo.

Para el manejo del cultivo de la quinua se utilizan sistemas convencionales de fertilización y control sanitario pero que últimamente se tiene la tendencia de desarrollar la agricultura orgánica que promueve una demanda crecientes de alimentos sanos de alto valor nutritivo y la quinua orgánica presenta estos requisitos. La agricultura orgánica busca tener un equilibrio armónico entre el hombre y su agroecosistema.

Este estudio tiene como objetivo evaluar los abonos orgánicos a base de nitrógeno y fósforo que se están utilizando en cultivos anuales y perennes con diferentes sistemas de manejo en la agricultura y que permitirán una mayor comprensión de la relación suelo – planta y microorganismos para para una producción sostenible y la estabilidad de la producción a largo plazo.

## **Objetivos:**

### **General**

- Estudiar el efecto de los biofertilizantes en el rendimiento de cuatro variedades de quinua en tres localidades del Valle del Mantaro.

### **Específico**

- Determinar el efecto de los biofertilizantes en el rendimiento de la quinua.
- Comparar el efecto de la interacción entre el factor variedad y fuente de nutriente.
- Evaluar la estabilidad del rendimiento en las variedades de quinua en estudio.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 ORIGEN Y GENERALIDADES

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), es un cultivo muy importante de la sierra del Perú, especie capaz de producir granos con alta calidad nutricional bajo condiciones ambientales extremas, por esta razón se convierte un cultivo de gran importancia a nivel mundial (Gómez y Aguilar, 2012).

El centro de origen se encuentra en alguno de los valles de la zona andina, a orillas del lago Titicaca entre Perú y Bolivia (Manuel, 2011). Se extiende por todo el altiplano peruano, boliviano y chileno, valles interandinos y zonas de América del Sur. Entre el Ecuador, Perú y Bolivia se encuentran 18 razas pero la mayor diversidad se encuentra entre el nudo de Pasco en Perú y la Cuenca de Lago Titicaca entre Perú y Bolivia (Gómez y Aguilar, 2012). En Cuzco se cultivan tres razas: Cuzco, Sicuani y Puca. En la cuenca del lago Titicaca hay cuatro: Copacabana, Dulce, Achacachi y Puno., en la cuenca del lago Poopó se cultivan la Real y Challapata, al norte de Cuzco se encuentran cuatro razas morfológicamente muy distintas que se caracterizan por tener panoja suelta y las hojas aserradas estas son: Pichincha, Ancash, Cajamarca y Junín, y en los valles interandinos ubicados al sureste del lago Titicaca, están las razas: Potosí, Sucre, La Glorieta y Cochabamba (Tapia *et al.*, 1979). En la región de los valles interandinos se le encuentra cultivada dentro de campos de maíz y habas o como borde de cultivos de papa. Pero es en las tierras altas adquiere mayor importancia. Áreas importantes son la región del Callejón de Huaylas, el Valle del Mantaro y Jauja en Junín, Andahuaylas en Ayacucho y tierras altas de Cuzco (Tapia *et al.*, 1979).

La quinua tiene un alto valor nutritivo, con proteínas de valor biológico y excelente balance de aminoácidos, ubicados en el endospermo o núcleo del grano, el aminoácido que destaca es la lisina que está presente en el cerebro humano. La quinua comparada con otros granos, es muy alta en proteínas, calcio y hierro, tiene por lo menos 1,5 veces más de calcio (Suquilanda, 2011). Proporciona almidones, proteínas, minerales, vitaminas y fibra pero lo

más importante es que proporciona los aminoácidos esenciales para una buena alimentación (Gómez y Aguilar, 2012). La saponina tiene propiedades antioxidante y terapéuticas, previene el cáncer, alergias artritis reumatoides y cardiopatías y envejecimiento prematuro (Gómez, 2015).

En el 2014 los volúmenes de ventas al exterior de quinua alcanzaron las 33,104 toneladas, pasando largamente las 18,250 toneladas registradas en el 2013, lo que representa un aumento de 81%. La quinua en el Perú cuenta con ventajas sobre otros países que no poseen, por ejemplo, se cultiva y cosecha en la costa, a nivel del mar, lo que amplía la frontera agrícola para este cultivo ancestral (MINAGRI, 2015).

El crecimiento del agro en el Perú en el primer trimestre del 2015 fue impulsado por la quinua, cuya producción aumentó en 135% en comparación al mismo periodo del año pasado., entre los meses de enero y marzo del 2015 se registró una producción de 13,000 toneladas de quinua, mientras el año pasado se obtuvo un volumen de 5,000 toneladas. La región que aumentó su producción fue Arequipa con el 114%. Solo en marzo pasado, la producción del grano andino superó las 2,800 toneladas, cifra mayor en 21% en relación al mismo mes del 2014. Las regiones que lograron mayores volúmenes de este grano andino fueron Ayacucho que creció en 797% y Puno en 277% (MINAGRI, 2015).

## 2.2 TAXONOMÍA

Gómez, en el 2015 expone la siguiente clasificación:

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Caryophyllales
Familia:	Amaranthaceae
Subfamilia:	Chenopodioideae
Tribu:	Chenopodieae
Género:	Chenopodium
Especie:	<i>Chenopodium quinoa</i> Willd

## **2.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA**

Es una planta anual de tamaño variables, que puede medir desde 1 a 3,5 m de altura, según los ecotipos, razas y medio ecológico y el periodo vegetativo varia de 150 a 240 días.

### **Raíz**

Es pivotante, vigorosa, profunda, ramificada y fibrosa. La profundidad puede llegar a tener de 0,50 a 2,80 m (Pacheco y Morlos, 1978 citado por Tapia, 1997), las ramificaciones y distribución de las raicillas varían con las variedades el tipo de suelo y la humedad del suelo (Gómez y Aguilar, 2012).

### **Tallo**

Es de sección circular cerca de la raíz, transformándose en angular a la altura donde nacen las ramas y hojas. La corteza del tallo está endurecida, mientras la médula es suave cuando las plantas son tiernas y secas con textura esponjosa cuando maduran., se pueden encontrar plantas con solo tallo principal y ramas laterales muy cortas en los ecotipos del altiplano, o plantas con todas las ramas de igual tamaño en los ecotipos del valle (Tapia, 1997). La altura del tallo puede variar de 0.7 a más de 2.50 m dependiendo de la variedad y del medio ambiente. El tallo ramificado tienen variantes, primero están las que tienen las ramas laterales del mismo tamaño que el tallo principal y terminan en otras panojas, segundo cuando el tallo principal tiene mayor longitud que los tallos secundarios tomando la planta una forma cónica con la base bastante amplia. El color del tallo puede ser verde, amarillo, rojo, púrpura o naranja con estrías verticales de otra coloración. En algunas variedades a la madurez el color es amarillo pálido o rojo (Gómez y Aguilar, 2012).

### **Hojas:**

El peciolo es largo de tamaño variable, delgado acanalado en la parte superior. Las hojas son de carácter polimorfo en una sola planta, las hojas basales son romboides, mientras las hojas superiores, generalmente alrededor de la inflorescencia, son lanceoladas (Nelson, 1968 citado por Tapia, 1997). Las hojas son dentadas en el borde, pueden tener muy pocos o hasta 25 dientes según la raza. La coloración varia de verde claro en la variedad Nariño, hasta verde oscuro en Kanccolla, se transforma en amarillas, rojas o púrpura según la madurez,



cayéndose las hojas basales (Tapia, 1997). Las plantas jóvenes contiene en las hojas, y las inflorescencias papilas ricas en oxalato de calcio de color blanco, rosado y púrpura (Gómez, 2015). Esta pubescencia le da la apariencia de estar cubiertas con una arenilla brillante; este oxalato favorecen la absorción y retención de humedad atmosférica manteniendo turgente las células, guardan y subsidiarias de los estomas (Tapia, 1997).

### **Inflorescencia:**

Es una panoja por tener un eje principal más desarrollados, del cual se originan los ejes secundarios (Tapia, 1997). En función de los glomérulos en las ramas de la inflorescencia se considera tres tipos: Las glomeruladas, amarantiforme e intermedia. La longitud puede variar de 15 a 90 cm y presenta diversos colores como verde, amarillo naranja, rosado, rojo, granate, lila, negros y otros (Gómez y Aguilar, 2012).

Las glomeruladas pueden ser: laxas o compactas este carácter está relacionado al rendimiento del cultivo. Se observa que del eje principal nacen los ejes secundarios y de estos los ejes glomerulados que pueden tener de 0.5 a 3 cm de longitud. A lo largo de estos últimos se agrupan las flores en número de 20 o más, sobre un receptáculo. El tamaño del glomérulo, que es esférico, depende de la longitud del eje glomerular y la disposición de los grupos de flores.

Las amarantiforme, el eje glomerular nace directamente del eje principal, dependiendo el tamaño del glomérulo de la longitud del eje principal. Se puede observar en muchas razas que los glomérulos se ramifican debido a que los grupos de flores nacen a lo largo de ejes terciarios y cuaternarios, dando a la panoja un aspecto más compacto. Algunas veces los glomérulos amarantiformes pueden medir hasta 14 cm, siendo lo normal alrededor de 6 cm (Gandarillas *et al.*, 1979).

### **Flores:**

Es una inflorescencia, puede presentar flores hermafroditas, generalmente terminales y femeninas o pistiladas rodeando a las hermafroditas (Gómez y Aguilar, 2012). La proporción de flores pistiladas varían según los ecotipos. Son flores incompletas porque carecen de pétalos. La flor hermafrodita está constituida por un perigonio sepaloide de cinco partes, el

gineceo con un ovario elipsoidal con dos o tres ramificaciones estigmáticas rodeadas por el androceo formado por cinco estambres curvos y cortos, y un filamento también corto. La flor femenina consta solamente del perigonio, su tamaño varía de 2 a 5 mm y el gineceo que varía su tamaño de 1 a 3mm, el perigonio está cubierto de papilas en el lado externo. Las flores son sésiles o pediceladas, pudiendo tener en algunos casos tener los pedicelos más de 5mm (Gandarillas *et al.*, 1979).

Rea (1996), citado por Tapia, (1997), concluyó que la quinua puede presentar una gran variación sexual y cuando presentan flores hermafroditas con poco grano de polen, su tendencia es a la esterilidad masculina.

### **Fruto:**

El fruto de la quinua es un aquenio, el perigonio cubre una sola semilla y se desprende con facilidad al frotarlo. El fruto está cubierto por el pericarpio y a su vez la semilla está envuelta por el epispermo. La saponina se encuentra en el pericarpio. Según su contenido la quinua se pueden clasificar en dulce, semidulce, amargo y semiamargo (Gómez y Aguilar, 2012). El color del fruto está dado por el perigonio y se asocia directamente con el de la planta, donde resulta que puede ser verde, púrpura o rojo, el perigonio tiene forma de estrella porque presenta cinco sépalos. El pericarpio del fruto está pegado a la semilla, presenta alvéolos y en algunas variedades se puede separar fácilmente. La semilla está envuelta por el episperma en forma de una membrana delgada. El embrión está formado por los cotiledones y la radícula, constituye la mayor parte de la semilla que envuelve al perisperma como un anillo (Gandarillas *et al.*, 1979).

## **2.4 FENOLOGÍA DEL CULTIVO**

Mujica y Canahua, (1989) citado por Mujica *et al.*, (2010), señalan que la quinua presenta fases fenológicas bien marcadas y diferenciables, las cuales permiten identificar los cambios que ocurren durante el desarrollo de la planta, se han determinado doce fases fenológicas:

**Emergencia:** Es cuando la plántula sale del suelo y extiende las hojas cotiledonales, esto ocurre de los 7 a 10 días de la siembra, salen las dos hojas cotiledonales protegidas por el

episperma y pareciera mostrar la semilla encima del talluelo facilitando el consumo de las aves, por la succulencia de los cotiledones.

Dos hojas verdaderas: Es cuando fuera de las hojas cotiledonales, que tienen forma lanceolada, aparecen dos hojas verdaderas extendidas que ya poseen forma romboidal y se encuentra en botón el siguiente par de hojas, ocurre de los 15 a 20 días después de la siembra y muestra un crecimiento rápido de las raíces.

Cuatro hojas verdaderas: Se observan dos pares de hojas verdaderas extendidas y aún están presentes las hojas cotiledonales de color verde, encontrándose en botón foliar las siguientes hojas del ápice en inicio de formación de botones en la axila del primer par de hojas; ocurre de los 25 a 30 días después de la siembra.

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

Ramificación: Se observa ocho hojas verdaderas extendidas con presencia de hojas axilares hasta el tercer nudo, las hojas cotiledonales se caen y dejan cicatrices en el tallo, también se nota presencia de inflorescencia protegida por las hojas sin dejar al descubierto la panoja, ocurre de los 45 a 50 días de la siembra. Durante esta fase se efectúa el aporque y fertilización complementaria para las quinuas de valle.

Inicio de panojamiento: La inflorescencia se nota que va emergiendo del ápice de la planta, observando alrededor aglomeración de hojas pequeñas, las cuales van cubriendo a la panoja en sus tres cuartas partes; ello ocurre de los 55 a 60 días de la siembra, así mismo se puede apreciar amarillamiento del primer par de hojas verdaderas y se produce una fuerte elongación del tallo, así como engrosamiento.

Panojamiento: La inflorescencia sobresale con claridad por encima de las hojas, notándose los glomérulos que la conforman; así mismo, se puede observar en los glomérulos de la base

los botones florales individualizados, ello ocurre de los 65 a los 70 días después de la siembra y a partir de esta etapa hasta inicio de grano lechoso.

Inicio de floración: Es cuando la flor hermafrodita apical se abre mostrando los estambres separados, ocurre de los 75 a 80 días de la siembra; se puede notar en los glomérulos las anteras protegidas por el perigonio de un color verde limón.

Floración o Antesis: La floración es cuando el 50% de las flores de la inflorescencia se encuentran abiertas, lo que ocurre de los 90 a 100 días después de la siembra.

Grano lechoso: El estado de grano lechoso es cuando los frutos que se encuentran en los glomérulos de la panoja, al ser presionados explotan y dejan salir un líquido lechoso, lo que ocurre de los 100 a 130 días de la siembra.

Grano pastoso: El estado de grano pastoso es cuando los frutos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blanco, lo que ocurre de los 130 a 160 días de la siembra.

Madurez fisiológica: Es cuando el grano formado es presionado por las uñas, presenta resistencia a la penetración, Ocurre de los 160 a 180 días después de la siembra, el contenido de humedad del grano varía de 14 a 16%, el lapso comprendido de la floración a la madurez fisiológica viene a constituir el período de llenado del grano, así mismo en esta etapa ocurre un amarillamiento completo de la planta y una gran defoliación.

## **2.5 CONDICIONES AGROECOLÓGICAS**

Se puede cultivar desde el nivel del mar hasta cerca de los 4000 msnm, sin embargo, es importante seleccionar las variedades apropiadas para ser sembradas a nivel del mar, en los valles interandinos y en altiplano (Gómez y Aguilar, 2012).

La quinua puede crecer en todo tipo de suelos en los cuales no haya problemas de encharcamiento o anegamiento. El exceso de humedad afecta el cultivo especialmente en las

primeras fases de desarrollo. Se recomienda suelos semi profundos y con alto contenido de materia orgánica y buen drenaje. El pH del suelo ideal, para la quinua es aquel cercano a la neutralidad, comercialmente se siembra en un rango de 4.5 de pH valles interandinos del norte a 8 pH del altiplano (Gómez y Aguilar, 2012).

Según Mujica (1993), el cultivo de quinua prospera en suelos francos arenosos, con buen drenaje y ricos en nitrógeno.

La quinua presenta enormes variación para adaptarse a diferentes condiciones medioambientales, dependiendo de la variedad. A un clima caluroso y seco como el de la Costa, a climas templados y lluviosos, secos como el de los valles interandinos y fríos y secos, lluviosos como el del altiplano. Puede tolerar temperaturas bajas de  $-1^{\circ}\text{C}$  y altas  $35^{\circ}\text{C}$ , en la fase de crecimiento y formación de la inflorescencia, sin embargo estas temperaturas extremas pueden causar problemas en la formación y desarrollo de los granos. El rango de temperatura óptima para su desarrollo está alrededor de  $18^{\circ}\text{C}$  a  $25^{\circ}\text{C}$  (Gómez y Aguilar, 2012).

La quinua produce bien en áreas cuya temperatura oscila entre 9 a 16 grados  $^{\circ}\text{C}$ , pudiendo soportar heladas de  $-5^{\circ}\text{C}$ . La presencia de veranos prolongados, con altas temperaturas diurnas estimula la formación de la panoja y su maduración, lo que se traduce en bajos rendimientos. Los sectores de alta iluminación solar son los más favorables para este cultivo, ya que ello contribuye a una mayor actividad fotosintética (Suquilanda, 2011).

Precipitaciones anuales de 600 a 2600mm son las más apropiadas para el cultivo de la quinua. La mínima precipitación para obtener un buen rendimiento es de 400 mm distribuidos durante el ciclo del cultivo. En alturas mayores a los 3000 metros sobre el nivel del mar, la concentración de las lluvias afecta a este cultivo (Suquilanda, 2011).

La humedad que recibe el cultivo durante su ciclo de vida, proviene mayormente de las precipitaciones, y estas varían de 300 a 800mm. La quinua se considera tolerante a la sequía, pero requiere un mínimo de humedad durante la fase de llenado del grano para asegurar un buen rendimiento (Gómez y Aguilar, 2012). La quinua requiere de precipitaciones de 300 a 1000 mm anuales (Mujica, 1993).

Se deben evitar los sectores excesivamente ventosos en vista de que son proclives a su rápida desecación y acame de las plantas; en determinados sectores del norte del país donde se cultiva quinua se aprovecha los fuertes vientos para ventear el grano después de la trilla (Suquilanda, 2011).

Bernett (2005), concluyó que el llenado de grano de las tres variedades y su relación con la temperatura está condicionada por las características genéticas, es así que las variedades Blanca de Hualhuas y Rosada de Huancayo que son propias de valles interandinos presentan rendimiento muy bajos debido al efecto del clima del verano en costa en tanto La Molina 89, que es del tipo Altiplano presenta características de rusticidad y adaptabilidad mayores.

La variedad Blanca de Junín, siendo también del tipo de valle, no produjo grano en condiciones de La Molina habiendo sembrado en Septiembre bajo riego por gravedad (Apaza, 1995, citado por Bernett, 2005).

## **2.6 VARIEDADES DE QUINUA**

### **2.6.1 Variedades de Valles Interandinos (Gómez y Aguilar, 2012)**

- **Amarilla de Maranganí**

Planta erecta, poco ramificada de 1.80 m de altura, periodo vegetativo tardío de 180 – 210 días, grano grande de color anaranjado de 2.5mm alto contenido de saponina y su potencial de rendimiento es de 3500 kg/ha. Resistente al mildiu (*Peronospora farinosa*) y susceptible a heladas.

- **Rosada de Junín**

Seleccionada en Junín, presenta una altura de 156 cm, el tallo es de color púrpura, verde y de altura 1.2 m presenta una panoja glomerulada, laxa de color rosado intenso. Las semillas son blancas, tienen menos de 2mm de diámetro, de forma redonda, aplanada y bajo contenido de saponina. Esta variedad presenta un ciclo vegetativo de 160 a 200 días.

- **Blanca de Junín**

Planta seleccionada en Junín, color verde, la altura varía de 1.20 a 1.80 m. Ciclo de vida de 160 a 180 días, de grano blanco de tamaño intermedio y semi dulce.

- **INIA 427- Amarilla Sacaca**

Seleccionada en Cusco con buena adaptación a la región Cusco y Apurímac, en los valles interandinos comprendidos entre los 2750 y los 3650 m de altitud. El rango de altura varía de 1.60 a 2.20 m y su ciclo de vida de 160 a 180 días. La semilla tiene el episperma de color amarillo anaranjado con diámetro de 1.6 a 2.2 mm y amargas. Su rendimiento es hasta 2,3 t/ha. Presenta tolerancia al mildiu (*Peronospora farinosa*) y la plaga kona kona (*Eurisaca melanocampta*) por la forma de su panoja.

## 2.6.2 Variedades del Altiplano

- **Salcedo INIA**

Seleccionada en la estación experimental de Patacamaya, introducida en Puno en 1989. Presenta grano grande de 1.8 a 2 mm de diámetro, de color blanco. Periodo vegetativo de 160 días, precoz, rendimiento de 2500 kg/ha, tolerante al mildiu (*Peronospora farinosa*). Se recomienda su cultivo en la zona circunlacustre.

- **Kancolla**

Grano mediano de 1.6 a 1.9 mm de diámetro color blanco o rosado, presenta alto contenido de saponina, periodo vegetativo 160 a 180 días (tardía). Tiene un rendimiento de 3500 kg/ha, tolerancia intermedia al mildiu (*Peronospora farinosa*), recomendable para zonas alejadas del lago Titicaca, como Juliaca, Cabanillas y Azángaro.

- **Chewecca**

Planta de grano pequeño de 1.2 mm de diámetro, de color blanco, semidulce, periodo vegetativo de 180 a 190 días, tardía. Rendimiento de 3000 kg/ha, resistente al ataque de mildiu (*Peronospora farinosa*), recomendable para zonas como: Melgar, Lampa, Azángaro, Mañazo y Vilque.

- **IIIpa-INIA**  
Planta de grano grande de 1.8 a 2 mm de diámetro, de color blanco, periodo vegetativo de 150 días, rendimiento promedio de 3,083 kg/ha y tolerante al mildiu (*Peronospora farinosa*).
- **Blanca de Juli**  
Seleccionada en Juli –Puno, de grano mediano con 1.4 a 1.8 mm de diámetro de color blanco, semi dulce, periodo vegetativo de 160 a 170 días (semitardía). Rendimiento de 2500 kg/ha con tolerancia al mildiu (*Peronospora farinosa*), apta para la zona circunlacustre.
- **Tahuaco**  
Presenta un grano de 1.5 a 1.7 mm de diámetro, de color blanco, es semi – dulce, periodo vegetativo de 180 a 190 días (tardía), tiene un rendimiento promedio de 3000 kg/ha, resistente al ataque del mildiu, recomendable para zonas de Lampa y Azángaro.
- **Sajama**  
Es de origen Boliviano, precoz, de grano blanco y grande, de 2 a 2.2 mm de diámetro, variedad dulce libre de saponina, de 170 días de periodo vegetativo, altura de 1.10 m, es susceptible al ataque ornitológico y mildiu (*Peronospora farinosa*) por su carácter dulce, presenta un rendimiento de 3000 kg/ha, se adapta bien en Azángaro, Ayaviri y Lampa.
- **Witulla**  
De grano mediano de 1.5 a 1.8 mm de diámetro, de color morado-rosado y de sabor amargo. Se cultiva en los valle, con rendimientos de 1200 a 1800 kg/ha, periodo vegetativo de 180 días, resistente al ataque de mildiu (*Peronospora farinosa*).
- **Pasankalla**  
El INIA presentó la variedad INIA415-Pasankalla en el 2006. Presenta un alto valor nutricional, excelente calidad de grano para la transformación agroindustrial y con



rendimientos superiores a las 3 toneladas por hectárea. Variedad precoz, cuyo periodo vegetativo es 140 días. El grano tiene el pericarpio color plomo y el episperma de color castaño- rojo.

- **INIA 420 Negra Collana**

Es un compuesto de 13 accesiones de 12 localidades, comúnmente conocidas como “Quytu jiwras”. Logra su mejor desarrollo en la zona agroecológica Suni del altiplano, entre los 3815 y 3900 msnm, con clima frío seco, precipitaciones de 400 a 550 mm y temperatura de 4° a 15°C.

La altura de planta varia de 94 a 110 cm, el ciclo de vida es de 136 a 140 días. Las semillas tienen el pericarpio de color plomo y el episperma de color negro. Se informa de un rendimiento promedio de 3.1 t. /ha.

## **2.7 MANEJO AGRONÓMICO**

### **2.7.1 Época de siembra**

La siembra adelantada es muy importante para las variedades tardías o de periodo de vegetación larga y que son de alto rendimiento potencial. Las fechas de siembra están condicionadas por la disponibilidad de humedad del suelo que dependen directamente de las lluvias que se presentan en forma adelanta o retrasada. Las lluvias oportunas para la siembra de quinua en la zona andina son las que ocurren en los meses de septiembre y octubre (Suquilanda, 2011).

En el departamento de Puno, las siembras se inician primero en el norte y las más tardías en el sur, donde los microclimas a orillas del lago Titicaca y los cultivares más precoces así lo permiten. Una de las variedades más cultivadas en Puno es la Kanccolla que es tardía, y la fecha más atrasada de su siembra debe ser en quincena de setiembre (Mujica *et al.*, 1979). Aparicio (1977) citado por Tapia *et al.*, (1979), estudió la influencia de la época de siembra sobre el rendimiento de las variedades Kanccolla, Blanca de Juli y Sajama, respondiendo positivamente en producción de grano la Kanccolla en siembra temprana.

Para la fecha de siembra se debe considerar la variedad, ubicación del campo e inicio y duración del periodo de lluvias. En la zona del altiplano la época de siembra se inicia en septiembre – octubre, y en valles interandinos en noviembre a diciembre. Se recomienda que la maduración de la planta coincida con días libres de heladas, con sol para favorecer un buen secado y así evitar el manchado de granos (Gómez y Aguilar, 2012).

### **2.7.2 Elección del terreno**

Escoger terrenos descansados profundos como de 50 cm y sueltos o que sean terrenos donde se practiquen sucesiones de diversos cultivos que girar alrededor de uno principal, con la finalidad de mantener o elevar la producción, mejorar la estructura del suelo y reducir las pérdidas ocasionadas por la plagas y enfermedades (Suquilanda, 2011).

En la elección del campo se debe considerar las condiciones agroecológicas para el cultivo de quinua, la rotación de cultivos más apropiados para conservar el suelo y romper los ciclos de vida de las plagas y enfermedades. La rotación sugerida para los valles interandinos se recomienda papa (*Solanum tuberosum*)-quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) o leguminosa-quinua (Gómez y Aguilar, 2012).

### **2.7.3 Preparación del terreno**

El suelo requiere de una labor de arado de una profundidad de 25 cm, dos o tres de rastra y una nivelada, si la siembra se va a realizar con sembradora mecánica. En sectores de pendiente pronunciada donde la maquinaria agrícola trabaja a favor de la pendiente se debe realizar una cruzada de yunta para evitar que se degrade el suelo por el efecto de las lluvias. La nivelación del campo es importante cuando la siembra se va realizar con sembradora mecánica para una buena distribución de la semilla y germinación uniforme. La nivelación se puede realizar con el pase de un rodillo o con un palo halado por el tractor (Suquilanda, 2011).

El arado puede ser de vertedera o de discos, en lugares de topografía accidentada se usa arados de yuntas. Luego viene el mullido o desterronado antes de la siembra para el que se

emplean rastras cruzadas, ya sean de puntas rígidas o flexibles, o de discos, para facilitar la germinación y emergencia de la semilla, finalmente la nivelación que puede realizarse con rieles o tablones para lograr una uniformidad de germinación y un buen desarrollo de las plantas (Mujica *et al.*, 1979).

La profundidad del arado según (Gómez y Aguilar, 2012) debe realizarse a una profundidad mayor a 30 cm de este modo se logrará desmenuzar, voltear, enterrar las malezas y los residuos de cosecha y airear el suelo. Después de esta labor se realiza el desterronado, que es desmenuzar los terrones producidos por el arado, esta labor se realiza con rastra de discos. Se recomienda pasar dos veces, en sentidos diferentes. Los terrones deben quedar muy pequeños considerando el tamaño de los granos de quinua (Gómez y Aguilar, 2012).

#### **2.7.4 Elaboración de surco**

Los surcos se abrirán siguiendo las curvas de nivel del terreno a 10 cm de profundidad, con una pendiente de 1 a 2% para facilitar la circulación del agua. La distancia entre surco depende del tamaño y follaje de la variedad a cultivar, el distanciamiento para variedades altas es de 80 cm entre si y para las pequeñas es de 50 cm (Suquilanda, 2011).

El distanciamiento de los surcos es variable y depende en parte de la disponibilidad de implementos adecuados para esta labor. Si la siembra será manual o con yunta la distancia puede ser de 40 a 60 cm. Si el agricultor dispone de maquinaria agrícola y realizará labores posteriores con una cultivadora, las distancias pueden variar de 70 a 80 cm (Gómez y Aguilar, 2012).

#### **2.7.5 Sistema de siembra**

La siembra con yunta, en surco el voleo o en hoyos, varía a lo largo del altiplano. Hay siembras bajo surcos y sobre camellón, otras veces solo en surco. En la siembra simultánea bajo surco y sobre surco, las heladas de diciembre de 3 y 4 °C bajo cero afectan más a las plantas bajo surco (Mujica *et al.*, 1979).

En la siembra directa se recomienda el sistema de siembra en surco porque facilita las labores culturales que posteriormente se aplican durante el cultivo. Los surcos se pueden hacer con una surcadora jalada por el tractor, una yunta o forma manual, se recomienda usar maquinaria para surcar en terrenos extensos con pendientes suaves. Si el área es pequeña o la pendiente es muy alta se puede hacer con yunta o manual (Gómez y Aguilar, 2012).

Siembra por trasplante se recomienda en lugares donde haya agua de riego, se prepara el almácigo en un almaciguera o bandejas, cuando las plántulas alcanzaron a formar cuatro a seis hojas verdaderas se inicia el trasplante. Se recomienda sumergir las plántulas en una solución de agua con lejía al 1% para protegerla de los hongos. Finalmente se colocan las plántulas en campo húmedo definitivo separadas por 10 cm entre ellas. El campo debe estar húmedo mientras las plántulas se establecen. La densidad de siembra en trasplante es de 1 a 2 kg/ha. (Gómez y Aguilar, 2012).

#### **2.7.6 Preparación de la semilla para la siembra**

La semilla a sembrar debe proceder de plantas altamente productivas y de buena calidad. El grano después de ser cosechado, debe secarse a temperatura de ambiente y a la siembra debe tener una humedad de alrededor del 12%, estar libre de impurezas y no presentar problemas de mohos. Previo a la siembra, la semilla se debe desinfectar, aplicando 2.5 gramos de Hidróxido de Cobre y 2.5 de gramos de *Bacillus thuringiensis* por kilogramo de semilla (Suquilanda, 2011).

La semilla se coloca en un recipiente o bolsa y se sacudirá vigorosamente para que se impregne de los productos mencionados (Suquilanda, 2011). La utilización de gramos de primera calidad, permite soportar adversidades durante la germinación y la emergencia de la plántula (Mujica *et al.*, 1979).

#### **2.7.7 Distancias y densidades de siembra**

La siembra se debe realizar al voleo, cuando el suelo no tiene problemas con las malezas y está bien preparado, el tapado de la semilla se puede realizar con un restrillo o con una rastra

de clavos tirada por una yunta. La cantidad de semilla que se utiliza para este sistema es de 15 a 20 Kg de semilla por hectárea (Suquilanda, 2011).

El sistema de siembra más común es en surco para facilitar las labores culturales, la siembra se debe realizar a chorro continuo o a golpes, depositando la semilla a un costado del surco. El tapado se realiza con una capa fina de suelo (máximo 2 cm). Para la siembra en surco, ya sea manual o mecanizada, la cantidad de semilla requerida es de 10 a 15 Kg/ha. (Suquilanda, 2011).

En una siembra directa la cantidad de semilla a emplear en surco se debe considerar: el tamaño de la semilla, se recomienda 10-12 kg/ha de semilla de calidad y zona de siembra. Durante el establecimiento del cultivo, casi el 50% de la semilla se perderá por el tamaño de la semilla, si es pequeña, determina un tapado muy ligero, hecho que expone a todos los problemas de una siembra superficial. La población definitiva del campo se alcanza después de la labor de desahije o raleo (Gómez y Aguilar, 2012).

La cantidad de semilla utilizada en los semilleros oficializados y de granos preseleccionados es de 12Kg/ha, cantidad que se usa con las sembradoras –abonadoras en Puno. En promedio la distancia de los surcos es de 40cm (Tapia *et al.*, 1979).

Velásquez (1968), citado por Mujica *et al.*, (1979), no encontró diferencias significativas cuando comparó densidades de 15, 20 a 30 Kg/ha de semilla de quinua. Al parecer una densidad alta de 20 a 30Kg/ha, que coincida con una buena humedad del suelo y lluvias después de la siembra, ocasiona una alta densidad de plantas con plantas pequeñas y débiles de baja producción (Ortiz, 1974, citado por Tapia *et al.*, 1979).

Barahona (1975), experimentó diferentes densidades (8, 10 y 12 Kg/ha) con diferentes distanciamiento entre surcos y en tres variedades: Sajama, Kancolla y Blanca de Juli. Tapia *et al.*, (1979), concluyó que las densidades empleadas no afectaron a la variedad Sajama, pero sí a otra variedades y no se encontró una clara respuesta a la acción del distanciamiento entre surco.

En las condiciones del valle del Mantaro, (Herquinio y Ramón 1975, citado por Tapia *et al.*, 1979), estudiaron la densidad de siembra durante tres campañas agrícolas. Las densidades empleadas fueron 8, 48, 88kg/ha. Los mayores rendimientos se lograron con la más baja densidad y observaron que el mayor porcentaje de plantas tumbadas era superior a mayor densidad de siembra.

La profundidad de la siembra tiene una relación directa entre el tamaño de la semilla, textura, humedad de suelo, densidad de siembra y la profundidad. La profundidad del surco, en siembra con yunta, varía entre 10 y 15 cm y el enterrado de la semilla se hace con ramas a profundidad que van de 0,5 a 2cm. En Puno, (Bornás 1977, citado por Tapia *et al.*, 1979), determinó experimentalmente con las profundidades de siembra 1 y 1,5 cm para variedades Sajama y Kanccolla y con textura de suelo franco – arcilloso-arenoso y arcillo arenoso, y concluyó que a mayores profundidades disminuye la emergencia (Tapia *et al.*, 1979). Por el tamaño de la semilla, la profundidad de siembra no debe sobrepasar los 2 cm. (Gómez y Aguilar, 2012).

### **2.7.8 Fertilización**

Las fuentes de nutrientes pueden ser fertilizantes sintéticos como: úrea, fosfatos diamónico, superfosfato triple de calcio, etc.; y fertilizantes orgánicos como: guano de islas, estiércol, residuos de cosecha, humus de lombriz, compost y otros (Gómez y Aguilar, 2012).

En la zona andina, después del cultivo de papa se siembra la quinua, en este caso no requiere de fertilización especial, pero cuando se repite quinua sobre quinua o después de un cereal se acostumbra fertilizar con estiércol (Mujica *et al.*, 1979).

### **Nutrientes**

**Nitrógeno:** Es absorbido del suelo bajo forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) o de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ). En la planta se combina con componentes producidos por el metabolismo de carbohidratos para formar amino ácidos y proteínas. Siendo el constituyente esencial de las proteínas, está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas y en la elaboración del rendimiento (FAO, 2002).

La deficiencia de nitrógeno ocasiona plantas de lento crecimiento, clorosis generalizada, las hojas más viejas son las primeras en presentar los síntomas. Porque el nitrógeno se transloca de las hojas maduras a las jóvenes (Morales, 2012).

En algunas especies como maíz (*Zea mays*), arroz (*Oryza sativa*) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) el exceso de nitrógeno produce acame; coloración verde intenso en la masa foliar y mayor cantidad de hojas de buena sanidad y calidad (Mengel y Kirkby 2000, citado por Salgado *et al.*, 2006).

La deficiencia de nitrógeno presenta síntomas variados; el rendimiento de un cultivo disminuye incluso sin la manifestación sintomática. El primer síntoma que se presenta es la clorosis, tomando la planta una coloración amarillenta. Estos síntomas se presentan primero en las hojas viejas que translocan sus fotosintatos a las hojas jóvenes; posteriormente los síntomas pasan a las hojas en crecimiento activo, comenzando desde el ápice hacia la base indicando que la deficiencia es grave (Salgado *et al.*, 2006).

**Fósforo:** Esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químico-fisiológicos. Es indispensable para la diferenciación de las células y para el desarrollo de los tejidos, que forman los puntos de crecimiento de la planta (FAO, 2002).

Interviene en la formación de nucleoproteínas, ácidos nucleicos y fosfolípidos. Este elemento se acumula principalmente en los tejidos activos (síntesis y respiración), los meristemas (puntos de división celular) y semillas y frutos (Mengel y Kirkby, 2000; Rodríguez, 1982 Citado por Salgado *et al.*, 2006).

Estimula el desarrollo de las raíces, favorece la floración y cuajado de los frutos, interviniendo en el transporte, almacenamiento y transferencia de energía. Es considerado factor de precocidad, ya que activa el desarrollo inicial de los cultivos y favorece la maduración (García *et al.*, 2009).

La deficiencia de fósforo produce un lento crecimiento y desarrollo de la planta, floema y xilema poco desarrollado, menor peso y tamaño de fruto, pobre floración y fructificación,

retraso en la madurez y las hojas toma un color verde oscuro y a veces con matiz rojizo (Salgado y Núñez, 2010). Según Morales (2012), la deficiencia en fósforo ocasiona que las hojas tomen un color azulado, morado y pardusco y desarrollo de raíces muy deficiente.

**Potasio:** Activa más de 60 enzimas (sustancias químicas que regulan la vida). Por ello juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas. Mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas bien provistas con K sufren menos de enfermedades (FAO, 2002).

El potasio sirve para regular el potencial osmótico celular, interviene en la síntesis de azúcares y almidón, transporte de azúcares y síntesis de proteínas. La falta de potasio ocasiona reducción general del crecimiento, menor calidad del fruto, las hojas presentan amarillamiento en los márgenes y luego se necrosan, las partes más afectadas son las que acumulan fotosintatos de reserva (frutos, semillas, tubérculos), (Salgado y Núñez, 2010).

**Magnesio:** es el constituyente central de la clorofila, el pigmento verde de las hojas que funciona como un aceptador de la energía provista por el sol. El Mg se incluye también en las reacciones enzimáticas relacionadas a la transferencia de energía de la planta (FAO, 2002).

Según Morales (2012), la deficiencia se presenta con la decoloración amarillenta entre venas de hojas verdes (clorosis típica de franjas; el Mg es parte de la clorofila, necesario para la fotosíntesis), seguido por manchas y necrosis (muerte de los tejidos), comenzando en las viejas hojas bajas.

Mujica (1997), sostiene que por deficiencia las hojas presentan clorosis, a veces con lesiones necróticas. Bordes foliares acartuchados y tallos delgados.

**Calcio:** Componente de la pared celular, desempeña un papel en la estructura y permeabilidad de las membranas (Salgado *et al.*, 2006).

La deficiencia de calcio, se presenta con un crecimiento normal hasta el estado adulto, entonces aparece una clorosis generalizada que se inicia en el ápice de la planta. Las hojas



se arquean ligeramente y muestran una formación de corcho en las nervaduras (Tapia *et al.*, 1979).

Según los estudios realizados por Mujica (1997), la clorosis se inicia en el ápice y bordes de las hojas adultas, la hoja presenta ligero encarrujamiento, defoliación prematura de las hojas basales. En el tercio inferior se observan ramitas pequeñas de hojas apretadas y deformadas.

**Azufre:** Una de las funciones principales del azufre es ser constituyente de tres aminoácidos: cistina, cisteína y metionina (Salgado *et al.*, 2006). También participa en la formación de clorofila (Morales, 2012). La deficiencia de azufre se caracteriza por un bajo desarrollo de los glomérulos de la panoja (Mujica *et al.*, 1979).

Presenta hojas basales pequeñas, las hojas jóvenes adquieren color verde claro, se reduce el crecimiento del tallo y la panoja presenta un número reducido de glomérulo (Mujica, 1997).

**Boro:** Interviene en el transporte de azúcares. Participa en la regulación interna del crecimiento por las hormonas vegetales, en la fecundación, en la absorción de agua, en la síntesis de ácidos nucleicos y en el mantenimiento de la integridad de la membrana celular (García *et al.*, 2009).

**Manganeso:** Controla varios sistemas de oxidación-reducción, en la formación de O<sub>2</sub> en la fotosíntesis (Salgado *et al.*, 2006). Ligado al hierro en la formación de clorofila. Además participa en el metabolismo de los hidratos de carbono (García *et al.*, 2009).

**Molibdeno:** Interviene en la fijación del nitrógeno del aire en las leguminosas, al igual que en la transformación de nitratos en el interior de la planta. (García *et al.*, 2009).

### 2.7.9 Fertilización en el cultivo

En la variedad Sajama, la biomasa radicular se reduce hasta en un 15% de M.S. por deficiencias en azufre, hierro y calcio, y al mínimo por la falta de nitrógeno y fósforo. En la variedad Kanccolla, solo el hierro disminuye el peso de la raíz, el efecto de la deficiencia de nitrógeno y fósforo es semejante al encontrado con la variedad Sajama (Tapia *et al.*, 1979).

Tapia, (1997) mencionó que la quinua responde de manera significativa con una precipitación mayor a 600 mm y una fertilización de nitrógeno de 80 a 120 kg, 60 a 80 kg de fósforo y hasta 80kg de potasio en suelos deficientes de este último elemento.

Gandarillas y Tapia (1976), citados por Tapia *et al.*, (1979), recomiendan la dosis apropiada a la que el cultivo responde uniformemente en condiciones de variación climatológica es la fórmula 80.0-0 que económicamente da los mayores beneficios. La aplicación de urea debe ser hecha en el momento de la siembra debido al efecto inmediato en la germinación y desarrollo de la plántula y a la ausencia de otras especies que podrían competir con la quinua. Oros (1971), encontró que niveles de 80 kg de P<sub>5</sub> O<sub>2</sub>, incrementaban en 157 kg/ha la proteína total del grano.

Angles (1977), citado por Tapia *et al.*, (1979), concluyó que las variedades Kanccolla y Sajama son altamente exigente en nitrógeno y fósforo. Algunas dosis que han dado resultado después del cultivo de papa son 60 de nitrógeno, 40 de fósforo y de 0 a 20 de potasio; de cereales debe ser 100 de nitrógeno, 80 de fósforo y 40 de potasio; de leguminosas debe ser 40 de nitrógeno, 40 de fósforo y 0 a 20 de potasio (Gómez y Aguilar, 2012).

Investigaciones con quinua en Puno permitieron hallar que para obtener rendimientos favorables en quinua, es necesario que la aplicación del nitrógeno sea fraccionada en tres épocas diferentes (1/3 en la siembra, 1/3 al inicio de panojamiento y 1/3 en la floración) (Apaza *et al.*; 2002, citado por Bernett, 2005).

En campañas anteriores se han realizado experimentos conducidos por estaciones experimentales y universidades, se recomiendan en términos generales utilizar en la sierra la fórmula 80-40-00, ello debido a que los suelos de la sierra son pobres en nitrógeno, medianos en fósforo y ricos en potasio (Mujica, 1997, citado por Bernett, 2005).

Se realizó un ensayo en Cumbay con la variedad Imbaya, el suelo del ensayo tuvo un contenido medio en materia orgánica, y siete niveles de nitrógeno: 0, 30, 60, 90, 120, 150 y 180 kg N/ha, alto en fósforo y potasio. Concluyendo que por cada kilogramo de nitrógeno aplicado se obtuvo un aumento entre 1,3 a 5,2 kg de grano de quinua/ha, que debe ser

considerado como una respuesta pobre (Alvarez y Rutte, 1990).

Se realizó una prueba con cinco tratamientos de fertilización en donde el nitrógeno se mantuvo fijo (90 kg/ha) y se varió el fósforo (0, 30, 50 kg/ha) y el potasio (0, 20, 30 kg/ha). El sitio de prueba presentó un suelo alto en materia orgánica, medio en nitrógeno y fósforo y alto en potasio; el pH fue de 5,6. En los resultados obtenidos sorprende el alto rendimiento obtenido por el testigo (3.953 kg/ha), que únicamente es superado en 11% por el tratamiento 90-50-20 (Alvarez y Rutte, 1990).

También se ha calculado que por cada kilogramo de nitrógeno por hectárea (hasta un nivel de 120 kg/ha), la producción de quinua se eleva en 16 kg/ha, lo cual, a los actuales precios de los fertilizantes y del grano, hace rentable la fertilización nitrogenada (Tapia y Fries, 2007).

Se realizaron estudios donde se probaron dosis de fertilización nitrogenada y fosforada, observándose una buena respuesta del cultivo solo a la aplicación de nitrógeno, tanto en el Altiplano Norte como en el Altiplano Central, recomendándose los niveles de 40-00-00 y 80-00-00 para generar una mayor producción y tasa de retorno. No se observó una clara respuesta a la adición de fósforo (Fundación PROINPA, 2004).

En el experimento realizado por Bernett (2005), determinó que en promedio para las tres variedades en estudio, los niveles de nitrógeno no presentan diferencias estadísticas entre sí, también se observó que los rendimientos promedios se incrementaron gradualmente conforme se elevaba la dosis de nitrógeno aplicado; sin embargo en el mismo experimento las variedades Rosada de Huancayo y Blanca de Junín no presentaron una tendencia definida en respuesta a las dosis crecientes de nitrógeno probablemente por su baja adaptación a las condiciones climáticas del ensayo, así sus mayores rendimientos no fueron con la dosis más alta de nitrógeno, adicionalmente se observó una maduración de granos muy diseminada en el tiempo y por lo tanto un periodo largo de cosecha.

Una de las conclusiones que llegó Bernett (2005), es que la producción de las variedades Rosada de Huancayo y Blanca de Hualhuas revelaron que las variaciones en el rendimiento

se deben en muy poca medida al efecto de las dosis crecientes de nitrógeno en estudio, además muestra que el rendimiento de la variedad Rosada de Huancayo disminuye al incrementar la dosis de nitrógeno.

Fonseca (1985), realizó un estudio en Quinoa variedad Blanca de Junín, y concluyó que el cultivo tuvo su máxima absorción de “N” en la etapa de crecimiento y etapa de formación de grano y que la fuente amoniacal se comporta mejor que la nítrica. Comprobó también que hay una interacción positiva entre el nitrógeno y el fósforo.

En los ensayos de (Medina, 1966; Herquinio, 1971 y Rivero, 1985, citados por Risco, 2011), se realizó la fertilización de quinua con una humedad apropiada y se calculó que por cada kilogramo de nitrógeno por ha, hasta un nivel de 120kg/ha, la producción de quinua se eleva en 16 kg/ha, lo cual a los actuales precios de fertilizante y grano, hace rentable la fertilización nitrogenada.

Medina (1966), citado por Risco (2011), experimentó en la var. Blanca de Junín, tres niveles de N, P y K (0-40-80 kg/ha por cada elemento), llegando a la conclusión que tanto el nitrógeno como el fósforo incrementan los niveles a medida que los niveles aumentan, el potasio no influye mayormente en los rendimientos, pero en combinación con el fósforo los incrementos son mayores; siendo la combinación 80 -80 – 40 de N, P y K la que produjo los mejores resultados.

#### **2.7.10 Momento de aplicación**

La primera aplicación se efectúa durante la siembra. El fertilizante se reparte a chorro continuo, al costado y debajo de la semilla, y en la mezcla va la mitad del nitrógeno y todo el fosfato. El fertilizante y la semilla se cubren con tierra. La segunda aplicación del nitrógeno se recomienda al efectuar el deshierbe, al momento del aporque, echando el fertilizante a chorro continuo a un lado de las plantas y no al voleo (Mujica *et al.*, 1979).

Recomienda la aplicación del nitrógeno en dos tiempos, la primera parte en un 50% y la segunda parte antes del aporque lo que queda. En Puno la formulación recomendada es de 80 – 40 – 00 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O (León, 2003).

La aplicación del nitrógeno debe ser dividido en dos partes, primero se aplica en la siembra y la otra parte durante el aporque. Se recomienda realizar la segunda aplicación después de la lluvia o después del riego para una mejor absorción del nitrógeno. El fósforo y potasio se aplica todo a la siembra, junto al nitrógeno y alejado de la semilla (Gómez y Aguilar, 2012).

INIA (2012), recomienda la fórmula de abonamiento es 80 - 60 - 30 de N-2P 5O -K 2O con el nitrógeno fraccionado, el 50 % de nitrógeno todo el fósforo y potasio a la siembra y el otro al 50 % del nitrógeno al aporque, a inicio del panojamiento. Métodos de aplicación de los fertilizantes: El fertilizante se puede aplicar al suelo, follaje y al agua de riego. Se ha encontrado además que existe una buena respuesta a la aplicación fraccionada del nitrógeno, la mitad a la siembra y la otra mitad al aporque (Tapia y Fries, 2007).

Se recomienda la fertilización de quinua en los Altiplanos Central y Norte, la cual consiste en la aplicación de nitrógeno en una dosis de 80 kg/ha, aplicados en forma fraccionada 50% en la fase de despunte de panoja y 50% en la fase de prefloración, preferentemente después de que haya caído una precipitación mayor a 15 mm, para favorecer la absorción por la planta y evitar pérdidas por volatilización (Fundación PROINPA, 2004).

## **2.8 FERTILIZACIÓN ORGÁNICA**

Suquilanda (2011), recomienda aplicar de 8 a 12 TM/ha de estiércol de origen bovino o 6 TM/ha de gallinaza descompuestos, se debe incorporar al suelo mediante el pase de una rastra 2 meses antes de la siembra. Se recomienda aplicar al menos 5 t/ha de estiércol de corral, cuando se siembra después de un cereal o se repite quinua (Tapia y Fries, 2007).

La aplicación de estiércol debe realizarse dos meses antes de la siembra y deben ser incorporados mediante una rastra, para liberar oportunamente los nutrientes.

Gómez (2015), recomienda la fertilización de quinua orgánica en la zona andina:

- 10 TM /ha de estiércol de vacuno u ovino
- 6 TM/ha de gallinaza
- 5 TM/ha de compost
- 0.5 TM/ha guano de islas

- 2 TM /ha de humus de lombriz
- 3 aplicaciones foliares con biol (bio-estimulante-orgánico), dosis de 1.5 lt/ha

El uso de estiércol de ovino, vacuno o llama (abono orgánico) se recomienda aplicar 5000 kg/ha, distribuidos al voleo antes del roturado del suelo para favorecer su descomposición (Fundación PROINPA, 2004).

Las alternativas sobre aplicación de abono: la incorporación de estiércol por hoyos después de la roturación, en una cantidad entre 300 a 500 gramos por hoyo, bajo esta forma de aplicación se llega a utilizar entre 3 a 5 TM de estiércol por hectárea y la incorporación al voleo antes de la roturación del suelo en una cantidad de 10 TM por hectárea (Fundación PROINPA, 2004).

La fertilización orgánica en quinua en las zonas andinas, (Suquilanda, 1995, citado por Gordon, 2011), recomienda incorporar 10ton/Ha de estiércol de vacuno u ovino, 6 ton/ha de gallinaza, 5 ton/ha de compost, o 0.5 ton/ha de guano de islas, 2 ton/ha de humus de lombriz, también recomienda realizar tres aplicaciones de foliares con bioestimulante orgánico (1.5 Lt/Ha).

Respecto a la fertilización orgánica en quinua (Echegaray, 2003, citado por Gordon, 2011), hace referencia al experimento realizado en Puno, sobre el guano de islas indicando que el mayor rendimiento promedio se obtiene al aplicar 60 kg de N/Ha, decreciendo los rendimientos al aplicar 90 kg N/Ha.

Uno de los abonos que recomienda (Apaza *et al.* 2005, citado por Risco, 2011) es el guano de islas en cantidades de 5ton/Ha en la siembra y después del primer deshierbo. Apaza *et al.*, (2005), citado por Risco, (2011), comprobó que en investigaciones recientes la incorporación al suelo de 5 a 8 t de estiércol descompuesto de ovino por hectárea se incrementa en 40 y 68 por ciento el rendimiento de quinua.

Según la investigación de Risco (2011), menciona que el abonamiento con guano de isla dio un resultado superior a los tratamientos con: fertilización sintético más guano de isla, fertilizante sintético y urea más cal agrícola no mostraron diferencias estadísticas. Pero en el

experimento que realizó (Tapia *et al.*, 2007, citado por Gordon, 2011) se observó un bajo rendimiento con el uso de fertilizantes orgánicos frente a los químicos en corto plazo, al parecer la quinua no utiliza las aplicaciones de abonos orgánicos en el mismo año de siembra y que el abono químico lo utiliza mejor.

Riscos (2011), menciona a (Rea *et al.* 1979), que realizó un ensayo con diferentes cantidades de guano de isla (0-240,480 y 720 kg) obtuvo rendimientos que varían entre 4009 – 4565 kg/h. Por esta razón (Risco, 2011) comparó su experimento donde obtuvo el más alto rendimiento con 800 kg/ha de guano de islas que alcanza la formulación de: 80- 80-10 (N, P<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Y K<sub>2</sub>O). Considero que, la única fuente de abono con potasio y probablemente sea una de las razones del incremento del rendimiento.

Varios autores afirman que la utilización de fertilizantes químicos orgánicos como minerales pueden traducir efectos similares en las plantas, ambos materiales son de rápida mineralización y con un aporte rápido; los nutrientes que contienen son disponibles inmediatamente para la planta, incrementan la actividad microbiana en los suelos al ser aplicados (Silva *et al.*,2006, citado por Pupiales, 2008).

### **2.8.1 Algunos abonos orgánicos:**

#### **El Compost**

Es un abono orgánico pre-humificado, resultante de la descomposición y transformación biológica aeróbica, de los residuos orgánicos de origen vegetal (rastros de cosechas y malezas) y residuos de origen animal (estiércol fresco y/o almacenado), con un manejo apropiado de la humedad y la aireación, con volteos adecuados para facilitar el trabajo de los microorganismos. El compost como producto final es rico en nutrientes, vitaminas, hormonas y sustancias mucilaginosas que son asimilados paulatinamente por las plantas, lo que garantiza buenas cosechas, y el mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Chilon, 2013).

## **Estiércol**

Proviene de la fermentación en mayor o menor grado, de una mezcla de excrementos animales sólidos y líquidos con restos vegetales. El poder húmico del estiércol es muy variable, dependiendo de diversos factores tales como la especie ganadera del que procede, del sistema de explotación y alimentación y del grado de fermentación, humedad, etc. (Serrano *et al*, 2010).

El estiércol de aves es el más rico en nutrientes, principalmente en N- total, su aplicación trae mayores beneficios, para evitar pérdidas de nitrógeno y activar los microorganismos, también para evitar las por erosión (Igue, 1984, citado por Miranda, 1997). Uno de los factores más importantes es el suministro de nitrógeno aprovechable para las plantas y su liberación ocurre cuando existe una relación estrecha entre carbono/nitrógeno C/N (Salgado y Núñez, 2010).

## **Gallinaza**

Es una mezcla de los excrementos de gallina con los materiales que se usan para mantener la limpieza del gallinero. Es un producto rico en materia seca, nitrógeno y calcio. La alimentación de las gallinas, basada en grano, insectos y lombrices, hace que los excrementos constituyan uno de los estiércoles más activos y veloces a la hora de descomponerse (Moreno, 2015).

## **Guano de islas**

Es un fertilizante cien por ciento orgánico formado por el excremento de aves marinas fosilizado a través del tiempo. Las aves se alimentan exclusivamente de pescado, que hace que sus restos sean todavía más ricos en nitrógeno. Éste está compuesto de amoníaco, ácido úrico, fosfórico, oxálico y ácidos carbónicos, sales e impurezas de la tierra, también posee altos niveles de nitrógeno y fósforo, porque se trata de un abono ecológico. Su contenido de materia orgánica oscila entre 5 y 20%, tiene un pH alrededor de 5,2, rico en boro y hierro (Navarro, G. y Navarro, S., 2014).

## **Los biofertilizantes**

Son productos a base de microorganismos, que viven normalmente en el suelo, aunque en poblaciones bajas, y que al incrementar sus poblaciones por medio de la inoculación



artificial, son capaces de poner a disposición de las plantas, mediante su actividad biológica, una parte importante de los nutrientes que necesitan para su desarrollo. La importancia de estos abonos es que tienen la capacidad para suplementar o movilizar nutrientes con un mínimo uso de recursos no renovables; además, tienen la ventaja de que los procesos microbianos son rápidos y los biopreparados pueden aplicarse en pequeñas unidades, para solucionar problemas locales específicos (Martínez, Viera, Dibut y Ríos, 2010).

Los biofertilizantes microbianos en los sistemas productivos es una alternativa viable y de gran importancia, para lograr un desarrollo agrícola ecológicamente sustentable, ya que permite una producción de bajo costo, no contamina el ambiente y mantiene la conservación del suelo desde el punto de vista de la fertilidad y biodiversidad (Martínez, Viera, Dibut y Ríos, 2010).

Los biofertilizantes orgánicos pueden ser biol, purín, abono de frutas, vinagre de madera, extractos de algas, etc (Suquilanda, 2011). Según Bossio (2007), sostiene que el fertilizante a base de pescado es un producto líquido de fácil aplicación, que posee una alta concentración de Nitrógeno, Potasio y micronutrientes pero la concentración de Fósforo es limitado porque no se incluyeron los restos de huesos de pescado.

La bacteria más utilizada en los biofertilizantes es la *Azospirillum brasilense*, que tiene la capacidad de fijar Nitrógeno del medio y beneficiar a los cultivos. Mientras que las bacterias *Rhizobium etli* es tres veces más fijadora de Nitrógeno en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris*) (www.sagarpa.gob.mx,2009).

## **2.8.2 Aplicación del fertilizante**

Se puede utilizar fertilizantes sólidos, tanto granulados como en polvo o con fluido. Se aplican de diferentes formas:

**Al voleo:** El fertilizante se aplica uniformemente sobre la superficie del suelo, lo cual puede ser manual o mecanizado, las aplicaciones al voleo son recomendadas para cultivos de

cobertura cuyo sistema radicular se extiende uniformemente en toda la superficie del terreno (Salgado y Núñez, 2010).

**En banda:** Propios de cultivos en hilera o en surco, se realiza a unos 10 cm de la hilera de siembra, se puede aplicar manualmente o de manera mecanizada, los resultados de esta aplicación es más efectiva que al voleo porque el fertilizante se coloca cerca de las raíces de las plantas (Salgado y Núñez, 2010).

**Mateado:** El fertilizante se deposita en un hueco abierto con una estaca y se tapa con el pie. La aplicación se recomienda para cultivos en hilera o en surco (Salgado y Núñez, 2010).

#### **Aplicación de fertilizantes fluidos al agua de riego:**

Se utiliza en el riego por inundación el fertilizante se coloca al inicio del canal de riego para facilitar su dilución, la uniformidad de distribución del fertilizante dependerá de la distribución del agua de riego. En los sistemas de riego por goteo se cuenta con un depósito en el cual se diluye el fertilizante y esta solución se inyecta a los tubos de conducción, bajo este sistema se puede fraccionar las aplicaciones del fertilizante (Salgado y Núñez, 2010).

**Aplicación foliar:** Se realiza con la finalidad de corregir deficiencias nutrimentales que, por condiciones de suelo o manejo, no es práctico corregir con aplicaciones al suelo. La aplicación se puede realizar, dependiendo del cultivo, manualmente con bombas de mochila, mecánica con turbinas o aéreas con avión. Esta aplicación es más eficaz cuanto mayor es el área foliar de la planta. El momento ideal para la aplicación es un cielo nublado, sin viento y baja temperatura ambiental, para la absorción. La fertilización foliar es recomendable para abastecer al cultivo de micronutrientes requeridos en bajas dosis y que aplicados al suelo están expuestos a fijación de hierro y zinc, (Salgado y Núñez, 2010).

## **2.9 LABORES CULTURALES**

### **2.9.1 Raleo o desahije**

El desahije o raleo es una actividad o labor de mucha importancia, porque permite eliminar las plantas más pequeñas, débiles o de malas condiciones que no permiten el desarrollo de las plantas de mejores condiciones. Se realiza cuando las plantas tienen entre 20–60 cm de altura, dejando unas 15–20 plantas por metro lineal. Se recomienda hacerlo en forma manual, para no dañar las plantas (Flores *et al*, 2010).

### **2.9.2 Aporque**

Esta labor se realiza inmediatamente después del deshierbo y el raleo, también permite cubrir el abono nitrogenado aplicado entre franjas de plantas (Gómez y Aguilar, 2012).

El aporque es necesario para sostener la planta, sobre todo en los valles interandinos donde la quinua crece en forma bastante exuberante y requiere acumulación de tierra para mantenerse de pie y sostener las enormes panojas que se desarrollan, también de este modo se evita el tumbado o vuelco de las plantas por los fuertes vientos. Generalmente se recomienda un buen aporque antes de la floración y junto a la fertilización complementaria, lo que le permitirá un mayor enraizamiento y por lo tanto mayor sostenibilidad (SESAN, 2013).

### **2.9.3 Deshierbo**

Se realiza para evitar la competencia entre cultivo y maleza, fundamentalmente por agua, luz, nutrientes y suelo; así mismas las malezas son más vivaces, soportan mejor las condiciones adversas y son hospederas de plagas, el número de deshierbes depende de la población de malezas que tenga el cultivo, recomendándose hacerse el primer deshierbo cuando las plantas de quinua alcancen 20 cm de altura (a los 40 a 50 días de la siembra); el 2do. Deshierbo se debe realizar cuando las plantas alcancen una altura de 30 a 35 cm (León, 2003).

#### 2.9.4 Cosecha

Se realiza una vez que las plantas llegan a la madurez fisiológica, reconocible porque las hojas inferiores cambian de color y empiezan a caerse, dando una coloración amarilla característica a toda la planta. El grano, al ser presionado con las uñas ofrece resistencia que dificulta su penetración. Para llegar a esta fase transcurren de 5 a 8 meses, según el ciclo vegetativo de las variedades (Tapia, 2000).

Es conveniente asegurarse de la maduración para determinar la fecha de cosecha ya que al adelantarla y exponerla a lluvias tardías, se corre el riesgo de fermentaciones en las parvas que oscurecen el grano. Si por el contrario se realiza muy tarde, se desgrana fácilmente (Tapia, 2000).

Esta labor depende de las condiciones climáticas de cada zona, si la lluvia se retrasa también se posterga el inicio de la cosecha, sobre todo de la siega, en caso contrario las temperaturas secas aceleran la maduración del grano se urge hacer la cosecha, (Suquillanta, 2011).

**Cosecha manual:** Las plantas no deben estar sobremaduras para evitar pérdidas de grano en el proceso. Comprende las siguientes labores:

**Siega:** Los granos deben presentar 20% de humedad, se realiza con una hoz, se corta las plantas a unos 20 o 30 cm del suelo y se realiza la siega en la madrugada, cuando las plantas mantienen la humedad del rocío para evitar el desprendimiento de los granos que con el sol se resecan (Gómez y Aguilar, 2012).

**Secado:** Las plantas deben ser apiladas con las panojas hacia arriba. Formando arcos o parvas hasta que los granos tengan la humedad adecuada para la trilla (12-15%) o cuando el perigonio envolturas florales se desprende con facilidad (Gómez y Aguilar, 2012).

**Trilla:** Posterior al secado las plantas se colocan en mantas de plásticos y se pueden frotar o golpear con garrotes o palos. Se pueden envolver en los plásticos y pasarles un tractor o vehículos. Este proceso separa los granos de las plantas. Luego se pasa a separar los granos

de las envolturas florales, se puede emplear el viento, equipos manuales o mecánicos con tamices especiales para retener solo los granos de quinua (Gómez y Aguilar, 2012).

**Cosecha manual-mecánica:** Comprende las labores siega, secado y trilla, con la diferencia que la trilla se realiza con una trilladora estacionaria de cereales, colocando solo las panojas en la entrada de la trilladora. Para esta labor se debe regular el motor para que los granos queden limpios sin envolturas florales (Gómez y Aguilar, 2012).

**Cosecha mecánica:** Se realiza con una combinada autopropulsadora de cereales. Para realizar la trilla se debe tener plantas con una sola panoja, de altura de 1 a 1.2 m y tallos delgados para reducir el esfuerzo de la maquina en triturar los tallos. El grano debe tener humedad de 12 a 14% y debe de realizarse por la tarde. Se debe regular adecuadamente el cilindro de trilla y los ventiladores para evitar pérdida de granos y obtener un material limpio (Gómez y Aguilar, 2012).

## 2.10 PROBLEMAS FITOSANITARIOS

### 2.10.1 Plagas

**Cuadro 1: Principales plagas en quinua**

Nombre común	Nombre científico	Daños que ocasionan	Importancia
Gusano de tierra	<i>Copitarsia incomoda</i>	Cortador de plantas tiernas	Clave
Kcona Kcona	<i>Eurysacca melanocampta</i>	Follaje y granos	Clave
Padre - Kuro	<i>Epicauta latitarsi, E. willie</i>	Masticador de follaje	Secundaria
Piqui-Kutis	<i>Epitrix yanazara</i>	Masticador de follaje	Secundaria
Mosca minadora	<i>Lyriomiza braziliensis</i>	Minador de hojas	Secundaria
Piojos de plantas	<i>Macrosiphum euphorbiae</i> y <i>Mysus persicae</i>	Picadores-chupadores y raspadores	Secundaria
Polilla de la quinua	<i>Herpetogramma bipunctalis</i>	Daños en follaje y grano	Secundaria
Oruga de las hojas de la inflorescencia	<i>Spoladea recurvalis</i>	Daños en follaje y grano	Secundaria
Gusanos de tiernas	<i>Agrotis ypsilon, Feltia spp</i> y <i>Spodoptera eridania</i>	Cortadores de plantas tiernas	Secundaria

FUENTE: Elaboración propia.

## Control cultural

Buena preparación del terreno, campo libre de malezas, trampas de agua con melaza y trampas de luz para captura de adultos, aplicación de cebos tóxicos, aplicación de insecticida al cuello de planta, evitar periodos prolongados de sequía, cosecha oportuna, evitar sembrar cerca de cultivos como maíz, tomate, etc., (Sánchez, 2013).

**Cuadro 2: Control químico de plagas en quinua**

Plaga	Acción	Insecticida
Cortadores de plantas tiernas	Acción estomacal y de contacto	Carbaryl, Clorpirifós y Monocrotofós
Minadores de hojas	Sistémicos	Metamidofós, Dimetoatos, Cartap, Abamectina
Picadores-chupadores y raspadores	Sistémicos	Demetón y Pirimicarb
Daños follaje y granos	Sistémico y de contacto	Metamidofós, Monocrotofós y Piretroides

FUENTE: Gómez L. 2015.

La kcona kcona (*Eurissacca quinoa*), la plaga más importante en Perú y Bolivia, se controla colocando trampas de luz en las noches (10 trampas de color amarillo/ha) o usar atrayentes y feromonas como trampas para evitar la postura de huevos y posterior emergencia de larvas, el estado de vida cuando esta plaga consume hojas, inflorescencias y semillas de quinua, se recomienda efectuar tratamientos de insecticidas orgánicos en los primeros estadios de la larva, cuando ésta es más vulnerable (Jacobsen y Sherwood, 2002).

Para realizar un control orgánico (Gómez y Aguilar, 2012), recomiendan aplicar en los primeros estadios, porque en este periodo los insectos son susceptibles y sensibles al insecticida a base de compuestos orgánicos que actúan como biocidas.

Los biocidas se recomiendan aplicar al mediodía porque aumentan su efectividad con el incremento de la temperatura, los más conocidos son: el extracto acuoso de Neen (*Azadirachta indica*). Pietro (*Chrysanthemum cinerariaefolium*), muña (*Saturaje*

*perviflora*), ñacathola (*Baccharis incarum*), umathola (*Parastrephia lucida*), ccamásayre (*Nicotiana tabacum*), molle (*Schinus molle*) y chachacomo (*Polylepsis incana*), (Gómez y Aguilar, 2012).

Está demostrado en Perú que ciertas aves pueden ser plagas, éstas pueden ocasionar una reducción del rendimiento del 60% (Robles *et al.*, 2001, citado por Jacobsen y Sherwood, 2002). Algunas labores reducen el daño producido por pájaros por períodos limitados, como tiras de papel aluminio o cintas de cassette de música.

### 2.10.2 Enfermedades

En los últimos años, se ha incrementado considerablemente el área cultivada con quinua en Sudamérica, Norteamérica y Europa. Paralelamente, las enfermedades que atacan a este cultivo van cobrando mayor importancia; sin embargo, son escasos los estudios integrales sobre identificación, distribución y caracterización de las enfermedades, plantas hospedantes, etiología, ciclo de vida y epidemiología de los patógenos, mecanismos de resistencia y estrategias de prevención o de control. (Flores *et al.*, 2010).

**Cuadro 3: Principales enfermedades, sus síntomas y control**

Enfermedades	Microorganismos	Síntomas	Control
Mildiú	<i>Peronospora farinosa</i>	Manchas en las hojas y tallos, primero verde claro, después amarillas	Variedades resistentes Fungicidas cúpricos
Mancha foliar	<i>Ascochyta hyalospora</i>	Manchas necróticas en hojas	Semilla desinfectada
Podredumbre marrón del tallo	<i>Phoma exigua var. Foveata</i>	Lesiones color marrón del tallo y panoja lesión ojival	Drenaje. Cambio de rotación
Mancha ojival	<i>Phoma spp.</i>	En tallo	Variedades resistentes
Mancha bacteriana	<i>Pseudomonas spp.</i>	Mancha irregulares humedecidas en tallos y hojas al inicio. Luego marrón oscuro con lesiones profundas	Control de semillas

FUENTE: Tapia, 1997.

Entre las enfermedades más importantes de quinua, destaca el Mildiu (*Peronospora farinosa*), y se encuentra presente en Bolivia, Colombia y Perú, las condiciones ambientales con mayor humedad favorecen el desarrollo de las enfermedades, las temperaturas altas y precipitaciones constantes del verano son suficientes para permitir la actividad del hongo (Mujica, 1997).

De la misma manera que resulta admirable la adaptación de la quinua a las condiciones extremas del altiplano una baja humedad ambiental resultante de la escasa precipitación pluvial, cuya media anual suele ser de 200-500 mm, y temperaturas tan bajas como 6 a 10°C media-anual también es admirable la capacidad de desarrollo y propagación del hongo en esas condiciones (Otazú, 1979).

Los daños se presentan en las hojas provocando la reducción del área fotosintética, provocando enanismos y defoliación prematura, ocasionando la reducción del rendimiento en 10% o hasta un 30%.(Gómez y Aguilar, 2012).

La variedad Sajama, que normalmente tiene un ataque ligero en su centro de origen en el altiplano central de Bolivia, ha sido fuertemente atacada por el Mildiu (*Peronospora farinosa*) en las condiciones del altiplano peruano. Por otro lado, la variedad Blanca de Huancayo ha mostrado una alta resistencia aun en condiciones de humedad (Otazú, 1979).

Mujica (1997), recomienda el uso de productos como Polyram combi, Cupravit OB-21, Manzate D y Lonacol en dosis de 1,5 kg/ha, inhibe el desarrollo del hongo.

Para el control del Mildiú se debe empezar por tener semilla sana, manejar la humedad, evitar el exceso de nitrógeno, aplicar Metalaxil más Mancozeb; Dimethomorph más Mancozeb en las fases cotiledonal, ramificación, panojamiento, inicio de floración, formación de grano lechoso (Gómez, 2015).

Para un control ecológico se recomienda desinfectar la semilla con *Trichoderma spp.*, ó *Bacillus subtilis.*, posteriormente se aplica de forma preventiva, extractos de plantas que poseen propiedades de control de hongos como: ajos (*Allium sativum*), cola de caballo



(*Equisetum arvense*). También aplicar un caldo sulfocálcico en forma preventiva de 250 ml/ en bomba de mochila de 15lt y con efecto curativo 300ml en bomba de mochila de 15lt. (Gómez, 2015).

## 2.11 VALOR NUTRICIONAL

La quinua tiene un excelente valor nutricional por su contenido de aminoácidos que conforman su proteína como son la lisina y metionina. Según Gómez (2012), el contenido de proteínas de las semillas de quinua varía entre 14-22%.

**Cuadro 4: Los valores nutricionales en 100 gr. de quinua**

Humedad	10.2% a 12%
Proteínas	12.5% a 14%
Grasas	5.1% a 6.4%
Cenizas	3.3% a 3.4%
Carbohidratos	59.7% a 67.6%
Fibra	3.1% a 4.1%

FUENTE: León, 2003.

**Cuadro 5: Los aminoácidos presentes en la proteína del grano de quinua**

Arginina	7.4%
Isoleucina	6.4%
Leucina	7.1%
Lisina	6.6%
Fenilalanina	3.5%
Metionina	2.4%
Tirosina	2.8%
Trionina	4.8%
Valina	4.0%

FUENTE: León, 2003.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 LUGAR DEL CAMPO EXPERIMENTAL**

##### **3.1.1 Ubicación**

El trabajo de investigación se realizó en el Valle del Mantaro, en las comunidades de San Lorenzo, Aco y Aramachay. Todos los experimentos estuvieron instalados en condiciones de secano.

##### **3.1.2 Ubicación Geográfica**

- San Lorenzo-Jauja  
Latitud: 11°50'46.75"S  
Longitud: 75°23'0.27"O  
Altitud: 3350 m.s.n.m.
- Aco-Concepción  
Latitud: 11°57'32.65"S  
Longitud: 75°21'57.76"O  
Altitud: 3420 m.s.n.m.
- Aramachay-Jauja  
Latitud: 11°54'58.60"S  
Longitud: 75°24'50.27"O  
Altitud: 3750 m.s.n.m.

### 3.1.3 Características del suelo

Se tomaron muestras de suelo de cada localidad (cuadro 6) y se analizaron en el laboratorio de análisis de suelos de la Facultad de Agronomía de la UNALM. Se puede ver los resultados del análisis de suelo de cada localidad.

**Cuadro 6: Características de los suelos de cada localidad**

Localidades	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P (ppm)	K (ppm)	Clase Textura I
Comunidad Campesina de Aco-Concepción	5.7	0.32	0	1.48	5.1	119	Fr.
Comunidad Campesina de San Lorenzo-Jauja	5.68	1.42	0	3.24	16.6	71	Fr.
Comunidad Campesina de Aramachay-Jauja	5.01	0.42	0	1.64	14.5	106	Fr.

#### **Localidad de Aco**

Suelo moderadamente ácido, muy ligeramente salino con suelo franco, con bajo contenido de materia orgánica y bajo contenido de fósforo y medio de potasio.

#### **Localidad de San Lorenzo**

Suelo moderadamente ácido, muy ligeramente salino con suelo franco, el contenido de materia orgánica es medio y con alto contenido de fósforo y bajo de potasio.

#### **Localidad de Aramachay**

Suelo fuertemente ácido, con suelo franco, muy ligeramente salino, el contenido de materia orgánica es bajo y con alto contenido de fósforo y medio de potasio.

### 3.1.4 Características climatológicas

El clima se caracteriza por ser templado y seco. Las lluvias en el valle del Mantaro acumulan, en promedio, unos 650 mm al año. Las lluvias más intensas ocurren en los meses de enero, febrero y marzo, mientras que junio, julio y agosto son los meses más secos. La temperatura promedio anual para todo el valle varía entre 19,4°C (la máxima) y 4,0°C (la mínima), siendo los meses de octubre y diciembre donde se dan las temperaturas máximas más altas, y entre junio-julio las temperaturas mínimas más bajas (Silva et. al, 2010 y Trasmonte et. al, 2010) citado por (Garay, O. y Ochoa, A. 2010).

## 3.2 MATERIALES

### 3.2.1 Material genético

**Variedad “Blanca de Hualhuas”:** Gómez *et al* (2014), mencionan que se cultiva en los valles interandinos, presenta grano de color blanco y semi dulce, con un rendimiento de 2500 kg/ha. La Semillas de quinua de la variedad Blanca de Hualhuas, provenientes de los campos de cultivo del IRD-Sierra de la UNALM.

**Rosada de Huancayo:** Según Herequinio (1975) citado por (Barnett M, 2005), esta variedad es una planta de color verde púrpura sin ramificaciones, panoja amarantiforme color púrpura de granos dulces color blanco, presenta un ciclo vegetativo de 150 a 160 días.

(Gómez *et al*, 2014), menciona que las variedades, Rosada de Huancayo se cultiva en los valles interandinos. Presenta un rendimiento potencial de 3000 kg/ha y que presenta un grano semi dulce.

**Blanca de Junín:** Se cultiva en el valle del Mantaro, también introducida en Cuzco. Esta variedad presenta dos tipos: blanca y rosada. Su periodo vegetativo es largo de 180 a 200 días, con granos blancos y medianos, con bajo contenido de saponina. La panoja es glomerulada, laxa y la planta tiene una altura de 160 a 200 cm (Tapia, 1979).

**Pasankalla:** Variedad precoz con periodo vegetativo de 140 días, de pericarpio color plomo y epiderma color castaño rojo. Presenta un alto valor nutricional y con rendimientos mayores a 3 toneladas por hectárea (Gómez y Aguilar, 2012).

### 3.2.2 Abonamiento

#### 3.2.2.1 Abonos Orgánicos

- Guano de islas: 80-80-16
- Estiércol (guano de corral): 80-80-16
- Biofertilizante: Fueron aplicados al suelo, en el cuadro N°7 se muestra el cronograma de aplicación.

**Cuadro 7: Cronograma de aplicación de los biofertilizantes para las tres localidades**

Momento de aplicación	Productos
1ra Quincena	Alopes forte + Cobboss
2ra Quincena	Alopes forte + Cobboss
3ra Quincena	Alopes forte + Cobboss
4ra Quincena	Pus + Cobboss
5ra Quincena	Biolac + Cobboss
6ra Quincena	Pus + Cobboss

#### Características de los productos:

- Alopes Forte

**Cuadro 8: Características del producto**

Análisis	Unidad	Cantidad
pH		4.4
MO	g/l	311.7
N Total	g/l	22.5
P Total	g/l	2.1
K Total	g/l	3.7

- Cobboss: Biofertilizante foliar líquido contiene cobre sistémico quelato con aminoácidos y ácidos orgánicos naturales.

**Cuadro 9: Características del producto**

Análisis	Cantidad	Unidad
Sulfato de cobre pentahidratado	23.3	%
Ácido orgánico	300%	%
Zinc (Zn)	2.8	mg/L
Boro (B)	225	mg/L
Magnesio (Mg)	345	mg/L
Aminoácidos libres	1.81	%

- Biolac: Es un concentrado líquido, obtenido mediante una asociación de microorganismos benéficos, de pH: 3,80 contiene bacterias probióticas, ácido láctico, péptidos, factores de crecimiento y activadores del metabolismo vegetal.
- Pus: Fertilizante líquido con contenidos de ácidos húmicos. La dosis que se aplicó fue de 50 mL/15L.

### 3.2.2.2 Fertilizantes Químicos

Se empleó la dosis de 80-80-16, 50% del nitrógeno a la siembra y 50% al aporque en forma de urea, el fosfato diamónico, y el cloruro de potasio se aplicaron el 100% a la siembra.

### 3.2.3 Control sanitario

El control de malezas se realizó manualmente.

El control de plagas y enfermedades (Experimento químico):

- Botrizim- kalex
- Furadan PH

El control de plagas y enfermedades (Experimento Orgánico):

- Alopes -100ml/15L
- Biolac – 50ml/15L
- Cobboss-50ml/15L
- Pus -50ml/15L
- Agree 50WP

### **3.2.4 Herramientas y equipos**

- Carretilla
- Lampa
- Pala
- Baldes plásticos
- Wincha y regla
- Papel
- Lápiz
- Carrizo
- Bolsas (plástico o papel)
- Cuchillo
- Aspersor
- Balanza de precisión
- Cámara fotográfica
- Mochila aplicadora
- Ropa de aplicación

### **3.3 METODOLOGÍA**

- La preparación de terreno se realizó de manera mecanizada aprovechando las lluvias, primero se pasó un arado de discos después puntas rígida, para luego esperar que germine las malezas y pasar de nuevo el arado de disco y la rastra pesada, luego se realizó el surcado.
- El guano de isla y el estiércol se incorporaron antes de la siembra, de forma manual, a chorro continuo en el surco y luego se tapó.

- Los productos biológicos se aplicaron con una mochila cada quince días directamente al suelo y al follaje.
- El control de malezas se realizó de manera manual y el desahije se realizó cuando las plantas tenían una altura aproximada de diez cm.
- Para el control de plagas y enfermedades se aplicaron los productos con mochilas de acuerdo al experimento.
- La cosecha se realizó de forma semimecanizada: la siega fue manual con una hoz, y la trilla con la trilladora estacionaria. El venteo fue mecanizado en Aco y San Lorenzo pero en Aramachay se hizo de forma manual por falta de equipos.

### **3.4 FACTORES EN ESTUDIO**

Por cada tratamiento se evaluó:

- Días al 50% de floración
- Altura de planta (cm)
- Porcentaje de Mildiu
- Días a la madurez
- Rendimiento (kg/ha)

### **3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL**

El diseño experimental que se utilizó fue el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial 4A5B el cual cuenta con 3 repeticiones, cada unidad experimental es una parcela.

#### **Tratamientos:**

Para las cuatro variedades: Pasankalla, Blanca de Hualhuas, Blanca de Junín y Rosada de Huancayo se aplicaron las mismas dosis de nutrientes como se indica en el cuadro N°10, obteniéndose en total 20 tratamientos por localidad.



**Cuadro 10: Lista de dosis probadas**

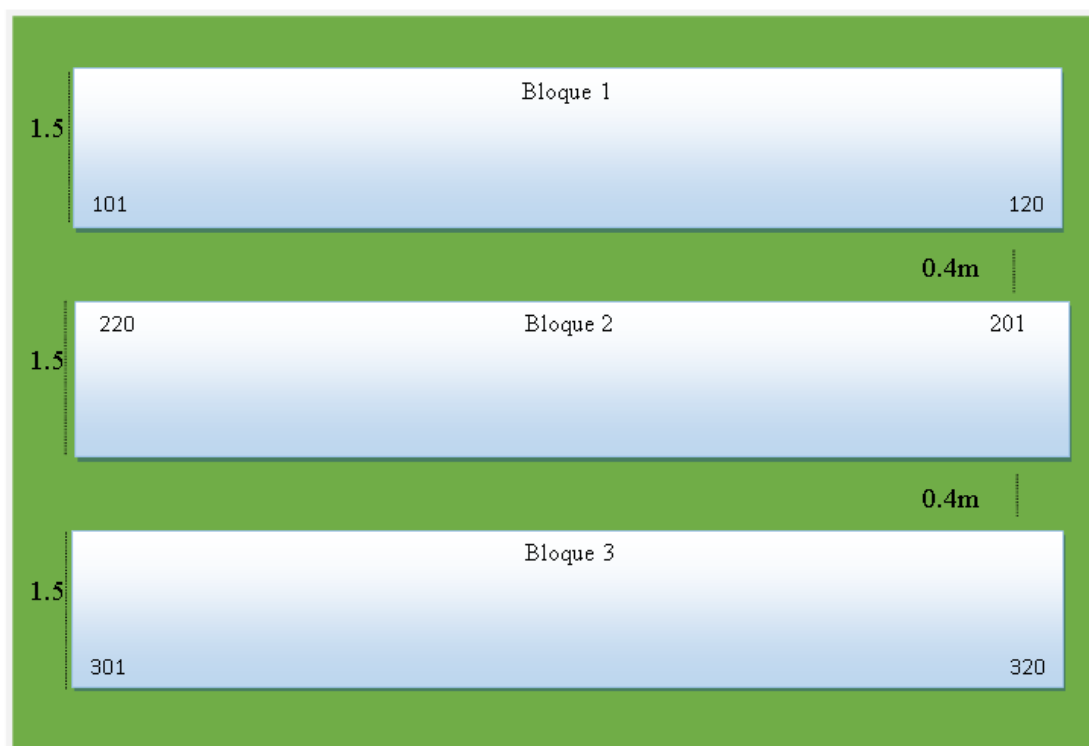
Dosis	Fuentes de nutrientes
1	781 kg/ha de Guano de Isla, Control de plagas orgánico
2	781 kg/ha de Estiércol, Control de plagas orgánico
3	80-80-16 Fertilizante químico, Control de plagas pesticidas
4	Sin fertilizante y sin control de plagas
5	Alopes forte (100ml/15L)-Cobboss (50ml/15L), Pus (50ml/15L)-Cobboss (50ml/15L), Biolac (50ml/15L)-Cobboss (50ml/15L) y Pus (50ml/15L)-Cobboss (50ml/15L)

### 3.6 CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

**Cuadro 11: Campo experimental**

<b>Unidad experimental</b>	
Nº de surcos	4
Longitud de surcos	1.5 m
Distanciamiento entre surcos	0.60 m
Área de unidad experimental	3.6 m <sup>2</sup>

**Cuadro 12: Distribución de los tratamientos en el campo experimenta**



**Cuadro 13: Randomización del ensayo**

Variedad	Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III
Rosada de Huancayo	Testigo	101	213	318
Rosada de Huancayo	Guano de isla	102	201	301
Rosada de Huancayo	Estiércol	103	218	309
Rosada de Huancayo	Fertilizante químico	104	212	320
Rosada de Huancayo	Biofertilizante	105	205	310
Blanca de Hualhuas	Testigo	106	220	308
Blanca de Hualhuas	Guano de isla	107	217	315
Blanca de Hualhuas	Estiércol	108	219	302
Blanca de Hualhuas	Fertilizante químico	109	209	314
Blanca de Hualhuas	Biofertilizante	110	203	305
Blanca de Junín	Testigo	111	211	313
Blanca de Junín	Guano de isla	112	214	307
Blanca de Junín	Estiércol	113	216	306
Blanca de Junín	Fertilizante químico	114	206	304
Blanca de Junín	Biofertilizante	115	208	319
Pasankalla	Testigo	116	204	303
Pasankalla	Guano de isla	117	210	311
Pasankalla	Estiércol	118	207	317
Pasankalla	Fertilizante químico	119	202	316
Pasankalla	Biofertilizante	120	215	312

## IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN

### LOCALIDAD ARAMACHAY

Rendimiento (kg/ha)

En la tabla N° 1 se muestra el análisis de variancia de rendimiento donde se aprecia que hay diferencias estadísticas altamente significativas entre variedades y fuentes de nutrientes, pero no existe diferencia significativa entre la interacción de variedad y fuente de nutrientes.

**Tabla 1: Análisis de variancia de rendimiento en Aramachay.**

FV	GL	SC	CM	F-CAL	P-VALOR	SIG
VARIEDAD	3	11757763.52	3919254.507	35.97	0.0001	****
FUENTE DE NUTRIENTES (FN)	4	4917067.43	1229266.858	11.28	0.0001	****
VAR*FN	12	1939022.57	161585.2142	1.48	0.17	NS
TOTAL	59	22770982.18				

CV: 14,44,  $\alpha$ : 0.05

La prueba de comparación de Duncan de variedades (Tabla N° 2) con un nivel de significancia del 5%, dio como resultado diferencias significativas en el rendimiento de las variedades. El mayor rendimiento fue de 2891.1 kg/ha con la variedad Rosada de Huancayo, seguido de la Blanca de Hualhuas con 2522.5kg/ha, la variedad Blanca de Junín con 1915.4kg/ha y la variedad con el menor rendimiento fue Pasankalla que logró 1812.2kg/ha. Por el contrario, Gordon en el 2011 reportó que en condiciones de costa, obtuvo un rendimiento menor con la variedad Rosada de Huancayo de 1570,96 kg/ha, y con la variedad Pasankalla mayor rendimiento (3192.71kg/ha), probablemente, esta diferencia se debe a que estas variedades fueron liberadas para su cultivo en los valles interandinos.

Barnett, en el 2005, en condiciones de costa, sembró las variedades Rosada de Huancayo y Blanca de Hualhuas y obtuvo 710 kg/ha y 784.2 kg/ha, estos resultados se deben a las

condiciones climáticas y a la fecha de siembra que fue en setiembre, estas variedades son originarias de los valles interandinos, por ello, los resultados que se obtuvieron en el presente trabajo fueron superiores.

**Tabla 2: Respuesta en rendimiento de las variedades, localidad de Aramachay.**

**Prueba de Duncan**

Duncan (0,05)			
DUNCAN	MEDIA	N	VARIEDAD
A	2891.1	15	Rosada de Huancayo
B	2522.5	15	Blanca de Hualhuas
C	1915.4	15	Blanca de Junín
C	1812.2	15	Pasankalla

En la tabla de Duncan N° 3 se compara las diferentes fuentes de nutrientes, observando que el fertilizante químico logró el mayor rendimiento de 2635.8kg/ha, seguido de estiércol con 2531.9kg/ha, el guano de isla con 2332kg/ha, el testigo con 2054.7 kg/ha y el de menor rendimiento fue el Biofertilizante con 1872.1kg/ha.

Risco en el 2011, muestra en su experimento en Ayacucho, con abonamiento de guano de islas (80-80-10), donde obtuvo un rendimiento de 3406.25 kg/ha, que es superior al que se logró en este trabajo con fertilizante químico (80-80-16). El rendimiento con guano de isla es de 2332 kg/ha, comparado con Gordon (2011), que reportó rendimientos de 1185.55 kg/ha con 80-80-16 de guano de isla bajo condiciones de la Molina. Los diferentes resultados de estos tratamientos puede deberse a las condiciones climáticas y las variedades empleadas para cada experimento.

**Tabla 3: Efecto de cada fuente de nutriente en rendimiento, localidad de Aramachay.**

**Prueba de Duncan**

Duncan (0,05)			
DUNCAN	MEDIA	N	FUENTE DE NUTRIENTES (FN)
A	2635.8	12	Fertilizante químico
B	2531.9	12	Estiércol
B	2332	12	Guano de isla
C	2054.7	12	Testigo
C	1872.1	12	Biofertilizante

### Altura de planta (cm)

En la tabla N° 4 de análisis de variancia sobre altura se aprecia que hay diferencias estadísticas altamente significativas entre variedades y fuentes de nutrientes, sin embargo, podemos ver que no existe diferencia significativa en la interacción de variedad y las fuentes de nutrientes.

**Tabla 4: Análisis de variancia de altura en Aramachay.**

FV	GL	SC	CM	F-CAL	P-VALOR	SIG
VARIEDAD	3	7324.6	2441.53333	23.69	0.0001	****
FUENTE DE NUTRIENTES (FN)	4	3731.93	932.9825	9.05	0.0001	****
VAR*FN	12	878.0666	73.1722167	0.71	0.73	NS
TOTAL	59	16048.5966				

CV: 11,57;  $\alpha$ : 0.05

Utilizando la prueba de Duncan con un nivel de significancia de 5%, se puede ver en la tabla N° 5 que la variedad que alcanzó la mayor altura fue Blanca de Junín con 100.133 cm, Rosada de Huancayo con 93.933 cm, Blanca de Hualhuas con 86.123cm y la menor fue de Pasankalla con 70.6 cm. Comparado con la investigación de Risco (2011), la altura de la variedad Blanca de Junín del presente trabajo fue menor en 14 cm. Rosas en el 2015, en Tarma obtuvo una altura de 93.7cm con la variedad Pasankalla superior a los resultados del presente trabajo, esta diferencias de alturas puede deberse a la falta de agua en el manejo, por depender de las lluvias.

**Tabla 5: Respuesta en altura de las variedades, localidad de Aramachay. Prueba de Duncan**

Duncan (0,05)			
DUNCAN	MEDIA	N	VARIEDAD
A	100.133	15	Blanca de Junín
A	93.933	15	Rosada de Huancayo
B	86.123	15	Blanca de Hualhuas
C	70.6	15	Pasankalla

La fuente de nutriente que alcanzó mayor efecto en la altura fue el fertilizante químico con una altura de 98.083 cm, seguido del estiércol con 93.5 cm, Biofertilizante con 86.417 cm,

testigo con 85.583 cm y el menor fue el guano de isla con 74.583 cm. Se puede ver que en la tabla N°6 que en el tratamiento con fertilizante fue significativo a diferencias de los otros tratamientos que no presentan diferencias significativas entre ellos.

Rosas en el 2015, experimentó con una fertilización de (80-40-00 de N-P2O5-K2O) y obtuvo la mayor altura de 119.67 cm con la variedad Rosada de Huancayo cm y con la Pasankalla, 93.67 cm, unos 4.413 menos que la mayor altura obtenida en esta investigación. Estos resultados inferiores puede deberse al bajo contenido de materia orgánica en el suelo y la falta de lluvias en la localidad. El Biofertilizante presentó una altura inferior al obtenido por el testigo de la investigación de Risco (2011), que fue de 90.8 cm.

**Tabla 6: Efecto de cada fuente de nutriente sobre la altura, localidad de Aramachay.**

**Prueba de Duncan**

Duncan (0,05)			
DUNCAN	MEDIA	N	FUENTE DE NUTRIENTES
A	98.083	12	Fertilizante Químico
B	93.5	12	Estiércol
B	86.417	12	Biofertilizante
B	85.583	12	Testigo
B	74.583	12	Guano de isla

**Días a la floración**

En la tabla N° 7 de análisis de variancia sobre días a la floración se aprecia que hay diferencias estadísticas altamente significativas entre las variedades.

**Tabla 7: Análisis de variancia sobre días a la floración en Aramachay.**

FV	GL	SC	CM	F-CAL	P-VALOR	SIG
VARIEDAD	3	632.733	210.911	68.31	0.0001	****
FUENTE DE NUTRIENTES (FN)	4	0	0	0.00	1	NS
VAR*FN	12	14.933	1.24441667	0.40	0.95	NS
TOTAL	59	764.999				

CV: 2,05;  $\alpha$ : 0.05

Se puede ver en la tabla N° 8 que los días a la floración dependen de la variedad, la más precoz fue Pasankalla con 80 días y la más tardía fue Blanca de Junín. Rosas en el 2015

obtuvo resultados similares con Pasankalla que fue de 75 días a la floración. Esta variedad que también proviene del altiplano es la más precoz de estas variedades en estudio (Gómez, 2012).

Rosas en el 2015 en la ciudad de Tarma, investigó que las variedades Rosada de Huancayo y Blanca de Hualhuas que obtuvieron 89 y 97 días a la floración, resultados que tienen el mismo orden de tiempo de floración que la presente investigación, esta similitud de resultados se debe a las características de las variedades que se investigaron. (Gómez, 2012), confirmó estos resultados en sus investigaciones.

**Tabla 8: Respuesta sobre días a la floración de las variedades, localidad de Aramachay. Prueba de Duncan**

Duncan (0,05)			
DUNCAN	MEDIA	N	VARIEDAD
A	88.133	15	Blanca de Junín
A	87.6	15	Blanca de Hualhuas
B	86.266	15	Rosada de Huancayo
C	80	15	Pasankalla

### Porcentaje de Mildiu

En la tabla N° 9 de análisis de variancia sobre mildiu se aprecia que hay diferencias estadísticas altamente significativas entre variedades y fuentes de nutrientes.

**Tabla 9: Análisis de variancia sobre mildiu en Aramachay.**

FV	GL	SC	CM	F-CAL	P-VALOR	SIG
VARIEDAD	3	760	253.333333	10.17	0.0001	****
FUENTE DE NUTRIENTES (FN)	4	600	150	6.02	0.0007	***
VAR*FN	12	173.333	14.4444167	0.58	0.58	NS
TOTAL	59	2533.333				

CV: 14,97;  $\alpha$ : 0.05

En la tabla de Duncan N° 10, muestra que sí hubo una diferencia significativa entre las variedades y la más afectada por mildiu fue la Blanca de Junín con 36% y la menos afectada fue Rosada de Huancayo con 27.33%. Rosas en el 2015, en la ciudad de Tarma, obtuvo

resultados diferentes con algunas de estas variedades, presentó en su investigación que Blanca de Hualhuas fue la más afectada con 45% y Rosada de Huancayo con 20%. Según las investigaciones del INIA en el 2013, las variedades Blanca de Junín, Hualhuas y Rosada de Huancayo son susceptibles a esta enfermedad, caso contrario la variedad Pasankalla es tolerante, como lo confirmó Quispe en el 2015, en su investigación demostrando que esta variedad fue afectada en 5.6%.

**Tabla 10: Respuesta sobre mildiu de las variedades, localidad de Aramachay. Prueba de Duncan**

Duncan (0,05)			
DUNCAN	MEDIA	N	VARIEDAD
A	36	15	Blanca de Junín
A	36	15	Pasankalla
A	34	15	Blanca de Hualhuas
B	27.333	15	Rosada de Huancayo

También se observa en la tabla de Duncan N° 11 los tratamientos empleados, con Biofertilizante fue el más afectado por el Mildiu 38.33%, seguido de testigo con 35%, químico con 33.33% y los nutrientes menos afectados fue guano de isla y estiércol con 30%. Porras en el 2015, en su investigación sobre el control del mildiu, demostró que bajo un sistema de riego por exudación permite que la superficie del suelo permanezca seca, evitando que se presenten las condiciones favorables para el desarrollo de esta enfermedad. (Mercado, 2001), realizó un experimento con semillas de quinua de diferentes variedades, las que provenían de Puno fueron las más afectadas con Mildiu en condiciones de humedad de saturación que a humedad ambiental, confirmando que la humedad es un importante factor para que se presente esta enfermedad.

**Tabla 11: Efecto de cada fuente de nutriente sobre mildiu, localidad de Aramachay. Prueba de Duncan**

Duncan (0,05)			
DUNCAN	MEDIA	N	FUENTE DE NUTRIENTES
A	38.33	12	Biofertilizante
B	35	12	Testigo
C	33.33	12	Fertilizante químico
C	30	12	Guano de isla
C	30	12	Estiércol



### Días a la madurez

En la tabla N° 12 de análisis de variancia sobre días a la madurez se aprecia que hay diferencias estadísticas altamente significativas entre las variedades, que no existe diferencias significativas en la interacción entre la variedad y fuente de nutrientes, también se puede observar que las fuentes de nutrientes aplicados en el experimento no afectaron significativamente a los días a la madurez.

**Tabla 12: Análisis de variancia sobre días a la madurez en Aramachay.**

FV	GL	SC	CM	F-CAL	P-VALOR	SIG
VARIEDAD	3	23921.25	7973.75	0	0.0001	****
FUENTE DE NUTRIENTES (FN)	4	0	0	0	.	
VAR*FN	12	0	0	0	.	
TOTAL	59	23921.25				

CV: 0;  $\alpha$ : 0.05

En la tabla N°13 se muestra los resultados de la prueba de Duncan con un nivel de significancia de 5% se ve que la variedad más precoz fue Pasankalla con 130 días, Rosada de Huancayo con 153 días, Blanca de Hualhuas con 160 días y Blanca de Junín con 186 días. Gómez en el 2012, mencionó que la variedad Pasankalla tiene un periodo vegetativo de 140 días, el cual se ve en esta investigación resultados similares.

En los datos registrados por Gómez (2012), la variedad Blanca de Junín llega a la madures entre los 160 y 180 días, similar a lo realizado en esta investigación. Quispe en el 2015, señaló en su investigación que diferentes tipos de líneas mutantes de la variedad Pasankalla logró el mayor número de días a la madurez con 110,0 días y el menor con 94,0, el testigo que fue Pasankalla obtuvo 99,9 días a la madurez. Esta diferencia de días con la presente investigación puede deberse a que la variedad Pasankalla se desarrolla mejor en condiciones climáticas de la costa.

**Tabla 13: Respuesta sobre los días a la madurez de las variedades, localidad de Aramachay. Prueba de Duncan**

Duncan (0,05)			
DUNCAN	MEDIA	N	VARIEDAD
A	186	15	Blanca de Junín
B	160	15	Blanca de Hualhuas
C	153	15	Rosada de Huancayo
D	130	15	Pasankalla

## LOCALIDAD DE ACO

### Rendimiento (kg/ha)

En la tabla N° 14 de análisis de variancia sobre rendimiento se aprecia que hay diferencias estadísticas altamente significativas entre variedades y fuentes de nutrientes, también indica que no existe diferencia estadística entre la interacción de la variedad y la fuente de nutriente en los experimentos sobre el efecto en el rendimiento, lo cual nos dice que no hay interacción entre los dos factores.

**Tabla 14: Análisis de variancia sobre el rendimiento en Aco.**

FV	GL	SC	CM	F-CAL	P-VALOR	SIG
VARIEDAD	3	5106038.85	1702012.95	63.48	0.0001	****
FUENTE DE NUTRIENTES (FN)	4	964944.567	241236.142	9.00	0.0001	****
VAR*FN	12	594204.9	49517.075	1.85	0.07	NS
TOTAL	59	7700516.98				

CV: 12,53;  $\alpha$ : 0.05

En la tabla N° 15 se puede observar que los rendimientos promedios varían según la variedad, Rosada de Huancayo con 1626 kg/ha, Blanca de Hualhuas con 1433.4 kg/ha, Blanca de Junín con 1328.27 kg/ha y el menor valor fue Pasankalla con 835.6 kg/ha. La variedad Rosada de Huancayo propia del Valle del Mantaro sobresale en rendimiento, pero está por debajo de lo registrado por INIA (2013), que es 2800kg/ha. La Pasankalla variedad que tiene la capacidad genética de desarrollo en estos Valles, presenta una baja producción, de acuerdo a lo reportado por INIA (2013), con una producción de 3540 kg/ha. Estas diferencias puede deberse a la falta de lluvias en la zona y al bajo contenido de materia orgánica del suelo. Gómez (2012), en sus investigaciones confirmó los 3000 kg/ha que puede producir esta variedad (Pasankalla). Sobre las variedades Blanca de Hualhuas y Junín, INIA

en el 2013, afirmó que los rendimientos para estas variedades son: 3200 kg/ha y 2500 kg/ha, resultados superiores a los del presente trabajo. Estos resultados comparados con los de la localidad de Aramachay son bajos, esta diferencia puede ser por las condiciones climáticas de la zona, bajo contenido de materia orgánica y fósforo.

**Tabla 15: Respuesta en rendimiento de las variedades, localidad de Aco. Prueba de Duncan**

Duncan (0,05)			
DUNCAN	MEDIA	N	VARIEDAD
A	1626	15	Rosada de Huancayo
B	1433.4	15	Blanca de Hualhuas
B	1328.27	15	Blanca de Junín
C	835.6	15	Pasankalla

En la prueba de medias de Duncan (tabla N° 16), se puede ver que hay una diferencia estadística en los rendimientos de los diferentes nutrientes aplicados en el experimento, el mayor rendimiento fue el químico con 1459.67 kg/ha, estiércol similar al anterior, guano de isla con 1235.42kg/ha, Biofertilizante similar al anterior y el menor fue testigo con 1159.5kg/ha.

Leonardo (1985), realizó un experimento en el Valle del Mantaro y obtuvo resultados superiores de 3098 kg/ha con el nivel de abonamiento de 120-60-0; 2543 kg/ha con el abonamiento de 60-60-0 y finalmente el testigo obtuvo 1768 kg/h. En esta investigación la formulación fue de 80-80-16 y los rendimientos fueron inferiores.

**Tabla 16: Efecto de cada fuente de nutriente en rendimiento, localidad de Aco. Prueba de Duncan**

Duncan (0,05)			
DUNCAN	MEDIA	N	FUENTE DE NUTRIENTES
A	1459.67	12	Fertilizante químico
A	1456.42	12	Estiércol
B	1235.42	12	Guano de isla
B	1218.08	12	Biofertilizante
B	1159.5	12	Testigo

### Altura de planta (cm)

En la tabla N° 17 de análisis de variancia sobre altura se aprecia que hay diferencias estadísticas altamente significativas entre variedades y fuentes de nutrientes, pero no existe diferencia significativa en la interacción de variedad y nutriente con respecto a la altura (cm).

**Tabla 17: Análisis de variancia sobre la altura en Aco.**

FV	GL	SC	CM	F-CAL	P-VALOR	SIG
VARIEDAD	3	2461.783	820.594333	8.21	0.0002	***
FUENTE DE NUTRIENTES (FN)	4	8510.233	2127.55825	21.28	0.0001	****
VAR*FN	12	967.633	80.6360833	0.81	0.64	NS
TOTAL	59	16192.982				

CV: 17,14;  $\alpha$ : 0.05

Utilizando la prueba de Duncan con un nivel de significancia de 5%, se observa en la tabla N° 18 que la variedad que alcanzó la mayor altura fue Blanca de Junín con 64.4 cm y la de menor altura fue Pasankalla con 48.867 cm. Leonardo (1985), realizó un experimento en la provincia de Jauja con la variedad Blanca de Junín llegando a registrar una altura de 113cm, que fue su menor altura. Gómez (2012), confirmó lo mencionado anteriormente que esta variedad (Blanca de Junín) puede lograr una altura de 120 a 180 cm. Las alturas registradas en este trabajo, son inferiores a lo registrado por otros investigadores, puede deberse a la baja asimilación de los diferentes abonos empleados por la falta de lluvias. Herquinio (1975), citado por Barnett (2005) mencionó que en condiciones del Valle del Mantaro las variedades Rosadas de Huancayo y Blanca de Junín se caracterizan por tener una altura que va de 80 – 160 cm.

**Tabla 18: Respuesta en altura de las variedades, localidad de Aco. Prueba de Duncan**

Duncan (0,05)			
DUNCAN	MEDIA	N	VARIEDAD
A	64.4	15	Blanca de Junín
B	61.067	15	Rosada de Huancayo
B	56.933	15	Blanca de Hualhuas
C	48.867	15	Pasankalla

En la tabla de Duncan N° 19, se puede ver que hay diferencias significativas entre los diferentes nutrientes con respecto a la altura de planta. El nutriente que alcanzó mayor efecto

en la altura fue el Guano de isla con 74.086 cm, seguido del químico con 65.917cm, estiércol con 62.5 cm, Biofertilizante con 46.25 cm y el de menor altura es testigo con 42.833 cm.

Risco (2011) realizó una investigación donde encontró una altura de 114 cm y 112 cm con guano de isla (80-80-16) y químico (80-60-00) con 18.26 kg/ha de CaO, entonces podemos ver que las alturas obtenidas en este trabajo están por debajo de lo establecido por otras investigaciones, esto puede deberse a las condiciones climáticas de la localidad donde se realizó esta investigación.

**Tabla 19: Efecto de cada fuente de nutriente sobre la altura, localidad de Aco. Prueba de Duncan**

Duncan (0,05)			
DUNCAN	MEDIA	N	FUENTE DE NUTRIENTES
A	74.086	12	Guano de isla
B	65.917	12	Fertilizante químico
B	62.5	12	Estiércol
C	46.25	12	Biofertilizante
C	42.833	12	Testigo

### Días a la floración

En la tabla N° 20 de análisis de variancia sobre días a la floración se aprecia que hay diferencias estadísticas altamente significativas entre las variedades y fuentes de nutrientes, los días a la floración son afectados significativamente por la interacción entre la variedad y el tipo de nutriente utilizado, lo que indica que existe una interdependencia entre los dos factores.

**Tabla 20: Análisis de variancia sobre días a la floración en Aco.**

FV	GL	SC	CM	F-CAL	P-VALOR	SIG
VARIEDAD	3	1988.53	662.843333	1614.62	0.0001	****
FUENTE DE NUTRIENTES (FN)	4	12.667	3.16675	7.71	0.0001	****
VAR*FN	12	18.8	1.56666667	3.82	0.0008	***
TOTAL	59	2035.997				

CV: 20,23;  $\alpha$ : 0.05

Así la prueba de Duncan utilizada a un 5% permite ver en la tabla N° 21 las diferencias en los días de floración. La variedad más precoz fue Pasankalla con 80 días, Rosada de

Huancayo con 85 días y Blanca de Junín la más tardía con 96 días. Quispe (2015), evaluó líneas mutantes de la variedad Pasankalla en costa, obteniendo como resultado en días a la floración, el mayor valor con 73,8 y la de menor valor fue de 62 días. En su investigación Gabriel (2013), citado por Quispe (2015), obtuvo un rango de 50% de floración de 84,2 a 93,60 días con cultivares del altiplano y valle de Cochabamba – Bolivia.

**Tabla 21: Respuesta sobre días a la floración de las variedades, localidad de Aco.**

**Prueba de Duncan**

Duncan (0,05)			
DUNCAN	MEDIA	N	VARIEDAD
A	96	15	Blanca de Junín
B	86.533	15	Blanca de Hualhuas
C	85.4667	15	Rosada de Huancayo
D	80	15	Pasankalla

En la tabla de Duncan N° 22, se puede ver que el tipo de nutriente afectó los días a la floración, el fertilizante químico tuvo un efecto de 86.5 días fue el más precoz y el más tardío fue el guano de isla con 87.3 días.

**Tabla 22: Efecto de cada fuente de nutriente sobre días a la floración, localidad de**

**Aco. Prueba de Duncan**

Duncan (0,05)			
DUNCAN	MEDIA	N	FUENTE DE NUTRIENTES
A	87.333	12	Guano de isla
B	87	12	Testigo
B	87	12	Biofertilizante
B	86.667	12	Estiércol
B	86.5	12	Fertilizante químico

En la tabla N° 23 se puede destacar que la variedad Pasankalla como la más precoz de la localidad Aco con la aplicación del Biofertilizante, está presente 80 días a la floración y la variedad Blanca de Junín con la aplicación del Biofertilizante fue la que obtuvo mayor número de días a la floración (96), esto se debe a que la variedad Pasankalla es precoz por sus características genéticas. Rosas (2015), reportó datos similares con Pasankalla con 75 días con el sistema tradicional y tecnología media, también con Rosada de Huancayo sus datos son 89 días en el sistema tradicional, caso contrario fue la Blanca de Hualhuas donde

reportó 97 días en el sistema tradicional. Por lo tanto podemos ver que las diferencias genéticas de cada variedad predominan en los días de floración.

**Tabla 23: Efecto de la interacción de la fuente de nutriente con la variedad sobre días a la floración, localidad de Aco. Prueba de Duncan**

Duncan (0,05)				
DUNCAN	MEDIA	N	VARIEDAD	FUENTE DE NUTRIENTES
A	96	3	Blanca de Junín	Biofertilizante
A	96	3	Blanca de Junín	Fertilizante químico
A	96	3	Blanca de Junín	Estiércol
A	96	3	Blanca de Junín	Guano de isla
A	96	3	Blanca de Junín	Testigo
B	88.7	3	Blanca de Hualhuas	Guano de isla
C	86.7	3	Rosada de Huancayo	Guano de isla
D	86	3	Rosada de Huancayo	Biofertilizante
D	86	3	Blanca de Hualhuas	Biofertilizante
D	86	3	Blanca de Hualhuas	Fertilizante químico
D	86	3	Blanca de Hualhuas	Estiércol
D	86	3	Blanca de Hualhuas	Testigo
D	86	3	Rosada de Huancayo	Testigo
E	84.7	3	Rosada de Huancayo	Estiércol
E	84	3	Rosada de Huancayo	Fertilizante químico
F	80	3	Pasankalla	Estiércol
F	80	3	Pasankalla	Fertilizante químico
F	80	3	Pasankalla	Guano de isla
F	80	3	Pasankalla	Testigo
F	80	3	Pasankalla	Biofertilizante

### Porcentaje de Mildiu

En la tabla N° 24 de análisis de variancia sobre mildiu se aprecia que hay diferencias estadísticas altamente significativas entre variedades y que no existe diferencia significativa entre la interacción de la variedad y el efecto de los nutrientes. A la vez se puede ver que el tipo de nutriente no afectó significativamente en la incidencia de mildiu.

**Tabla 24: Análisis de variancia sobre mildiu en Aco.**

FV	GL	SC	CM	F-CAL	P-VALOR	SIG
VARIEDAD	3	618.333	206.111	19.75	0.0001	****
FUENTE DE NUTRIENTES (FN)	4	23.333	5.83325	0.56	0.69	NS
VAR*FN	12	56.667	4.72225	0.45	0.92	NS
TOTAL	59	1098.333				

CV: 8,46;  $\alpha$ : 0.05

Así en la tabla de Duncan N° 25 con un nivel de significación del 5% se puede ver diferencias significativas en las variedades. La variedad Pasankalla fue la más afectada con 40.667%, similar a Blanca de Hualhuas con 40%, Blanca de Junín con 39.33% y menos afectada Rosada de Huancayo con 32.667%. Lo que indica, que en esta localidad las condiciones climáticas fueron propicias para la proliferación de esta enfermedad. Gandarillas en el 1979, mencionó que la tolerancia de algunas variedades a esta enfermedad está relacionada a climas de temperaturas altas y humedad alta. La variedad Pasankalla por ser precoz, su etapa de maduración coincide con las lluvias y estos es perjudicial por la susceptibilidad al mildiu (Bazile. *et al*, 2014),

**Tabla 25: Respuesta sobre mildiu de las variedades, localidad de Aco. Prueba de Duncan**

Duncan (0,05)			
DUNCAN	MEDIA	N	VARIEDAD
A	40.667	15	Pasankalla
A	40	15	Blanca de Hualhuas
A	39.333	15	Blanca de Junín
B	32.667	15	Rosada de Huancayo

**Días a la madurez**

En la tabla N° 26 de análisis de variancia sobre días a la madurez se aprecia que hay diferencias estadísticas altamente significativas entre las variedades.



**Tabla 26: Análisis de variancia sobre días a la madurez en Aco.**

FV	GL	SC	CM	F-CAL	P-VALOR	SIG
VARIEDAD	3	201.667	67.2223333	57.84	0.0001	****
FUENTE DE NUTRIENTES (FN)	4	1.667	0.41675	0.36	0.83	NS
VAR*FN	12	15	1.25	1.08	0.4	NS
TOTAL	59	268.334				

CV: 0,821;  $\alpha$ : 0.05

En la tabla N° 27 se observa la prueba de Duncan con un nivel de significancia de 5% se puede ver que la variedades más precoces fueron Pasankalla, Rosada de Huancayo y Blanca de Hualhuas con 130 días, y la más tardía fue Blanca de Junín con 134 días. INIA (2013), mencionó los periodo vegetativo de las variedades Blanca de Hualhuas con 160, Rosada de Huancayo con 170 días, Blanca de Junín con un periodo de 180 días y la Pasankalla 120 en valles interandinos. Rosas (2015), en su ensayo realizado en Tarma encontró que los días de maduración en las variedades Blanca de Hualhuas, Rosada de Huancayo y Pasankalla fueron 183, 175 y 138 días en un sistema de manejo tradicional. Comparando los resultados vemos que en el presente trabajo las variedades sufrieron un estrés por lo que llevo a que las plantas lleguen a madurar en un periodo más corto del que las distingue a cada una de estas variedades.

**Tabla 27: Respuesta sobre los días a la madurez de las variedades, localidad de Aco.**

**Prueba de Duncan**

Duncan (0,05)			
DUNCAN	MEDIA	N	VARIEDAD
A	134.33	15	Blanca de Junín
B	130.333	15	Blanca de Hualhuas
B	130	15	Rosada de Huancayo
B	130	15	Pasankalla

**LOCALIDAD DE SAN LORENZO**

**Rendimiento (kg/ha)**

En la tabla N° 28 de análisis de variancia sobre rendimiento se aprecia que hay diferencias estadísticas altamente significativas entre variedades y fuentes de nutrientes, también nos

indica que existe diferencia estadística entre la interacción variedad y fuente de nutriente empleados en el experimentos sobre el efecto en el rendimiento, lo cual nos dice que hay interdependencia entre los dos factores.

**Tabla 28: Análisis de variancia sobre el rendimiento en San Lorenzo.**

FV	GL	SC	CM	F-CAL	P-VALOR	SIG
VARIEDAD	3	11502578.1	3834192.68	39.54	0.0001	****
FUENTE DE NUTRIENTES (FN)	4	10932695.5	2733173.88	28.18	0.0001	****
VAR*FN	12	7749722.37	645810.198	6.66	0.0001	****
TOTAL	59	33878758.6				

CV: 19,87;  $\alpha$ : 0.05

En la prueba de comparación de medias de Duncan (Tabla N° 29) determina que en promedio para las variedades presentan diferencia estadística en los rendimientos, la variedad de mayor rendimiento fue Blanca de Hualhuas con 1908.3 kg/ha, Rosada de Huancayo con 1848.3kg/ha, Blanca de Junín con 1689.7 kg/ha y la de menor rendimiento fue Pasankalla con 821.3kg/ha.

**Tabla 29: Respuesta en rendimiento de las variedades, localidad de San Lorenzo.**

**Prueba de Duncan**

Duncan (0,05)			
DUNCAN	MEDIA	N	VARIEDAD
A	1908.3	15	Blanca de Hualhuas
A	1848.3	15	Rosada de Huancayo
A	1689.7	15	Blanca de Junín
B	821.3	15	Pasankalla

En la tabla de Duncan N° 30 se puede observar que los nutrientes aplicados en el experimento, tuvieron diferentes rendimientos., el de mayor rendimiento fue el fertilizante químico con 2398.6 kg/ha, seguido de testigo con 1490.8, guano de isla con 1437.7 kg/ha, estiércol con 1273.1 kg/ha y el de menor rendimiento fue Biofertilizante con 1234.4 kg/ha.

**Tabla 30: Efecto de cada fuente de nutriente en rendimiento, localidad de San Lorenzo. Prueba de Duncan**

Duncan (0,05)			
DUNCAN	MEDIA	N	FUENTE DE NUTRIENTES
A	2398.6	12	Fertilizante químico
B	1490.8	12	Testigo
B	1437.7	12	Guano de isla
B	1273.1	12	Estiércol
B	1234.4	12	Biofertilizante

En la tabla de Duncan N°31 se ve la interacción entre la variedad y nutriente sobre el rendimiento se puede ver que con el fertilizante químico se obtuvieron los mayores rendimientos, la variedad Rosada de Huancayo logró el mayor rendimiento de 3672.9 kg/ha, Blanca de Hualhuas con 2653.1 kg/ha, Blanca de Junín con 2460.9 kg/ha, pero Blanca de Hualhuas con estiércol obtuvo 1894.8 Kg/ha, con la misma variedad con guano de isla con 1884.9 kg/ha, el testigo tuvo su mayor rendimiento con la variedad Blanca de Hualhuas con 1878.1 kg/ha y el Biofertilizante tuvo su mayor rendimiento con la variedad Blanca de Junín con 1518.7 kg/ha. El menor rendimiento se obtuvo con el guano de isla con la variedad Pasankalla con 666.7 kg/ha.

Leonardo (1985), en su investigación realizada en el distrito de San Lorenzo, con la variedad Blanca de Junín obtuvo el mayor resultado de 3098 kg/ha, con una fertilización de 120-60 de N-P, un resultado menor al que nosotros obtuvimos en esta investigación con una fertilización de 80-80-16 kg/ha; con la variedad Rosada de Huancayo, por otro lado, la variedad Blanca de Junín tuvo su mayor rendimiento de 2460.9 kg/ha con ésta misma fertilización, esta diferencia puede ser por la cantidad de nitrógeno empleado en este experimento, que fue menor a lo empleado por Leonardo. Risco (2011), con la misma variedad en Ayacucho, logró un rendimiento de 3406.25 kg/ha con guano de isla (80-80-16), superior a los obtenidos en este trabajo con el mismo nutriente y formulación, el mayor rendimiento con guano de isla que se logró fue 1884.9 con la variedad Blanca de Hualhuas. Risco (2011), obtuvo 2734.38 kg/ha con fertilización sintética con la formulación de 80-60 y 18.26 kg/ha de CaO, 273.48 kg/ha más que en esta investigación con la formulación 80-80-16 kg/ha.

Rosas en el 2015, en su investigación registró que en el tratamiento del sistema tradicional donde utilizó 80-40-00 de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O, logró un rendimiento de 3177 kg/ha con la variedad Blanca de Hualhuas, 523.9 kg/ha superior a lo obtenido en este trabajo con la misma variedad, también reportó rendimientos con Pasankalla y Rosada de Huancayo de 2373.3 y 2359.3 kg/ha, comparado con nuestra investigación la variedad Rosada de Huancayo obtuvo un rendimiento superior de 3672.9 kg/ha con fertilización química, caso contrario fue con Pasankalla, su rendimiento fue de 806.8 kg/ha mucho menor a cualquiera de estos tratamientos. En otra investigación con la variedad de Blanca de Junín se comparó las dosis de Sulfato de Amonio 80-0-0 y 80-80-0 observando el incremento del rendimiento de 78.63 kg/ha en condiciones del Valle del Mantaro (Fonseca, 1985).

**Tabla 31: Respuestas en rendimiento de la interacción de la fuente de nutriente con la variedad, localidad de San Lorenzo. Prueba de Duncan**

Duncan (0,05)				
DUNCAN	MEDIA	N	VARIEDAD	FUENTE DE NUTRIENTES
A	3672.9	3	Rosada de Huancayo	Fertilizante Químico
B	2653.1	3	Blanca de Hualhuas	Fertilizante Químico
C	2460.9	3	Blanca de Junín	Fertilizante Químico
D	1894.8	3	Blanca de Hualhuas	Estiércol
D	1884.9	3	Blanca de Hualhuas	Guano de isla
D	1878.1	3	Blanca de Hualhuas	Testigo
E	1616.1	3	Blanca de Junín	Guano de isla
E	1582.3	3	Rosada de Huancayo	Guano de isla
E	1578.6	3	Rosada de Huancayo	Testigo
E	1568.8	3	Blanca de Junín	Testigo
E	1518.7	3	Blanca de Junín	Biofertilizante
E	1372.9	3	Rosada de Huancayo	Biofertilizante
E	1283.9	3	Blanca de Junín	Estiércol
E	1230.2	3	Blanca de Hualhuas	Biofertilizante
E	1034.4	3	Rosada de Huancayo	Estiércol
E	938	3	Pasankalla	Testigo
E	879.2	3	Pasankalla	Estiércol
E	815.6	3	Pasankalla	Biofertilizante
E	806.8	3	Pasankalla	Fertilizante Químico
E	666.7	3	Pasankalla	Guano de isla

#### Altura de planta (cm)

En la tabla N° 32 de análisis de variancia sobre altura se aprecia que hay diferencias

estadísticas altamente significativas entre variedades y fuentes de fertilización, reportando que no existe diferencia significativa en la interacción de variedad y fertilizante, por lo tanto, no existe una interdependencia entre ambos factores.

**Tabla 32: Análisis de variancia sobre la altura en San Lorenzo.**

FV	GL	SC	CM	F-CAL	P-VALOR	SIG
VARIEDAD	3	9852.267	3284.089	8.65	0.0002	***
FUENTE DE NUTRIENTES (FN)	4	6824.933	1706.23325	4.49	0.0045	***
VAR*FN	12	4315.067	359.588917	0.95	0.51	NS
TOTAL	59	35518.933				

CV: 13,76;  $\alpha$ : 0.05

Utilizando la prueba de Duncan (Tabla N° 33) con un nivel de significancia de 5%, la variedad que alcanzó la mayor altura fue Blanca de Junín con 153 cm, Blanca de Hualhuas con un poco menos de dos centímetro, Rosada de Huancayo con 11 cm menos y la de menos altura Pasankalla con 120.6 cm. Se pudo ver que las alturas de cada una de las variedades del experimento están dentro de lo establecido por INIA (2013), excepto la variedad Pasankalla que está casi 10 cm por debajo de lo registrado. Quispe en el 2015, realizó una investigación con quinuas mutantes de la variedad Pasankalla donde obtuvo la mayor altura de 161,7 cm y la de menor altura con 111,5 cm, el testigo fue la variedad Pasankalla que obtuvo una altura de 129,9 en el experimento realizado en costa.

**Tabla 33: Respuesta en altura de las variedades, localidad de San Lorenzo. Prueba de Duncan**

Duncan (0,05)			
DUNCAN	MEDIA	N	VARIEDAD
A	153	15	Blanca de Junín
A	150.867	15	Blanca de Hualhuas
A	142	15	Rosada de Huancayo
B	120.6	15	Pasankalla

En la tabla de Duncan N° 34 se puede ver que hay diferencias significativas entre los diferentes nutrientes con respecto a la altura de planta. El fertilizante químico fue el que alcanzó mayor altura con 152.5 cm, una altura similar a la del guano de isla, el testigo con 147.833 cm, estiércol con 132 cm y el de menor altura es Biofertilizante con 125.667 cm. Gordon (2011), reportó en su investigación realizada en condiciones de La Molina con un tratamiento de guano de isla (80-80-16) kg/ha, una altura de 144.96 cm, con la variedad Rosada de Huancayo, también indicó que con la fertilización química con (80-80-16) kg/ha obtuvo una altura de 145.21 cm, medidas similar a la descrita en el presente trabajo, con la misma formulación en ambos tratamientos.

**Tabla 34: Efecto de cada fuente de nutriente sobre la altura, localidad de San Lorenzo. Prueba de Duncan**

Duncan (0,05)			
DUNCAN	MEDIA	N	FUENTE DE NUTRIENTES
A	152.5	12	Fertilizante químico
A	149.667	12	Guano de isla
B	147.833	12	Testigo
C	132	12	Estiércol
C	125.667	12	Biofertilizante

### Días a la floración

En la tabla N° 35 de análisis de variancia sobre días a la floración se aprecia que hay diferencias estadísticas altamente significativas entre las variedades, también se observa que no son afectados significativamente por la interacción entre la variedad y el nutriente utilizado, y no existe diferencia estadística entre los diferentes nutrientes utilizados en el experimento.

**Tabla 35: Análisis de variancia sobre días a la floración en San Lorenzo.**

FV	GL	SC	CM	F-CAL	P-VALOR	SIG
VARIEDAD	3	1179	393	22.70	0.0001	****
FUENTE DE NUTRIENTES (FN)	4	42.433	10.60825	0.61	0.65	NS
VAR*FN	12	203.167	16.9305833	0.98	0.48	NS
TOTAL	59	2085.933				

CV: 4,78;  $\alpha$ : 0.05

En la tabla N° 36 se ve la prueba de Duncan utilizada a un 5%, que permite ver las diferencias entre las variedades, la más precoz fue Pasankalla con 81.4 días, la Rosada de Huancayo con 84 días, Blanca de Junín con 91 días y la más tardía fue Blanca de Hualhuas con 91.6 días. Se muestra los resultados casi igual que los otros tratamientos realizados en las localidades anteriores, la variedad Pasankalla sobresale por su precocidad, que es por sus características genéticas. En el experimento realizado por Quillatupa en el 2009, en condiciones de costa, las accesiones de quinua estudiadas obtuvieron en promedio 76,88 días a la floración. Promedio similar al obtenido con la variedad Pasankalla.

**Tabla 36: Respuesta sobre días a la floración de las variedades, localidad de San Lorenzo. Prueba de Duncan**

Duncan (0,05)			
DUNCAN	MEDIA	N	VARIEDAD
A	91.6	15	Blanca de Hualhuas
A	91.133	15	Blanca de Junín
B	84	15	Rosada de Huancayo
B	81.4	15	Pasankalla

### Porcentaje de Mildiu

En la tabla N° 37 de análisis de variancia sobre mildiu se aprecia que hay diferencias estadísticas altamente significativas entre variedades y fuentes de nutrientes, también existe diferencia significativa entre la interacción de la variedad y el efecto de nutrientes, con respecto al ataque de mildiu.

**Tabla 37: Análisis de variancia sobre mildiu en San Lorenzo.**

FV	GL	SC	CM	F-CAL	P-VALOR	SIG
VARIEDAD	3	2673.333	891.111	274.56	0.0001	****
FUENTE DE NUTRIENTES (FN)	4	276.667	69.16675	21.31	0.0001	****
VAR*FN	12	376.667	31.3889167	9.67	0.0001	****
TOTAL	59	3460				

CV: 6,67;  $\alpha$ : 0.05

Así en la tabla de Duncan N° 38, con un nivel de significación del 5% se puede ver diferencias significativas en las variedades. La variedad más afectada Pasankalla con 34%,

similar Blanca de Junín con 33.33%, Blanca de Hualhuas con 20.6% y la menos afectada Rosada de Huancayo con 20%.

La variedad Rosada de Huancayo presentó susceptibilidad a esta enfermedad pero respondió favorablemente a los tratamiento empleados, la variedad Pasankalla como en todos los tratamientos que se estudiaron en esta investigación resultó una de las más afectadas por esta enfermedad, junto con la Blanca de Junín, fueron las que no respondieron de manera favorable frente a los productos biológicos o biofertilizantes para el manejo de esta enfermedad.

**Tabla 38: Respuesta sobre mildiu de las variedades, localidad de San Lorenzo.**

**Prueba de Duncan**

Duncan (0,05)			
DUNCAN	MEDIA	N	VARIEDAD
A	34	15	Pasankalla
A	33.333	15	Blanca de Junín
B	20.667	15	Blanca de Hualhuas
B	20	15	Rosada de Huancayo

En la tabla N° 39, el factor nutriente, muestra que el tratamiento con estiércol fue el más afectado con 30%, guano de isla presentó daños similares, Biofertilizante con 25.83% y los menos afectados fue químico y testigo con 25%.

**Tabla 39: Efecto de cada fuente de nutriente sobre mildiu, localidad de San Lorenzo.**

**Prueba de Duncan**

Duncan (0,05)			
DUNCAN	MEDIA	N	FUENTE DE NUTRIENTES
A	30	12	Estiércol
A	29.167	12	Guano de isla
B	25.833	12	Biofertilizante
B	25	12	Fertilizante químico
B	25	12	Testigo

En la interacción entre la variedad y nutriente sobre el porcentaje de mildiu (Tabla 40) se puede observar que la variedad Pasankalla obtuvo la mayor incidencia que fue de 40%, con el estiércol y guano de isla, seguido la Blanca de Junín con estiércol, donde el ataque fue similar. El tratamiento con Biofertilizante tuvo una incidencia de 30% con Pasankalla, similar fue el daño con la misma variedad pero con el fertilizante químico. La variedad que



tuvo el menor ataque de esta enfermedad fue la Rosada de Huancayo con el tratamiento estiércol con un 20%. También se puede apreciar que la menor incidencia se presentó con Rosada de Huancayo y Blanca de Hualhuas, utilizando cualquiera de las fuentes de nutrientes. Estos resultados contradicen lo mencionado por el INIA (2013), donde la variedad Pasankalla es tolerante al mildiu. La otra variedad más afectada fue Blanca de Junín, susceptible a la enfermedad, por otro lado, la Rosada de Huancayo y Blanca de Hualhuas respondieron favorablemente a los tratamientos empleados, tales como Alopes - 100ml, Biolac – 50ml, Cobboss -50ml y Pus -50ml, aplicados periódicamente cada 15 días para controlar esta enfermedad. La variedad Pasankalla como en todos los tratamientos que se estudiaron en esta investigación resultó una de las más afectadas por esta enfermedad, junto con la Blanca de Junín, fueron las que no respondieron de manera favorable frente a los productos biológicos o biofertilizantes para el manejo de esta enfermedad.

**Tabla 40: Respuesta de la interacción entre la fuente de nutriente con la variedad sobre mildiu, localidad de San Lorenzo. Prueba de Duncan**

Duncan (0,05)				
DUNCAN	MEDIA	N	VARIEDAD	FUENTE DE NUTRIENTES
A	40	3	Pasankalla	Estiércol
A	40	3	Pasankalla	Guano de isla
A	40	3	Blanca de Junín	Estiércol
A	36.7	3	Blanca de Junín	Guano de isla
B	30	3	Pasankalla	Biofertilizante
B	30	3	Pasankalla	Testigo
B	30	3	Blanca de Junín	Biofertilizante
B	30	3	Pasankalla	Fertilizante químico
B	30	3	Blanca de Junín	Fertilizante químico
B	30	3	Blanca de Junín	Testigo
C	23.3	3	Blanca de Hualhuas	Biofertilizante
C	20	3	Blanca de Hualhuas	Estiércol
C	20	3	Blanca de Hualhuas	Fertilizante químico
C	20	3	Blanca de Hualhuas	Testigo
C	20	3	Rosada de Huancayo	Biofertilizante
C	20	3	Blanca de Hualhuas	Guano de isla
C	20	3	Rosada de Huancayo	Fertilizante químico
C	20	3	Rosada de Huancayo	Guano de isla
C	20	3	Rosada de Huancayo	Testigo
C	20	3	Rosada de Huancayo	Estiércol

### Días a la madurez

En la tabla N° 41 de análisis de variancia sobre días a la madurez se aprecia que hay diferencias estadísticas altamente significativas entre las variedades y que no existe diferencias significativas en la interacción entre la variedad y nutrientes, también se puede observar que los tipos de nutrientes aplicados en el experimento no afectaron significativamente a los días a la madurez.

**Tabla 41: Análisis de variancia sobre días a la madurez en San Lorenzo.**

FV	GL	SC	CM	F-CAL	P-VALOR	SIG
VARIEDAD	3	11755.8	3918.6	115.60	0.0001	****
FUENTE DE NUTRIENTES (FN)	4	42.333	10.58325	0.31	0.86	NS
VAR*FN	12	478.867	39.9055833	1.18	0.33	NS
TOTAL	59	13576.333				

CV: 3,93;  $\alpha$ : 0.05

En la tabla N° 42 se ve la prueba de Duncan con un nivel de significancia de 5% nos muestra que la variedades más precoces fue Pasankalla con 132 días, Rosada de Huancayo demoró 5 días más, Blanca de Hualhuas con 153 días y la más tardía fue Blanca de Junín con 167.7 días.

INIA (2013), menciona que la variedad en estudio, como la Pasankalla llega a la madurez fisiológica a los 144 días, por su precocidad, por otro lado, la Blanca de Junín registra su madurez a los 170 días, así confirmando los resultados en esta investigación. Quillatupa (2009), en su experimento realizado con diferentes accesiones quinua de las ciudades de Puno, Ancash, Bolivia, Cajamarca, Arequipa y Cuzco en costa, obtuvo en promedio los días a la madurez en 125.31 días, también menciona que las diferencias se presentaron en la fase de maduración, esto puede atribuirse a los diferentes genotipos, al ambiente y a la interacción entre ambos.

**Tabla 42: Respuesta sobre los días a la madurez de las variedades, localidad de San Lorenzo. Prueba de Duncan**

Duncan (0,05)			
DUNCAN	MEDIA	N	VARIEDAD
A	167.733	15	Blanca de Junín
B	153.933	15	Blanca de Hualhuas
C	137.333	15	Rosada de Huancayo
D	132.333	15	Pasankalla

## **V. CONCLUSIONES**

1. El efecto del Biofertilizante varió de acuerdo a la localidad siendo Aramachay donde se obtuvieron los mayores rendimientos.
2. Se obtuvo diferencias en el rendimiento con abono orgánico siendo el tratamiento con estiércol el que superó en rendimientos a las otras fuentes orgánicas.
3. Solo se tuvo respuesta a la interacción entre variedades y fuentes de nutrientes, en la localidad de San Lorenzo, donde la variedad Rosada de Huancayo tuvo el mayor rendimiento con el fertilizante químico.
4. Se encontraron diferencias en rendimiento de las variedades para las diferentes localidades.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. La variedad recomendada de acuerdo a los resultados de esta investigación para cultivar en el Valle del Mantaro son la Rosada de Huancayo y Blanca de Hualhuas; sin embargo, hay que incluir en las futuras investigaciones otras variedades que están actualmente en el mercado como la variedad INIA Santa Ana.
2. Realizar una investigación utilizando las mismas fuentes orgánicas pero aumentando la dosis de aplicación en determinados estados fenológicos.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAZILE D. *et al.* 2014. Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013. FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia). Pp. 458.
- BERNETT, A. 2005. Efecto de la fertilización Nitrogenada en el Rendimiento de Tres Variedades de Quinua (*Chenopodium quinoa* willd.) Bajo Riego por Goteo. Tesis para obtener título de ingeniero agrónomo. Pp. 21, 22, 38, 62, 64, 107 y 108.
- CCL, 2015. Consultada: 15 de octubre del 2015. Disponible: <http://semanaeconomica.com/article/extractivos/154857-ccl-exportacion-de-quinua-crecio-seis-veces-mas-en-valor-en-los-ultimos-dos-anos/>. Pp. 2
- CHILON, E.2013. El Compost Alto Andino como Sustento de la Fertilidad del Suelo Frente al Cambio Climático. Revista de Ciencia Agro. Pp. 458.
- ECHEGARAY, T. 2003. Evaluación de métodos de cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo condiciones de costa. Tesis para obtener título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima- Perú. Pp.27.
- FAO e IFA. 2002. Los fertilizantes y su uso. Cuarta edición. Roma. Pp. 8 y 9.
- FONSECA, M. 1985. Evaluación del rendimiento y del contenido de proteínas del grano de la variedad de Quinua Blanca de Junín influenciado por el abonamiento NITRO – FOSFATO. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima- Perú. Pp. 6, 26, 44 y 57.
- PROINPA, 2004. Estudios de los Impactos Sociales, Ambientales, y Económicos de la Promoción de la Quinua en Bolivia. Edición Rojas, W. La Paz – Bolivia. Pp. 4.
- GARCIA, P. LUCENA, J. RUANO, S. NOGALES, M. 2009. Guía de práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. Parte I. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Pp. 20, 2 y 46.
- GESTION, 2014. Consultada: 12 de noviembre del 2014. Disponible: <http://gestion.pe/economia/bolivia-preocupado-que-peru-lo-desplace-como-principal-productor-quinua-2111804>. Pp. 14.

- GARAY, O. y OCHOA, A. 2010. Primera aproximación para la identificación de los diferentes tipos de suelo agrícola en el valle del río Mantaro. Instituto Geofísico del Perú. Lima-Perú. Pp. 12.
- GOMEZ, L. y otros. 2014. Perú. Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013. Editado por la FAO. Pp. 458.
- GOMEZ, L. 2015. Guía de cereales menores y granos nativos. 2 da parte. Programa de cereales de la UNALM. La Molina-Perú. Pp.13, 26, 41, 16, 131, 152 y 153.
- GOMEZ, L. AGUILAR, E. 2012. Manual del cultivo de quinua. Editado por el proyecto VLIR/ UNALM. Impreso en Lima, Perú. Pp.8-22,25, 26, 30, 32 y 33.
- GORDON, A. 2011. Sistema de Cultivo de la Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y su Efecto en el Rendimiento y Calidad en Condiciones de Verano en la Molina. Tesis para optar el grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima- Perú. Pp. 21, 22,23, 75,76 y 87.
- GORDON, A. GOMEZ, L. 2012. Sistemas de Cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y su efecto en el rendimiento y calidad en condiciones de verano en la Molina. Agro Enfoque. V28. N° 185. Pp. 40.
- JACOBSE, S. y SHERWOOD, S. 2002. Cultivos de granos andinos en Ecuador. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación- Centro Internacional de la Papa- Catholic Relief Services. Coedición con Ediciones Abaya-Yala. Quito- Ecuador. Pp. 29.
- INIA, 2013. Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. Consulta: 10 enero del 2016. Disponible: <http://www.fao.org/3/a-as890s.pdf>.
- INIA, 2012. Manejo del cultivo de la quinua. Estación Experimental Agraria. Consulta: 2 de enero del 2016. Disponible: <http://www.inia.gob.pe/prod-servicios/publicaciones/publicacion/hojas-divulgativas>.
- LEON, J. 2003. Cultivo de la quinua en Puno –Perú. Descripción, Manejo y Producción. Pp. 26 y 27.
- LEON, R. 2014. Respuesta del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) línea mutante “la molina 89-77 a tres regímenes de riego en condiciones de la molina”. Tesis para obtener título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima- Perú. Pp. 46.
- LEONARDO, V. 1985. Estudio de cuatro densidades de siembra y tres niveles de abonamiento en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Tesis para

- obtener título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima- Perú. Pp.45, 46, 50 y 65.
- MARTINEZ-VIERA, R; DIBUT, B y YOANIA, Ríos. Efecto de la integración de aplicaciones agrícolas de biofertilizantes y fertilizantes minerales sobre las relaciones suelo-planta. *cultrop* [online]. 2010, vol.31, n.3. Consultada 22/08/2015. Disponible en: <[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S025859362010000300009&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025859362010000300009&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0258-5936.
  - MERCADO, V. 2001. El Mildiu de la quinua y su transmisión por medio de semillas. Tesis para optar el título de ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú. Pp.32.
  - MINAGRI. Publicaciones y prensa. El Perú sigue siendo la primera potencia mundial en producción y exportación de quinua. Fecha de consulta: 12 de agosto del 2015. Pp. 17.
  - MIRANDA, E.1997. Efectos de Diversas Fuentes de Materia Orgánica en el Sistema Mixto de Producción Hortícola conducido Biológicamente. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima- Perú. Pp.7.
  - MORENO, A. 2012. Manual de nutrición y fertilización de la quinua. Primera edición. Diseño e impresión FUNART. Pp. 9.
  - MORENO, A. 2015. Actividades de riego, abonado y tratamientos en cultivos. Ediciones Paraninfo S.A. España. Pp. 109.
  - MUJICA, A. CANAHUA, A. SARAVIA, R. 2010. Libro Quinua Ancestral del cultivo de Los Andes. Capítulo II. Agronomía del cultivo de la quinua. Publicado por Miranda, M. Consultada el 10/09/2015. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/29879087/Libro-Quinua-Ancestral-Cultivo-de-Los-Andes-R-Miranda#scribd>.
  - NAVARRO, G. y NAVARRO, S. 2014. Fertilizantes química y acción. Ediciones Mundi-Prensa. España. Pp. 107.
  - NUÑEZ, R. SALGADO, S. 2010. Manejo de Fertilizante Químicos y Orgánicos. Primera Edición. Editorial Aedos, S.A. Pp. 34, 35, 41, 49, 51, 104,117.
  - PORRAS, Z. 2015. Evaluación del sistema de riego por goteo y exudación en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el INIA- LA MOLINA. Tesis



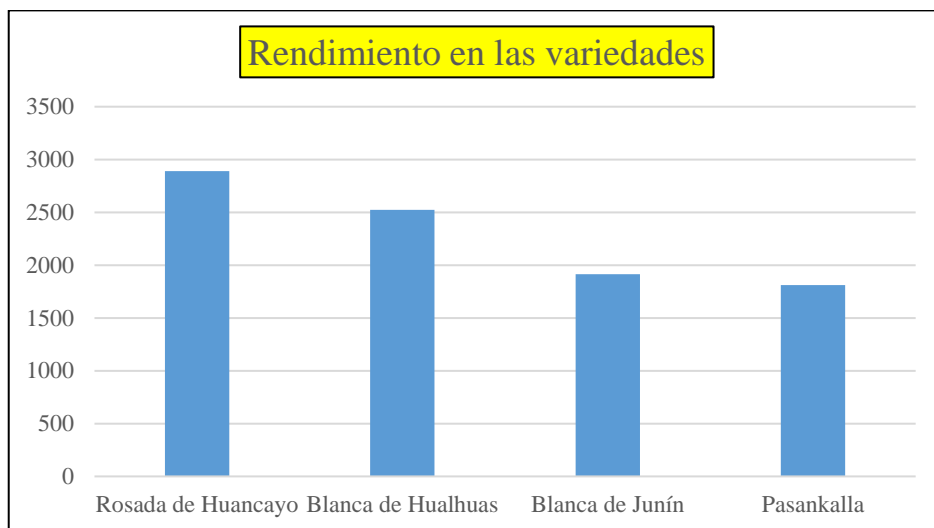
para optar el título de ingeniero agrícola. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima-Perú. Pp. 84.

- PUPIALE, C. SILVA, A. 2008. Respuesta del Frijol Lima (*Phaseolus vulgaris* L) a la Aplicación de Abono Orgánico a Base de Residuos Sólidos de Fique, Tambo, Departamento de Nariño, Pp. 3-4, 7 – 8. Colombia. Disponible en: <file:///C:/Users/Gabriela%20Leon/Downloads/Dialnet-RespuestaDelFrijolLimaPhaseolusVulgarisLALaAplicac-5104164.pdf>.
- QUILLATUPA, C. 2009. Caracterización de las fases fenológicas determinación de unidades de calor y rendimiento de 16 genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en condiciones de la molina. Tesis para obtener título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. Pp. 80.
- QUISPE, L. 2015. Evaluación del potencial de rendimientos y calidad de líneas mutantes de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Pasankalla en condiciones de costa central. Tesis para obtener título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima- Perú Pp.30, 40 y 43.
- RISCO, A.2011. Efectos de 5 Propuestas de Abonamiento y dos Distanciamientos entre Surco en el Rendimiento y Calidad de Quinua (*Chenopodium quinoa* willd.) en Vilcashuaman - Ayacucho. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima- Perú. Pp. 49.
- ROSAS, G. 2015. Evaluación agronómica de diez variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Tesis para obtener título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima- Perú. Pp.30, 31, 36,38, 46.
- SANCHEZ, G. 2013. Las Plagas de la Quinua y su Control. Curso: El cultivo de Quinua en la Molina.
- RUTTE, S. ALVAREZ, M. 1990. La quinua hacia un cultivo comercial. Latinreco S.A. Quito. Pp. 110,112.
- SANCHEZ, S. HERNANDEZ, M. RUZ, F. Alternativas de manejo de la fertilidad del suelo en ecosistemas agropecuarios. Pastos y Forrajes, Matanzas, v. 34, n. 4, dic. 2011. Consultada 28/08/2015. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S086403942011000400001&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S086403942011000400001&lng=es&nrm=iso).
- SALGADO S. *et al.* 2006. Manejo de fertilizantes y abonos orgánicos. Colegio de Postgraduados Campus Tabasco. México. Pp. 75, 76,98 y 106.

- SESAN. 2013. Investigación sobre el cultivo de la quinua o quinoa. Unidad de Gestión de Riesgo en SAN y Cambio Climático. Guatemala. Pp. 31.
- Solid OPD. 2010. Tecnología productiva de la quinua. Módulo I. Primera edición. Pp. 27 y 28.
- Solid OPD. 2010. Tecnología productiva de la quinua. Módulo II. Primera edición. Pp. 42-
- SUQUILANDA, M. 2007. Producción orgánica de cultivos andinos (Manual técnico). Pp. 191-216,203 y 207.
- TAPIA, M. y A.M. Fries. 2007. Guía de Campo de los Cultivos Andinos. FAO y ANPE. Lima. Pp. 81.
- TAPIA, M. 1997. Cultivos andinos subexplotación y su aporte a la alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Segunda edición. Chile. Pp.16, 43 y 52.
- TAPIA, M. *et al.* 1979. Quinua y Kañiwa. Cultivos andinos. (M.E. Tapia ed.). Archivo 49767. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Bogotá – Colombia. Pp. 87, 88, 95 y 102.

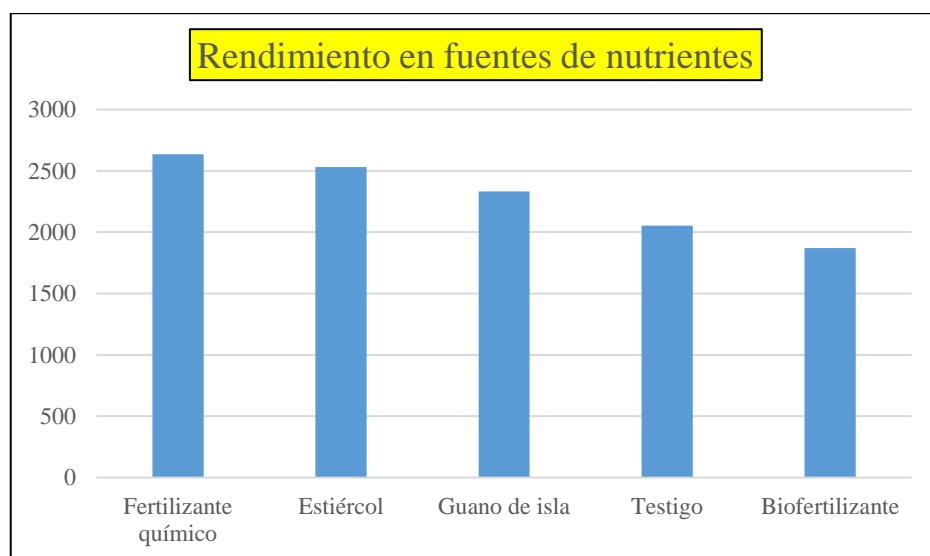
## VIII. ANEXOS

**Anexo 1: Rendimiento (kg/ha) de las variedades en la localidad de Aramachay.**



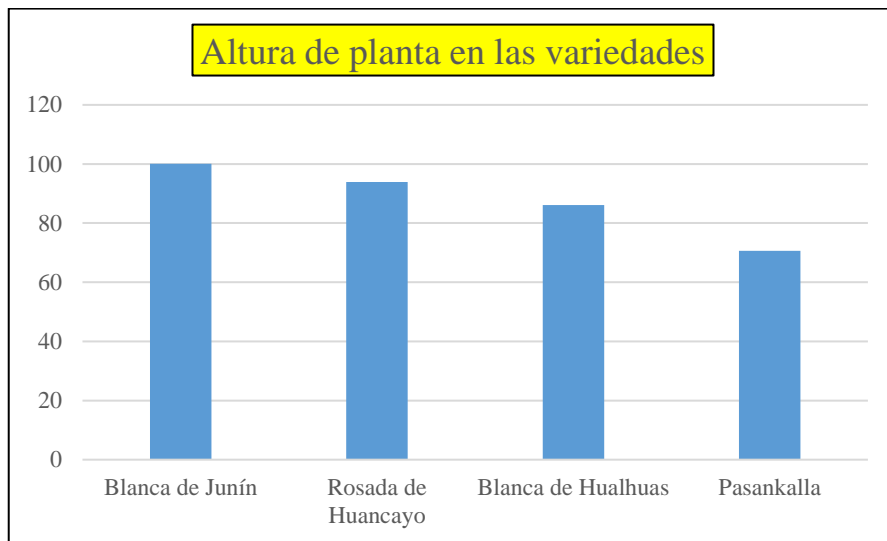
FUENTE: Elaboración propia.

**Anexo 2: Rendimiento (kg/ha) en las diferentes fuentes de nutrientes en la localidad de Aramachay.**



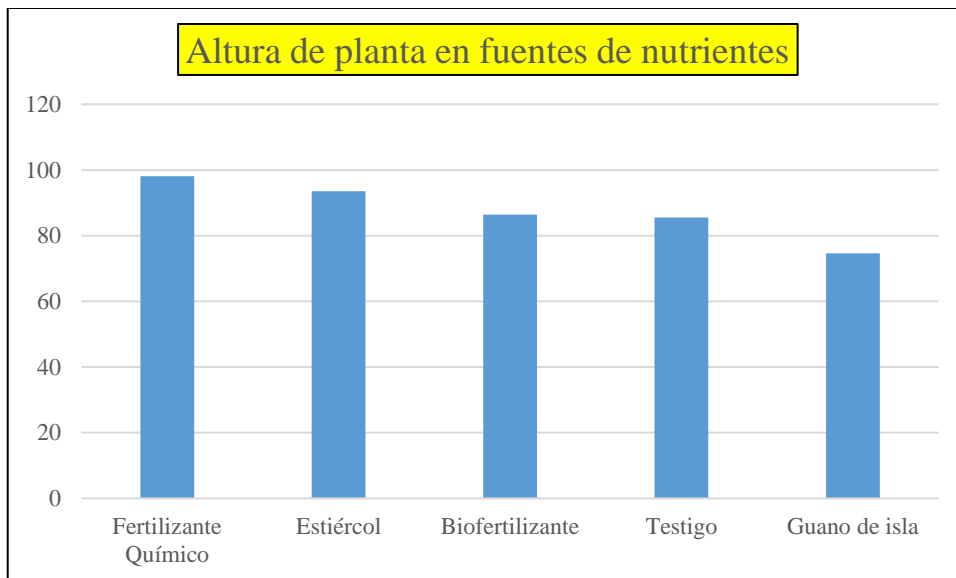
FUENTE: Elaboración propia.

**Anexo 3: Altura de planta (cm) de las variedades en la localidad de Aramachay.**



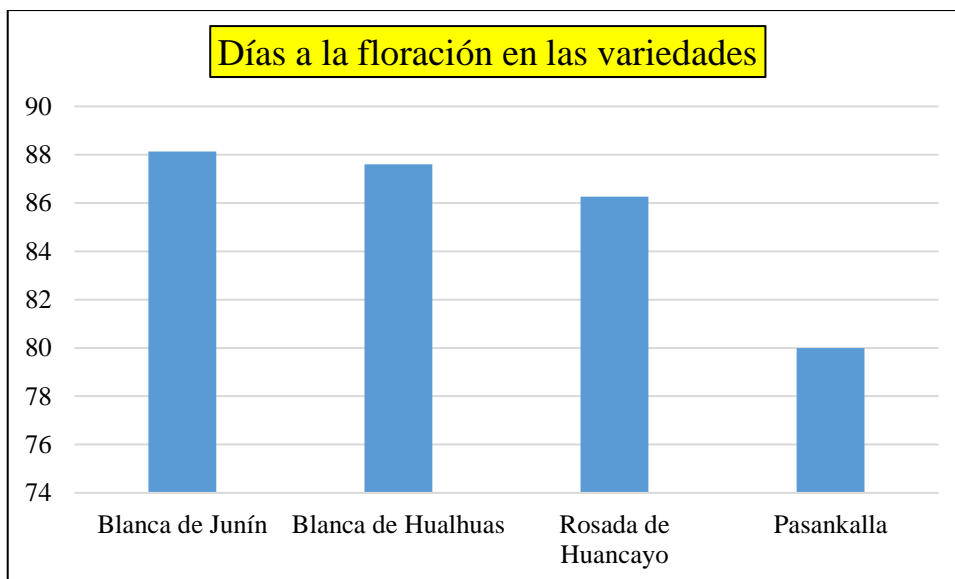
FUENTE: Elaboración propia.

**Anexo 4: Altura de planta (cm) en las diferentes fuentes de nutrientes en la localidad de Aramachay.**



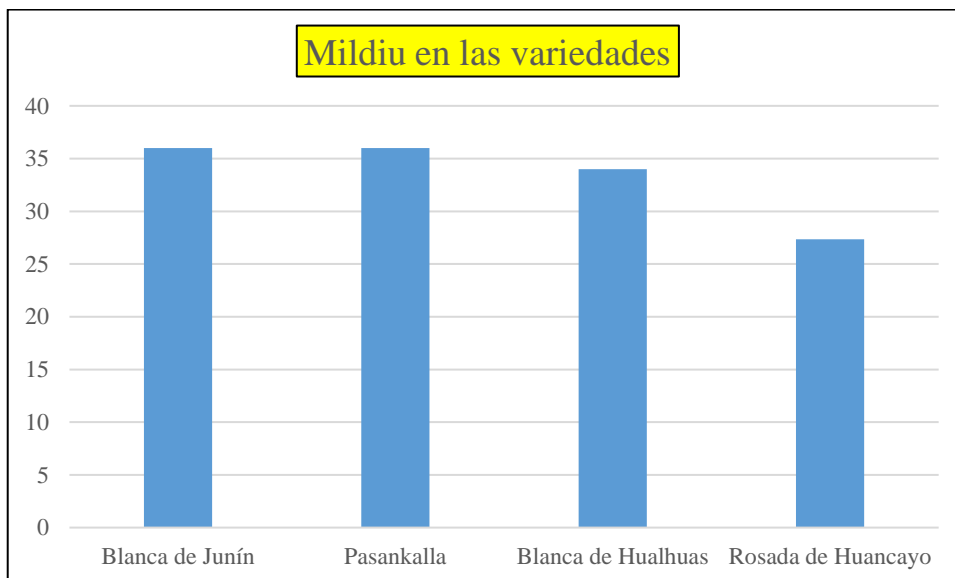
FUENTE: Elaboración propia.

**Anexo 5: Días a la floración de las variedades en la localidad de Aramachay.**



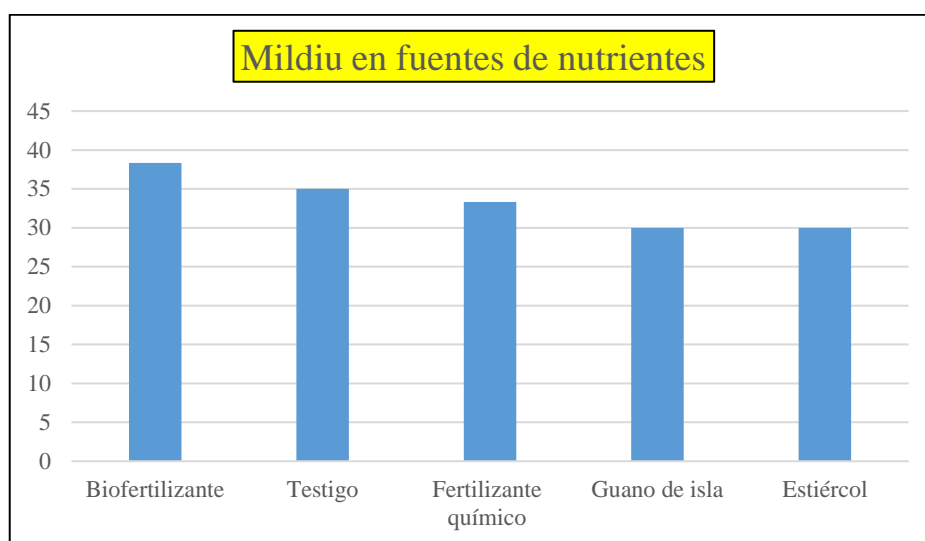
FUENTE: Elaboración propia.

**Anexo 6: Mildiu (%) en las variedades en la localidad de Aramachay.**



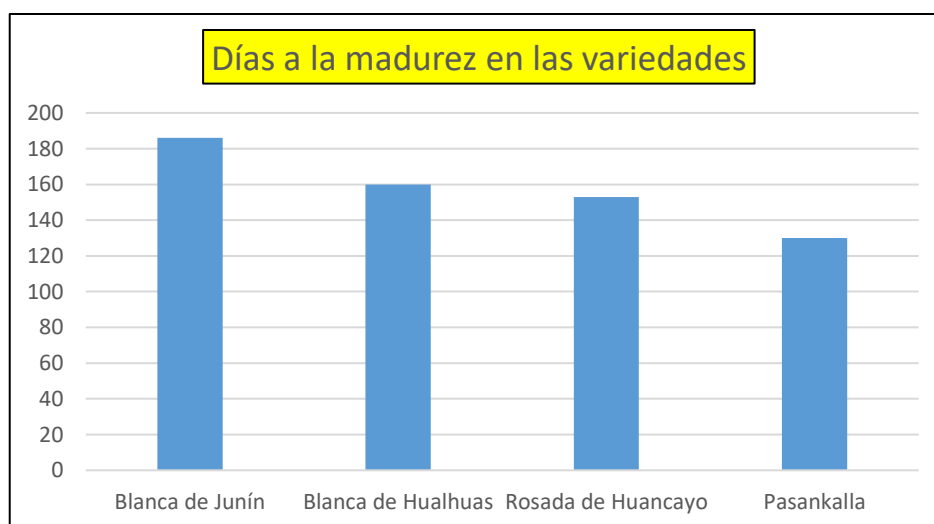
FUENTE: Elaboración propia.

**Anexo 7: Mildiu (%) en las diferentes fuentes de nutrientes en la localidad de Aramachay.**



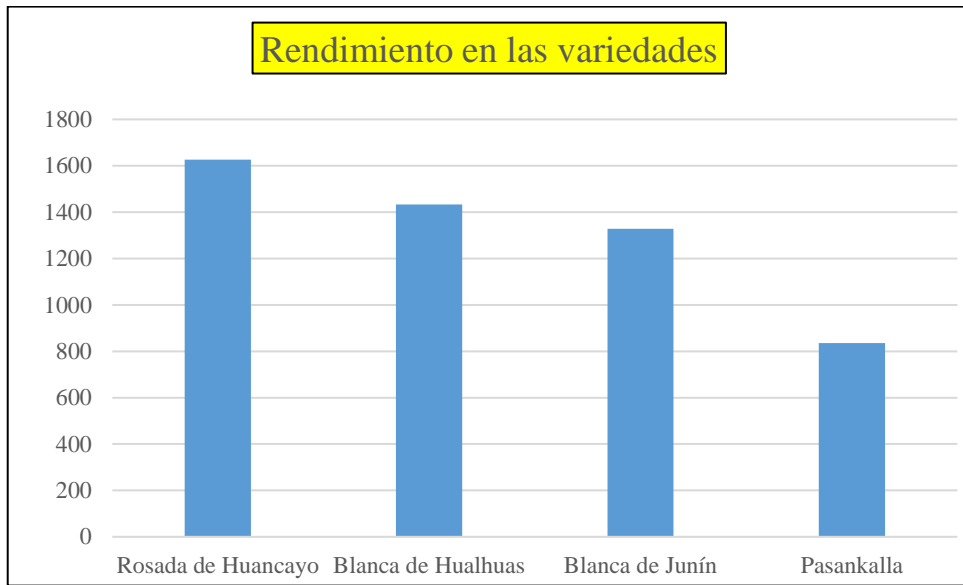
FUENTE: Elaboración propia.

**Anexo 8: Días a la madurez de las variedades en la localidad de Aramachay.**



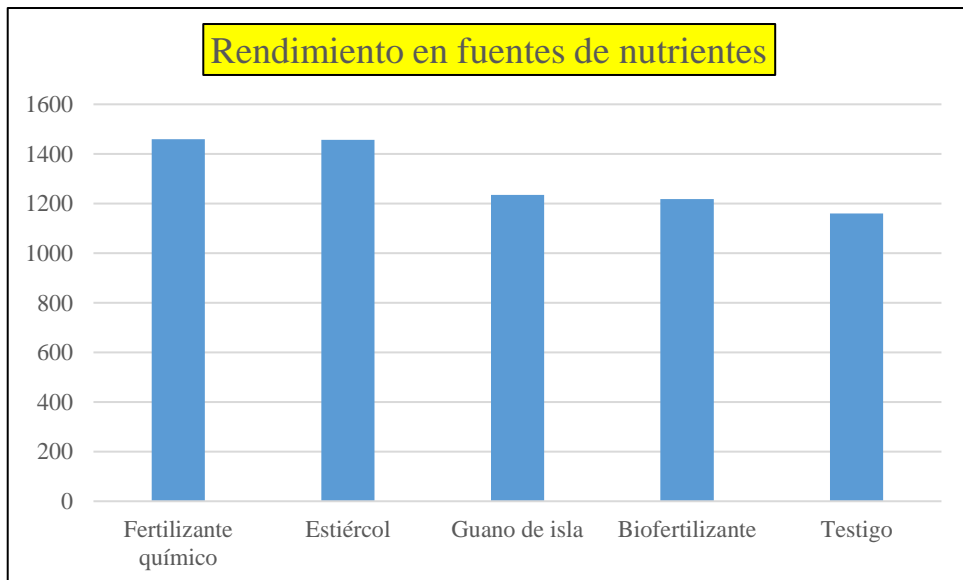
FUENTE: Elaboración propia.

**Anexo 9: Rendimiento (kg/ha) de las variedades en la localidad de Aco.**



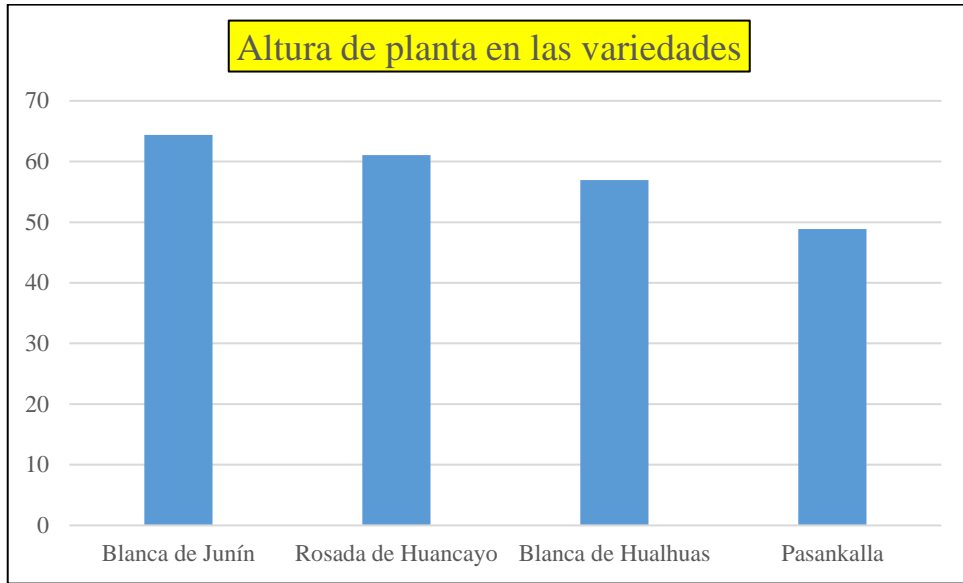
FUENTE: Elaboración propia.

**Anexo 10: Rendimiento (kg/ha) en las diferentes fuentes de nutrientes en la localidad de Aco.**



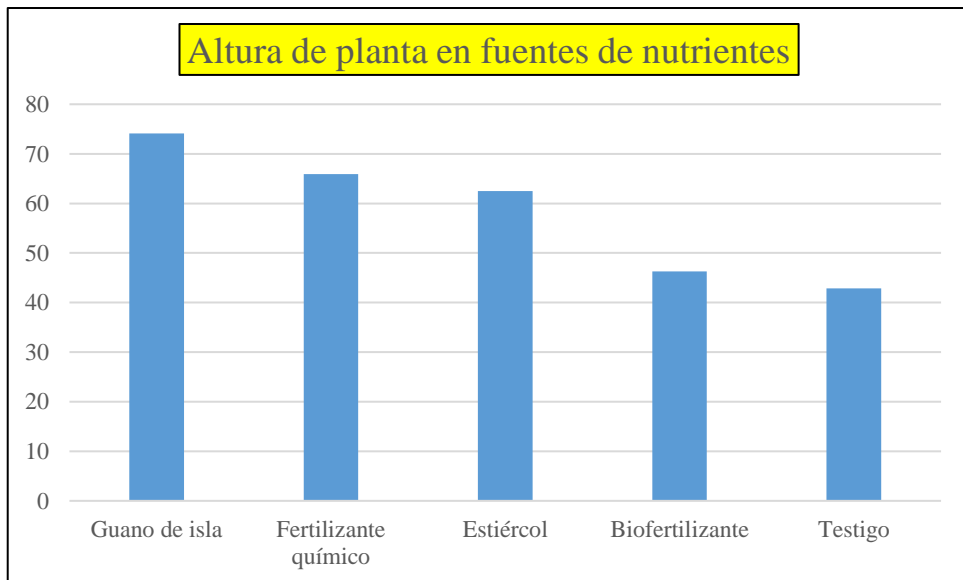
FUENTE: Elaboración propia.

**Anexo 11: Altura de planta (cm) de las variedades en la localidad de Aco.**



FUENTE: Elaboración propia.

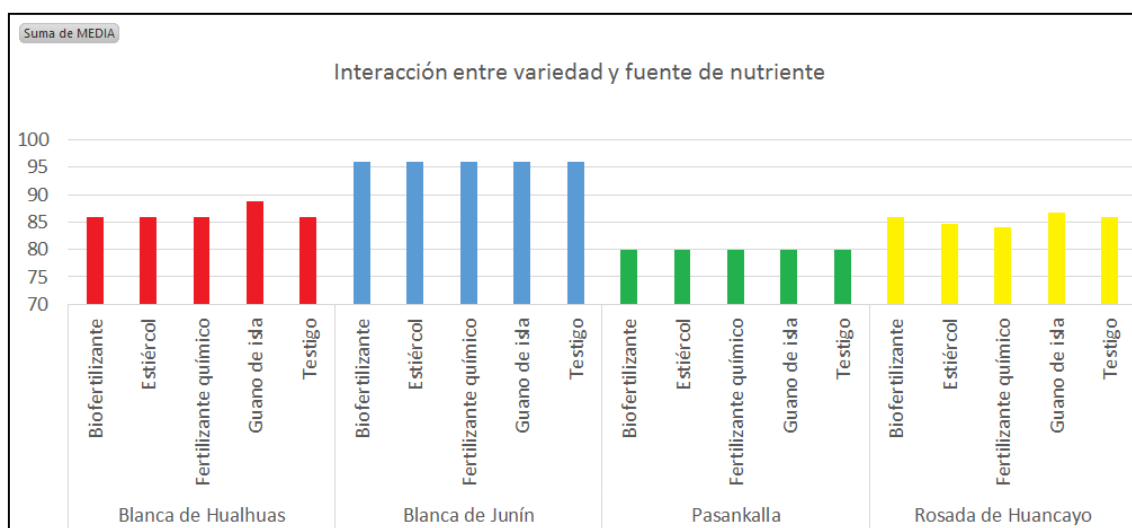
**Anexo 12: Altura de planta (cm) en las diferentes fuentes de nutrientes en la localidad de Aco.**



FUENTE: Elaboración propia.

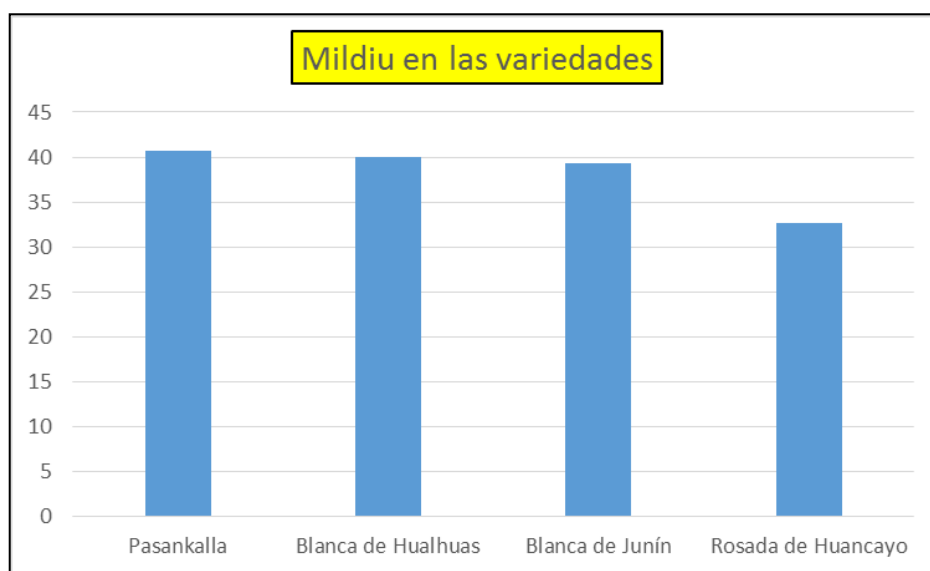


**Anexo 13: Días a la floración entre la interacción de las variedades y fuentes de nutrientes en la localidad de Aco.**



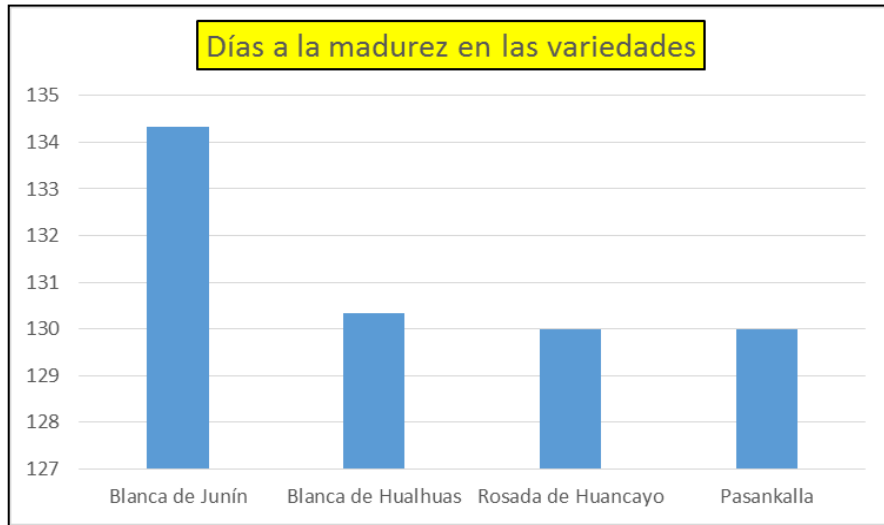
FUENTE: Elaboración propia.

**Anexo 14: Mildiu (%) en las variedades en la localidad de Aco.**



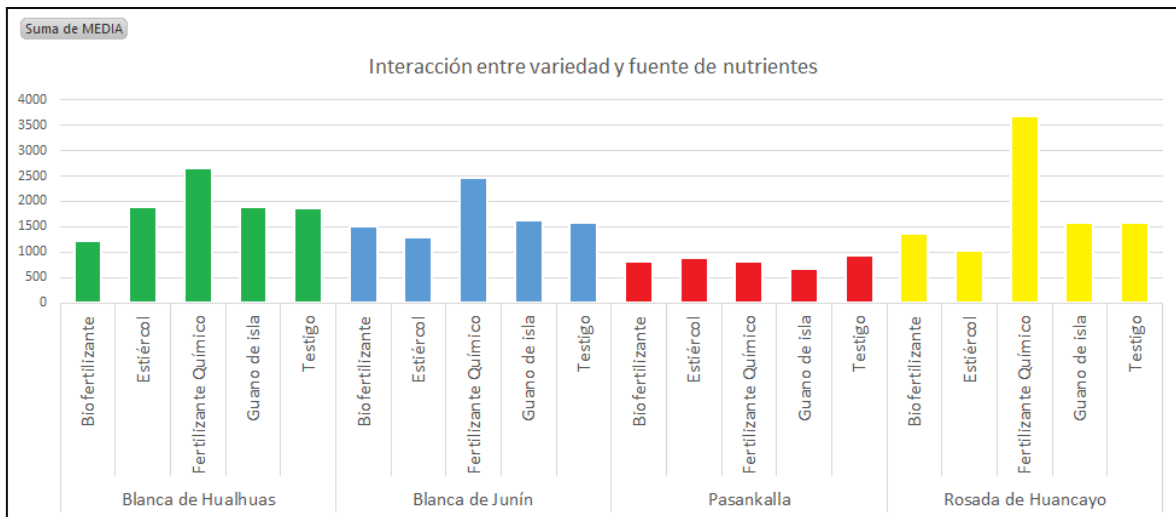
FUENTE: Elaboración propia.

**Anexo 15: Días a la madurez en las variedades en la localidad de Aco.**



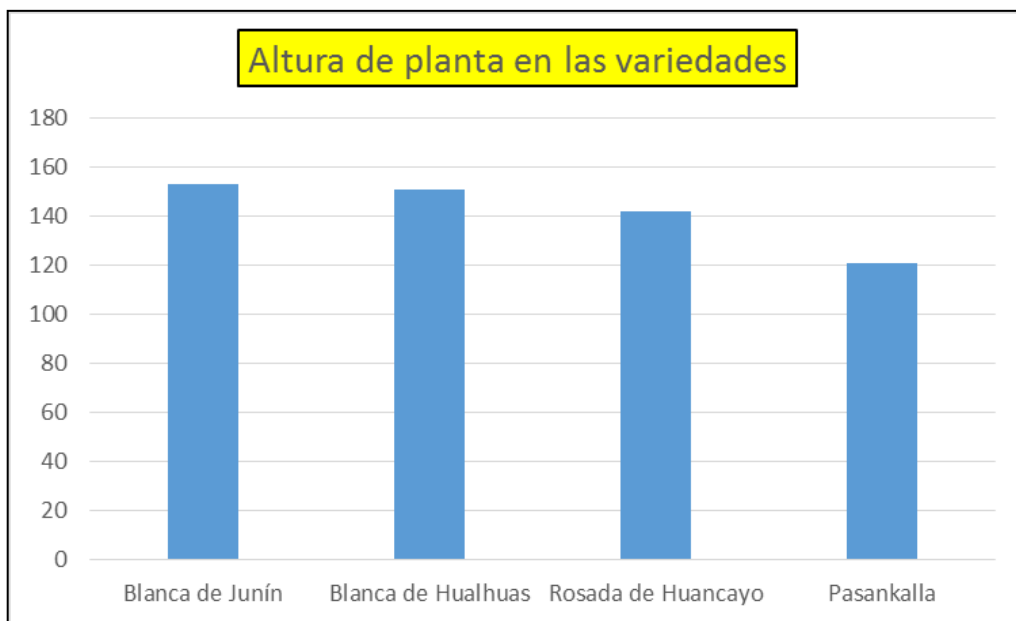
FUENTE: Elaboración propia.

**Anexo 16: Rendimiento (kg/ha) entre la interacción de las variedades y fuentes de nutrientes en la localidad de San Lorenzo.**



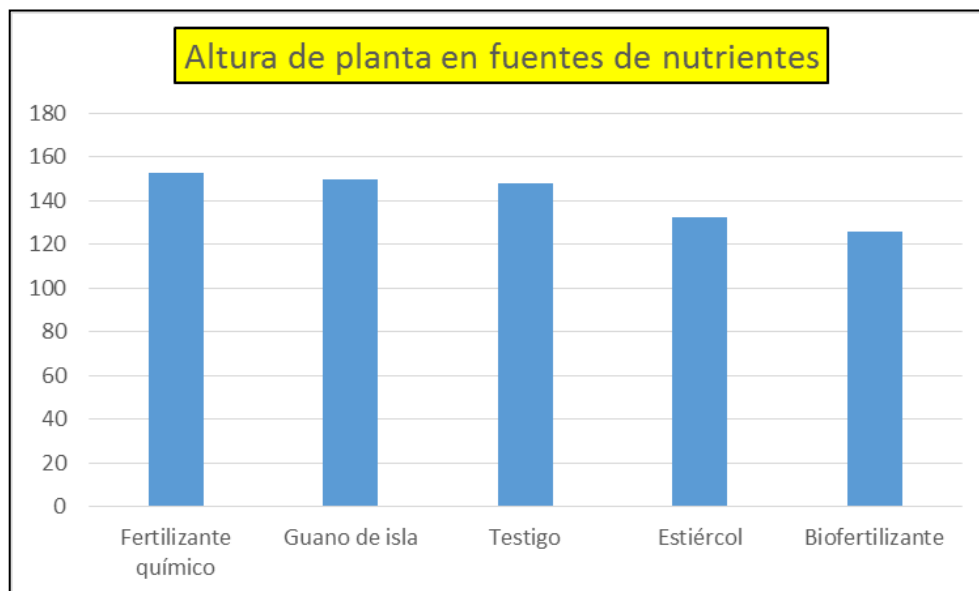
FUENTE: Elaboración propia.

**Anexo 17: Altura de planta (cm) de las variedades en la localidad de San Lorenzo.**



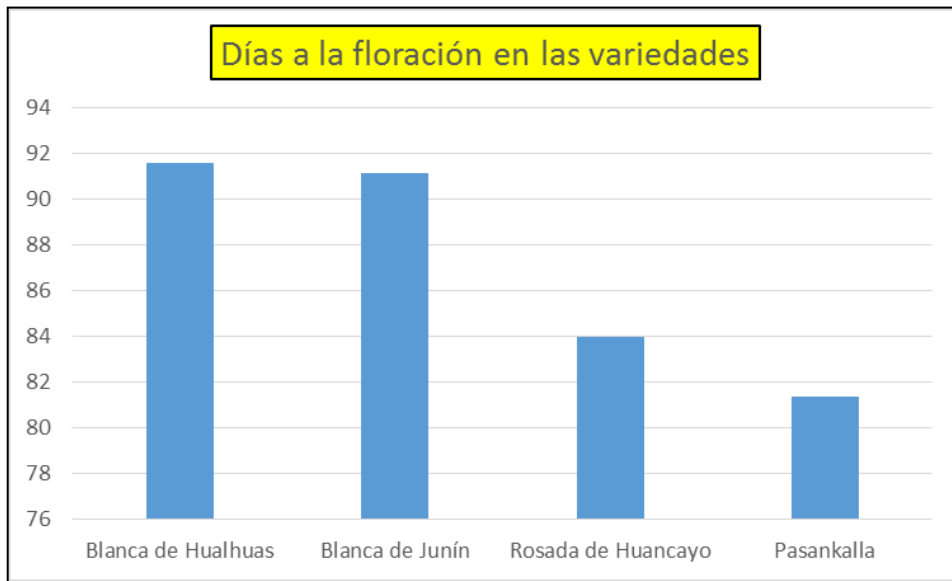
FUENTE: Elaboración propia.

**Anexo 18: Altura de planta (cm) en las diferentes fuentes de nutrientes en la localidad de San Lorenzo.**



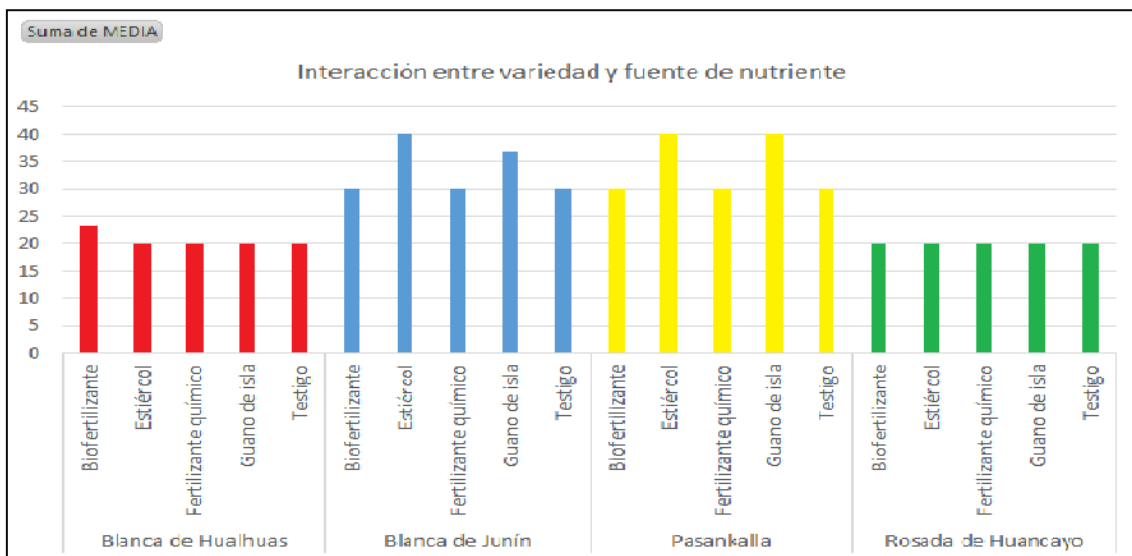
FUENTE: Elaboración propia.

**Anexo 19: Días a la floración de las variedades en la localidad de San Lorenzo.**



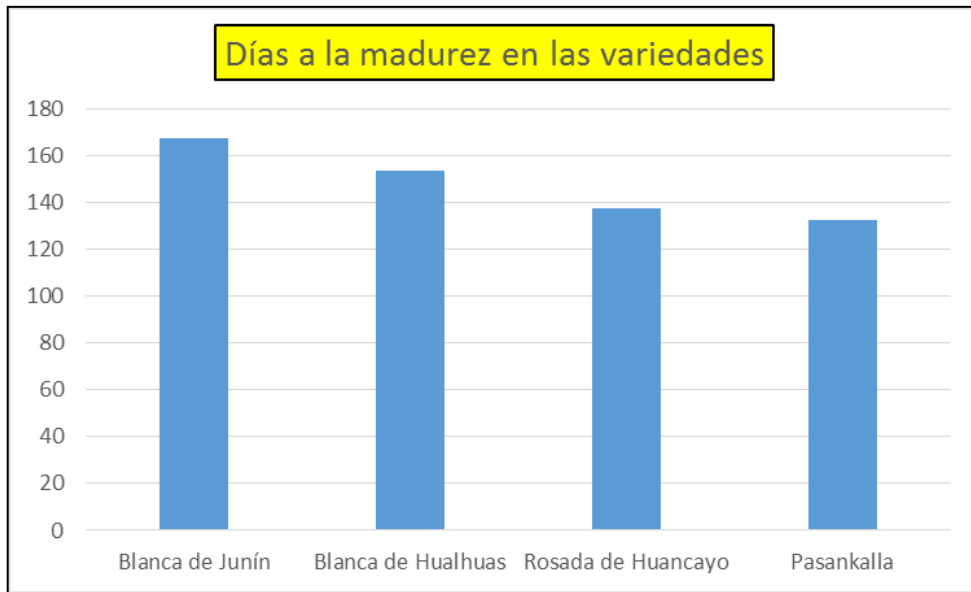
FUENTE: Elaboración propia.

**Anexo 20: Mildiu (%) en la interacción entre las variedades y fuentes de nutrientes en la localidad de San Lorenzo.**



FUENTE: Elaboración propia.

**Anexo 21: Días a la madurez de las variedades en la localidad de San Lorenzo.**



FUENTE: Elaboración propia.