

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**Fuentes de abono orgánico en el rendimiento de tres variedades  
de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de grano negro con  
riego localizado. Canaán - 2750 msnm - Ayacucho**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. Oscar Huamani Marcelo**

**ASESOR:**

**M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo**

**Ayacucho - Perú**

**2023**

*A Dios. Nuestro creador, a él le debemos todo.*

*A mis queridos padres Feliciano (QEDDG) y Julia por su apoyo incondicional que me brindaron en mi formación como persona y profesional.*

*A mis hermanos por su apoyo incondicional.*

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Alma mater de mi formación profesional.

A la Escuela Profesional de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agrarias.

A los docentes de la gloriosa Escuela Profesional de Agronomía, quienes con sus enseñanzas han contribuido en mi formación profesional.

Al Ingeniero Walter Augusto Mateu Mateo, asesor del presente trabajo de investigación, por brindarme su apoyo incondicional durante el desarrollo del trabajo de investigación.

A mis compañeros (as) y amigos dentro y fuera de la Universidad por su apoyo moral.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas .....	viii
Índice de figuras.....	ix
Índice de anexos.....	x
Resumen.....	1
Introducción .....	2

### **CAPÍTULO I**

<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
1.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN .....	4
1.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA QUINUA.....	5
1.3. ECOLOGÍA Y ADAPTACIÓN.....	6
1.4. VALOR NUTRITIVO DE LA QUINUA .....	6
1.5. MORFOLOGÍA DE LA QUINUA .....	8
1.5.1. Planta .....	8
1.5.2. Raíz.....	8
1.5.3. Tallo.....	8
1.5.4. Hojas.....	9
1.5.5. Inflorescencia.....	9
1.5.6. Flores .....	10
1.5.7. Fruto .....	10
1.5.8. Semilla.....	10
1.6. FASES FENOLÓGICAS DE LA PLANTA DE QUINUA.....	11
1.6.1. Emergencia .....	11
1.6.2. Dos hojas verdaderas .....	12
1.6.3. Cuatro hojas verdaderas.....	12
1.6.4. Seis hojas verdaderas.....	12
1.6.5. Ramificación.....	13
1.6.6. Inicio de Panojamiento .....	13
1.6.7. Panojamiento .....	13

1.6.8. Inicio de floración.....	13
1.6.9. Floración o antesis .....	14
1.6.10. Grano lechoso .....	14
1.6.11. Grano pastoso .....	14
1.6.12. Madurez fisiológica .....	14
1.7. VARIEDADES DE QUINUA .....	14
1.7.1. INIA 415 – Pasankalla.....	15
1.7.2. INIA 420 – Negra Ccollana.....	15
1.7.3. Quinoa Ccoitu.....	16
1.8. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS DE LA QUINUA.....	16
1.8.1. Suelo .....	16
1.8.2. Radiación .....	17
1.8.3. Precipitación .....	17
1.8.4. Altitud.....	17
1.8.5. Temperatura.....	17
1.9. FERTILIZACIÓN .....	18
1.9.1. Abonos inorgánicos .....	18
1.9.2. Abonos orgánicos .....	19
1.10. MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE QUINUA .....	26
1.10.1. Preparación del terreno .....	26
1.10.2. Siembra.....	26
1.10.3. Abonamiento .....	27
1.10.4. Aporque .....	27
1.10.5. Riegos .....	27
1.10.6. Raleo.....	28
1.10.7. Control de malezas .....	28
1.10.8. Control fitosanitario.....	28
1.10.9. Cosecha.....	29

## **CAPÍTULO II**

<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>30</b>
2.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	30
2.2. ANTECEDENTES DEL TERRENO.....	30
2.3. ANÁLISIS FÍSICO QUIMICO DEL SUELO .....	30

2.4.	ANÁLISIS QUÍMICO DE LOS ABONOS .....	31
2.5.	CONDICIONES CLIMÁTICAS .....	31
2.6.	FACTORES ESTUDIADOS .....	34
2.7.	DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	34
2.8.	DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	34
2.9.	CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....	35
2.10.	CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....	36
2.11.	INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.....	36
2.11.1.	Preparación del terreno .....	36
2.11.2.	Demarcación y estacado del campo experimental.....	36
2.11.3.	Fertilización .....	36
2.11.4.	Siembra.....	37
2.11.5.	Riego.....	37
2.11.6.	Control de malezas .....	37
2.11.7.	Raleo.....	37
2.11.8.	Aporque .....	38
2.11.9.	Control fitosanitario.....	38
2.11.10.	Cosecha .....	38
2.12.	VARIABLES EVALUADAS .....	38
2.12.1.	Variables de precocidad.....	38
2.12.2.	Variables de productividad.....	38
2.13.	ESTUDIO ECONÓMICO.....	39

### **CAPÍTULO III**

<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>40</b>
3.1. PRECOCIDAD .....	40
3.2. VARIABLES DE RENDIMIENTO .....	41
3.2.1. Altura de planta .....	41
3.2.2. Longitud de panoja .....	43
3.2.3. Peso de grano por panoja.....	45
3.2.4. Peso de mil semillas .....	47
3.2.5. Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> ).....	50
3.3. MÉRITO ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS .....	53

<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>55</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>56</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>57</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>61</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1.1. Valor nutritivo/100 g de grano de quinua (promedio) .....	7
Tabla 1.2. Composición promedio de los principales estiércoles por toneladas empleado .....	22
Tabla 1.3. Riqueza en nutrientes del guano de isla .....	24
Tabla 1.4. Contenido de N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> y K <sub>2</sub> O expresado en porcentaje de gallinaza fresca y seca .....	25
Tabla 2.1. Análisis físico químico del suelo del Centro Experimental Canaán (2750 msnm) 2016-2017 .....	30
Tabla 2.2. Análisis químico del estiércol de vacuno, guano de isla y gallinaza 2016-2017.....	31
Tabla 2.3. Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2016-2017, de la Estación Meteorológica INIA (SENAMHI)-Ayacucho.....	32
Tabla 2.4. Tratamientos.....	34
Tabla 3.1. Días a madurez fisiología de tres variedades de quinua con fuentes de abono orgánico. Canaán 2750 msnm .....	40
Tabla 3.2. Análisis de variancia de la altura de planta en las variedades de quinua con fuentes de abono orgánico. Canaán 2750 msnm .....	41
Tabla 3.3. Análisis de variancia de la longitud de panoja de variedades de quinua con fuentes de abono orgánico. Canaán 2750 msnm .....	43
Tabla 3.4. Análisis de variancia del peso de grano por panoja de las variedades de quinua con fuentes de abono orgánico. Canaán 2750 msnm .....	45
Tabla 3.5. Análisis de variancia del peso de mil semillas de las variedades de quinua con fuentes de abono orgánico. Canaán 2750 msnm .....	47
Tabla 3.6. Análisis de variancia del rendimiento de grano de las variedades de quinua con fuentes de abono orgánico. Canaán 2750 msnm .....	50
Tabla 3.7. Mérito económico de los tratamientos de fuentes de abono orgánico en tres variedades de quinua, Canaán 2750 msnm.....	54



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 2.1. Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico correspondiente a la Campaña Agrícola 2016 -2017, de la Estación Meteorológica de INIA (SENAMHI) - Ayacucho.....	33
Figura 2.2. Croquis del campo experimental y distribución de tratamientos en las unidades experimentales .....	36
Figura 3.1. Prueba de Tukey de los efectos simples de la altura de planta de variedades de quinua en las fuentes de abono orgánico. Canaán 2750 msnm .....	42
Figura 3.2. Prueba de Tukey de los efectos principales de las variedades y de las fuentes de abono orgánico en la longitud de panoja de quinua. Canaán 2750 msnm .....	44
Figura 3.3. Prueba de Tukey de los efectos simples en peso de grano por panoja de las fuentes de abono orgánico. Canaán 2750 msnm.....	46
Figura 3.4. Prueba de Tukey de los efectos simples del peso de mil semillas de las variedades en cada fuente de abono orgánico. Canaán 2750 msnm .....	48
Figura 3.5. Prueba de Tukey de los efectos simples del peso de mil semillas de las fuentes de abono orgánico en cada variedad de quinua. Canaán 2750 msnm .....	49
Figura 3.6. Prueba de Tukey de los efectos simples del rendimiento de grano de las variedades de quinua en cada fuente de abono orgánico. Canaán 2750 msnm .....	51
Figura 3.7. Prueba de Tukey de los efectos simples del rendimiento de grano de las fuentes de abono orgánico en cada variedad de quinua. Canaán 2750 msnm .....	52

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Datos promedios para el procesamiento estadístico.....	62
Anexo 2. Panel fotográfico .....	63

## RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en Centro Experimental de Canaán, distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, a 2750 msnm, entre los meses de setiembre de 2016 a marzo del 2017. Los objetivos fueron evaluar la influencia de fuentes de abono orgánico en el rendimiento de grano de tres variedades de quinua en rendimiento de grano con las fuentes de abono orgánico, así como determinar el mérito económico de los tratamientos. Las fuentes de abono orgánico fueron guano de islas, gallinaza y estiércol de vacuno, mientras que las variedades de quinua fueron Pasankalla, Negra Collana y Ccoito. Las variables evaluadas fueron días a madurez fisiológica, altura de planta, longitud de panoja, peso de grano por panoja, peso de mil semillas y rendimiento. Se utilizó el Diseño Experimental de Parcelas Divididas, ubicando las variedades en parcelas y en sub parcelas, los abonos orgánicos, con tres bloques. Se concluye que el guano de islas en la variedad Pasankalla alcanzó el mayor rendimiento  $2,952 \text{ kg ha}^{-1}$ , seguido por las fuentes gallinaza y estiércol de vacuno en la variedad Pasankalla con  $2,477$  y  $2,261 \text{ kg ha}^{-1}$  respectivamente; menor rendimiento se obtuvo con estiércol de vacuno en la variedad Ccoito con  $1,556 \text{ kg ha}^{-1}$ ; La variedad Pasankalla fue la más precoz en alcanzar la madurez fisiológica (145 días); mientras que las variedades Collana y Ccoito fueron tardías en alcanzar la madurez fisiológica (165 días). Las variedades tuvieron diferente respuesta en la altura de planta, con diferencia estadística entre ellas. La mayor rentabilidad se obtuvo con la variedad Pasankalla con guano de isla  $2 \text{ t ha}^{-1}$  un 158.35%, seguido del tratamiento con estiércol de vacuno  $10 \text{ t ha}^{-1}$  con 128.42 % y Negra Collana con guano de islas  $2 \text{ t ha}^{-1}$  con 122.96 %, mientras la menor rentabilidad se obtuvo con la variedad Ccoito con gallinaza  $5 \text{ t ha}^{-1}$  con 39.39 %.

**Palabras clave:** *Chenopodium quinoa* Willd., abonos orgánicos, variedades de quinua.

## INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es una planta autóctona de Los Andes y su origen se remonta alrededor del Lago Titicaca de Perú y Bolivia. Constituye un recurso vegetal potencial debido a su gran adaptabilidad tanto en latitud y altitud; se distribuye desde el nivel del mar hasta los 4,000 msnm. Las principales regiones de producción a nivel nacional son: Puno, que representa el 44.4% de la producción de este grano, le sigue Ayacucho con 21% y una superficie total de cultivo de alrededor de 68,000 hectáreas (MINAGRI, 2016).

Dentro de la superficie de la Región Ayacucho, Huamanga tiene el 41.5 % y Cangallo el 20.8 %. El rendimiento promedio de Ayacucho es 1400 kg/ha (MINAGRI, 2016).

La producción de quinua en el Perú durante la última década muestra un incremento; debido a la exportación y aumento del consumo de este importante grano andino.

Si bien la quinua se cultiva en muchas regiones del Perú, su consumo es aún limitado, y no se toma en cuenta que es una de las pocas especies vegetales cuyo grano posee alto valor biológico en su proteína que es comparable a la proteína de origen animal.

De otro lado la planta de quinua es resistente a sequías y suelos salinos, lo que hace que sea considerado un cultivo andino para la seguridad alimentaria y nutricional mundial. Valorando su potencial y cualidades alimenticias, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación (FAO) en el año 2013 denominó “Año Internacional de la Quinua” con el lema “Un futuro sembrado hace miles de años” como reconocimiento a los pueblos andinos que han preservado, controlado, protegido este alimento para las generaciones presentes y futuras. De esta manera, el mundo

reconoce el alto valor nutritivo, la alta calidad de sus proteínas con buen balance de los aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales, ausencia del gluten, importantes para la nutrición humana.

El Perú tiene problemas graves de pobreza y desnutrición que puede reducir mejorado la atención del gobierno a los sectores más vulnerables e incorporando la quinua en la alimentación de los niños y la población en general, para lo cual es necesario incrementar la producción y productividad de quinua.

Tomando en cuenta lo señalado, para contribuir con el mejoramiento de la productividad es necesario que las universidades e instituciones de investigación realicen investigaciones considerando los factores de la producción.

En virtud a ello y con el afán de buscar la mejor fuente de abono orgánico con diferentes variedades de quinua se ha planteado la ejecución del presente trabajo experimental con la finalidad de alcanzar los siguientes objetivos:

### **Objetivo general**

Evaluar el efecto de fuentes de abono orgánico en el rendimiento de tres variedades de quinua de grano negro en las condiciones de Canaán – Ayacucho.

### **Objetivos específicos**

1. Evaluar la influencia de fuentes de abono orgánico en el rendimiento de grano de quinua.
2. Evaluar la respuesta de tres variedades de quinua a fuentes de abono orgánico.
3. Determinar el mérito económico de los tratamientos estudiados.

## CAPÍTULO I

### MARCO TEÓRICO

#### 1.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

Zevallos (1984) señala que “el lugar de origen de la quinua no es conocido, se cree que sea Sudamérica, probablemente La Hoya del Titicaca (Perú Bolivia), ya que en esta zona se puede encontrar la mayor cantidad de variedades de esta especie”.

En Ayacucho (Perú), Uhle reportado por Tapia (1979) sugiere “una antigüedad incluso anterior a los 5000 años A.C., como el inicio de la domesticación de esta planta”.

La FAO (2019) menciona que, “la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) ha sido descrita por primera vez botánicamente por Willdenow en 1778, como una especie nativa de Sudamérica, cuyo centro de origen se encuentra en los Andes de Bolivia y Perú”. Esto fue corroborado por Gandarillas (1975), que indica que, “el área de dispersión geográfica de la quinua es bastante amplia, porque allí se encuentra la mayor diversidad de ecotipos tanto cultivados técnicamente como en estado silvestre”.

León (1964) sostiene que, “el centro de origen de la quinua es muy difícil de señalar porque no se conoce en estado nativo, pues las plantas llamadas silvestres encontradas en el Perú y Bolivia, son más bien escapes del cultivo”.

Humboldt (1942) señala que “la quinua había sido domesticada por los Chibchas en Colombia, sin embargo, esta especie presenta una mayor variación y un cultivo más intenso en el altiplano peruano – boliviano”

Mujica (2001) menciona que,

la quinua en el pasado ha tenido amplia distribución geográfica, que abarcó en Sudamérica, desde Nariño en Colombia hasta Tucumán en la Argentina y las Islas

de Chiloé en Chile, también fue cultivada por las culturas precolombinas, Aztecas y Mayas en los valles de México, denominándola *Ch. berlandieri ssp nutalliae* (Huauzontle), pero usándola únicamente como verdura de inflorescencia. Este caso puede explicarse como una migración antigua de quinua, por tener caracteres similares de grano, ser coespecíficos, además por haberse obtenido descendencia al realizarse cruzamiento entre ellos. La quinua en la actualidad tiene distribución mundial: en América, desde Norteamérica y Canadá, hasta Chiloé en Chile; en Europa, Asia y el África, obteniendo resultados aceptables en cuanto a producción y adaptación. Desde el punto de vista de su variabilidad genética puede considerarse como una especie oligocéntrica, con centro de origen de amplia distribución y diversificación múltiple, siendo la región andina y dentro de ella, las orillas del Lago Titicaca, las que muestran mayor diversidad y variación genética.

León (1964) menciona que,

desde el punto de vista de la variabilidad genética, la zona andina comprende uno de los ocho mayores centros de domesticación de plantas cultivadas del mundo, dando origen a uno de los sistemas agrícolas más sostenibles y con mayor diversidad genética en el mundo. La quinua, una planta andina, muestra la mayor distribución de formas, diversidad de genotipos y de progenitores silvestres, en los alrededores del lago Titicaca de Perú y Bolivia, encontrándose la mayor diversidad entre Potosí - Bolivia y Sicuani Cusco-Perú. Existen pocas evidencias arqueológicas, lingüísticas, etnográficas e históricas sobre la quinua. Sin embargo, existen evidencias claras de la distribución de los parientes silvestres, botánicas y citogenéticas, lo que posiblemente demuestra que su domesticación tomó mucho tiempo, hasta conseguir la planta domesticada y cultivada a partir de la silvestre.

## **1.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA QUINUA**

Según Aguilar (1981), la quinua pertenece a la siguiente clasificación taxonómica:

Reino : Vegetal  
División : Fanerógamas  
Clase : Dicotiledóneas  
Sub clase : Angiospermas  
Orden : Centrospermales

Familia : Chenopodiaceas  
Género : Chenopodium  
Sección : Chenopodia  
Subsección : Cellulata  
Especie : *Chenopodium quinoa* Willd.

### **1.3. ECOLOGÍA Y ADAPTACIÓN**

Mujica (1999) afirma que,

el cultivo se mantiene en todas aquellas regiones andinas que fueron alguna vez dominadas por los incas. Así, la encontramos desde Colombia hasta Argentina y Chile, pero las mayores áreas productivas corresponden a Perú en las zonas agroecológicas Quechua y Suní, y a Bolivia. En el Perú, el departamento de Puno tiene la más extensa superficie de cultivo, con aproximadamente 12,000 ha. El cultivo de quinua se produce en un amplio rango altitudinal que comprende la zona Quechua (piso de valle interandino) hasta la zona de Puna Baja (Altiplano), entre los 2600 a 3900 msnm. Su cultivo muestra adaptabilidad a pisos altitudinales menores, de tal manera que se la puede producir en zonas bajas y aún en ceja de selva. Recientemente ha sido probado su cultivo en la zona de Huaral que pertenece a la sierra limeña entre los 400 y 500 msnm. El mayor desarrollo de este cultivo se presenta sin embargo en las zonas de Puna alta y Quechua, como es el caso de Puno y Cusco. En Puno que es el mayor productor de quinua, se cultiva entre los 3800 a los 3900 msnm. En Cusco el rango es más amplio y va de los 2700 a los 3900 msnm. En cuanto al fotoperiodo, o longitud del día, la quinua muestra varias respuestas, desde días cortos requeridos para la floración cerca del Ecuador hasta no respuesta en Chile, pluviosidad entre 300 y 1000 mm, rango altitudinales desde el nivel del mar en Chile hasta 4000 msnm, tolera un amplio rango de temperaturas entre -1°C y hasta 35 °C, la planta no es afectada por heladas de -1°C en la etapa de desarrollo, excepto durante la floración, puede crecer en un amplio rango de pH del suelo entre 6-8.5 tolera suelos infértiles, salinidad moderada y bajos niveles de saturación de base.

### **1.4. VALOR NUTRITIVO DE LA QUINUA**

FAO (2019) menciona que “la quinua ha sido reconocida por siglos como un importante cultivo alimenticio en los Andes de Sudamérica. El valor nutricional de la



quinua ha sido básicamente reconocido por su proteína de alta calidad, particularmente rica en aminoácidos esenciales y por su contenido de carbohidratos, produciendo bajos índices de glicemia y en general una mejor calidad nutricional y funcional respecto a granos de cereales tales como maíz, avena, trigo y arroz”.

Apaza y Delgado (2005) mencionan que,

esta especie constituye uno de los principales componentes de la dieta alimentaria de los pobladores de los Andes, no tiene colesterol, no forma grasas en los organismos, no engorda, es fácil digestible y es un producto natural y ecológico. Desde el punto de vista nutricional, es la fuente natural de proteína vegetal económica de alto valor nutritivo por la combinación de una mayor proporción de aminoácidos esenciales, el valor calórico es mayor que otros cereales, tanto en grano y en harina alcanza 350 Cal/100 g, que lo caracteriza como un alimento apropiado para zonas y épocas frías. El grano de quinua contiene de 14 a 20% de proteína, grasa de 5.7% a 11.3% y fibra de 2.7% a 4.2%. Las proteínas de quinua presentan una proporción de aminoácidos más balanceada que las de los cereales, especialmente lisina, histidina y metionina, lo que le proporciona una alta calidad.

**Tabla 1.1**

*Valor nutritivo/100 g de grano de quinua (promedio)*

<b>Componentes</b>	<b>Cantidad</b>
Humedad	12.60%
Proteinas	12-16%
Extracto etéreo	5,10%
Carbohidratos	59,70%
Fibras	4,10%
Cenizas	3,30%
Grasas	4-9%
Lisina	0,88%
Metionina	0,42%
Triptofano	0,12%
Tiamina b1	0.24 Mgrs
Riboflavina b2	0.23 Mgrs
Niacina	1.40 Mgrs
Vitamina c	8.50 Mgrs
Calcio	100 Mgrs
Hierro	9.21 Mgrs
Fosforo	448 Mgrs
Calorías	370 Kcal

**Fuente:** Diccionario Enciclopédico de plantas útiles del Perú. Brack Egg. (PNUD) Technology of cereals, Kent, N.L. (Pegamon Press).

## **1.5. MORFOLOGÍA DE LA QUINUA**

### **1.5.1. Planta**

Mujica (1993) menciona que, “la planta es erguida, alcanza alturas variables desde 30 a 300 cm, dependiendo del tipo de quinua, de los genotipos, de las condiciones ambientales donde crece y de la fertilidad de los suelos; las de valle tienen mayor altura que las que crecen por encima de los 4,000 msnm y de zonas frías, en zonas abrigadas y fértiles las plantas alcanzan las mayores alturas, su coloración varía con los genotipos y fases fenológicas, está clasificada como planta C3”.

### **1.5.2. Raíz**

Tapia (1979) menciona que,

la raíz es pivotante, vigorosa, profunda, bastante ramificada y fibrosa, la cual posiblemente le da resistencia a la sequía y buena estabilidad a la planta, se diferencia fácilmente la raíz principal de las secundarias que son en gran número, a pesar de que pareciera ser una gran cabellera, esta se origina del periciclo, variando el color con el tipo de suelo donde crece, al germinar lo primero que se alarga es la radícula, que continúa creciendo y da lugar a la raíz, alcanzado en casos de sequía hasta 1.80 m de profundidad, y teniendo también alargamiento lateral, sus raicillas o pelos absorbentes nacen a distintas alturas y en algunos casos son tenues y muy delgadas, muy excepcionalmente se observa vuelco por efecto de vientos, exceso de humedad y mayormente es por el peso de panoja.

### **1.5.3. Tallo**

Hermoza (1980) menciona que, “en las condiciones de Allpachaka Ayacucho, el diámetro del tallo de variedades precoz y tardía alcanzó hasta 0.90cm”.

Mujica (1993) afirma que, “el diámetro del tallo está influenciado por la duración del ciclo vegetativo, a mayor ciclo vegetativo mayor diámetro del tallo y viceversa”.

Gandarillas (1975) menciona que,

normalmente de la axila de cada hoja del tallo nace una rama y de esa otras, según su hábito; los mismos que salen oblicuamente del tallo principal. En algunos ecotipos o razas las ramas son poco desarrolladas alcanzando unos pocos centímetros de longitud, y en otras son largas y llegan casi hasta la altura de la

panoja principal, terminando en otras panojas. El color del tallo puede ser amarillo, amarillo con axilas coloreadas, amarillo con listas coloreadas de púrpura, verde o rojo desde la base, y finalmente coloreada de rojo en toda su longitud.

#### **1.5.4. Hojas**

Mujica (1993) señala que,

las hojas de quinua, presentan un polimorfismo marcado, siendo las inferiores rómbicas, deltoides o triangulares, midiendo hasta 15 cm. de largo por 12 cm. de ancho. Las hojas pueden ser dentadas, aserradas o lisas. Además, el tamaño de las hojas va disminuyendo según se asciende en la planta, hasta alcanzar a las hojas que sobresalen de la inflorescencia que son lineales o lanceoladas midiendo apenas 10 mm. de largo por 2 mm. de ancho. La coloración de la hoja es muy variable de verde a rojo con diferentes tonalidades.

Tapia (1974) menciona que,

la hoja de la quinua, está formada por el peciolo y la lámina. Los peciolos son largos, finos, encañalados en su lado superior y de un largo variable dentro de la misma planta, los que nacen directamente del tallo son más largos, y los de las ramas primarias más cortas. El número de dientes de la hoja es uno de los caracteres más constantes y varían según la raza de 3 a 20 dientes, en el último caso siendo hojas aserradas. Las razas con hojas más aserradas se encuentran entre el Centro-Norte del Perú y el Ecuador. En cambio, las cultivadas en Bolivia tienen muy pocos dientes y en algunos casos carecen de ellos o tienen sólo uno o dos.

#### **1.5.5. Inflorescencia**

Apaza (2005) refiere que,

la inflorescencia es una panoja típica, constituida por un eje central, ejes secundarios y terciarios, que sostienen a glomérulos (grupo de flores). La longitud de la panoja varía entre 29 a 55 cm y el diámetro entre 6 y 12.7 cm. La panoja puede llegar a un peso de 91.10 a 114 gr. incluyendo el grano. Cuando los glomérulos nacen de ejes terciarios, la panoja es Amarantiforme y si los ejes son largos, la panoja es laxa.

Gandarillas (1974) reporta que, “algunas veces la inflorescencia está claramente diferenciada del resto de la planta, siendo terminal y sin ramificaciones; pero en otras no existe una diferenciación clara debido a que el eje principal tiene ramificaciones dándole una forma cónica a la panoja”.

#### **1.5.6. Flores**

León (1964) reporta que,

las flores de quinua son incompletas, sésiles y desprovistas de sépalos. Están constituidas por una corola formada de cinco piezas florales tepaloides, sepaloides. Pueden ser hermafroditas, pistiladas, andro-estériles, lo cual indica que puede tener hábito autógamo y alógamo. Así mismo ha determinado que generalmente se produce la antesis de las flores en las primeras horas de la mañana y sucesivamente del ápice a la base en una rama florífera. La primera en abrirse es la flor terminal hermafrodita y luego las pistiladas.

#### **1.5.7. Fruto**

Mujica (1993) afirma que,

el fruto es un aquenio, que se deriva de un ovario supero unilocular y de simetría dorsiventral, tiene forma cilíndrico-lenticular, levemente ensanchando hacia el centro, en la zona ventral del aquenio se observa una cicatriz que es la inserción del fruto en el receptáculo floral, está constituido por el perigonio que envuelve a la semilla por completo y contiene una sola semilla, de coloración variable, con un diámetro de 1.5 a 4 mm, la cual se desprende con facilidad a la madurez fisiológica y en algunos casos puede permanecer adherido al grano incluso después de la trilla dificultando la selección, el contenido de humedad del fruto a la cosecha es 14.5%.

Gandarillas (1974) menciona que, “el color del fruto está dado por el perigonio y se asocia directamente con el de la planta, de donde resulta que puede ser verde, púrpura o rojo. En la madurez, el púrpura puede sacarse del mismo color o amarillo”.

#### **1.5.8. Semilla**

Villacorta y Talavera (1976) afirma que,

constituye el fruto maduro sin el perigónio, es de forma lenticular, elipsoidal, cónica o esferoidal, presenta tres partes bien definidas que son: episperma,

embrión y perisperma. La episperma, está constituida por cuatro capas: una externa de superficie rugosa, quebradiza, la cual se desprende fácilmente al frotarla, en ella se ubica la saponina que le da el sabor amargo al grano y cuya adherencia a la semilla es variable con los genotipos, tiene células de forma alargada con paredes rectas; la segunda capa es muy delgada y lisa, se observa sólo cuando la capa externa es translúcida; la tercera capa es de coloración amarillenta, delgada y opaca y la cuarta capa, translúcida, está constituida por un solo estrato de células.

El embrión, está formado por dos cotiledones y la radícula y constituye el 30% del volumen total de la semilla el cual envuelve al perisperma como un anillo, con una curvatura de 320 grados, es de color amarillento mide 3.54 mm de longitud y 0.36 mm de ancho (Carrillo, 1992). El perisperma es el principal tejido de almacenamiento y está constituido mayormente por granos de almidón, de color blanquecino y representa el 60% de la superficie de la semilla, sus células son grandes de mayor tamaño que las del endospermo, de forma poligonal con paredes delgadas.

## **1.6. FASES FENOLÓGICAS DE LA PLANTA DE QUINUA**

Apaza (2005) señala que, “las fases fenológicas consisten en la aparición de las diferentes fases vegetativas cuya sucesión constituye el crecimiento y desarrollo de la planta durante su ciclo biológico. Según la variedad y condiciones del medio ambiente, el ciclo biológico de la quinua es de 150 a 180 días. Sobre el desarrollo de la planta, influye tanto el genotipo como el ambiente”.

Mujica y Cahuana (1989) sostienen 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 ha determinado las siguientes fases fenológicas”.

### **1.6.1. Emergencia**

León (2003) manifiesta que, “la emergencia es cuando la plántula emerge del suelo y extiende las hojas cotiledonales, pudiendo observarse en el surco las plántulas en forma de hileras nítidas; si el suelo está húmedo, la semilla emerge al cuarto día o sexto día de la siembra”.

Apaza (2005) indica que “la emergencia sucede de 6 a 8 días de la siembra los cotiledones emergen a la superficie del suelo, la raíz empieza a desarrollarse, por el cual la plántula inicia a abastecerse de agua y nutrientes del suelo e inicia el proceso de fotosíntesis”.

#### **1.6.2. Dos hojas verdaderas**

León (2003) señala que, “esta fase ocurre a los 10 a 15 días después de la siembra y muestra un crecimiento rápido en las raíces. En esta fase la planta también es resistente a la falta de agua, pueden soportar de 10 a 14 días sin agua”.

Apaza (2005) menciona que, “esta fase ocurre de 16 a 20 días después de la siembra, las plántulas miden de 1.5 a 2 cm de altura, longitud de hoja 0.7 a 1.0 cm, ancho de hoja 0.3 a 0.6 cm y longitud de raíz 6.5 a 8.3 cm”.

#### **1.6.3. Cuatro hojas verdaderas**

Mujica y Cahuana (1989) indica que, “ocurre de los 25 a 30 días después de la siembra, en esta fase la plántula muestra buena resistencia al frío y sequía; sin embargo, es muy susceptible al ataque de masticadores de hojas como *Diabrotica de color*”.

Apaza (2005) afirma que, “esta fase ocurre entre 38 a 42 días después de la siembra. Fase fenológica crítica en presencia de veranillos prolongados, competencia de malezas y ataque de gusanos cortadores”.

#### **1.6.4. Seis hojas verdaderas**

Mujica y Cahuana (1989) señalan que,

en esta fase se observa tres pares de hojas verdaderas extendidas y las hojas cotiledonales se tornan de color amarillento, se notan hojas axilares, desde el estadio de formación de botones hasta el inicio de apertura de botones de ápice a la base. Esta fase ocurre de los 35-45 días de la siembra, en la cual se nota claramente una protección del ápice vegetativo por las hojas más adultas, especialmente cuando se presentan bajas temperaturas y al anochecer.

### **1.6.5. Ramificación**

León (2003) señala que, “se observa ocho hojas verdaderas extendidas con presencia de hojas axilares hasta el tercer nudo, las hojas cotiledonales se caen y dejan cicatrices en el tallo, también se nota presencia de inflorescencia protegida por las hojas sin dejar al descubierto la panoja, ocurre aproximadamente a los 45 a 50 días después de la siembra. Durante esta fase se efectúa el aporque y fertilización”.

### **1.6.6. Inicio de Panojamiento**

Mujica y Cahuana (1989) manifiestan que,

en esta fase la inflorescencia se nota que va emergiendo del ápice de la planta, observándose alrededor aglomeración de hojas pequeñas, las cuales van cubriendo la panoja en sus tres cuartas partes; ello puede ocurrir aproximadamente a los 55 a 60 días después 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.

### **1.6.7. Panojamiento**

León (2003) menciona que,

en esta fase la inflorescencia sobresale con claridad por encima de las hojas, notándose los glomérulos que la conforman; así mismo, se puede observar en los glomérulos de la base los botones florales individualizados, puede ocurrir aproximadamente a los 65 a 75 días después de la siembra, a partir de esta etapa hasta inicio de grano lechoso se puede consumir las inflorescencias en reemplazo de las hortalizas de inflorescencias tradicionales, como por ejemplo a la coliflor.

### **1.6.8. Inicio de floración**

Apaza (2005) sostiene que, “la floración inicia en la parte apical de la panoja y continua hasta la base, se da a los 80 a 90 días después de la siembra”.

Mujica y Cahuana (1989) afirman que, “la fase se da cuando la flor hermafrodita apical se abre mostrando los estambres separados, aproximadamente puede ocurrir a los 75 a 80 días después de la siembra, en esta fase es bastante sensible a la sequía con helada; se puede notar en los glomérulos las anteras protegidas por el perigonio de un color verde limón”.

### **1.6.9. Floración o antesis**

Apaza (2005) señala que, “la fase crítica para el ataque de mildiu, presencia de heladas, granizo y veranillos prolongados, que hacen infértil al polen. Es cuando para la evaluación de la incidencia de mildiu. La floración se da a los 95 a 132 días después de la siembra”.

### **1.6.10. Grano lechoso**

León (2003) refiere que, “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, aproximadamente ocurre a los 100 a 130 días después de la siembra, en esta fase el déficit hídrico es sumamente perjudicial para el rendimiento disminuyéndolo drásticamente”.

### **1.6.11. Grano pastoso**

Mujica y Cahuana (1989) señala que, “el estado de grano pastoso es cuando los granos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blanco, puede ocurrir aproximadamente a los 130 a 160 días después de la siembra, en esta fase el ataque, de Kcona-kcona (*Eurysacca quinoa*) y aves (gorriones, palomas) causa daños considerables al cultivo, formando nidos y consumiendo el grano”.

### **1.6.12. Madurez fisiológica**

León (2003) indica que,

la madurez fisiológica es cuando el grano formado presenta resistencia a la penetración de las uñas por la presión, esto ocurre a los 160 180 días después de la siembra, el contenido de humedad del grano varía de 14 a 15%, el lapso comprendido de la floración a la madurez fisiológica viene a constituir el periodo de llenado del grano, asimismo en esta etapa ocurre un amarillamiento y defoliación completa de la planta. En esta fase la presencia de lluvia es perjudicial porque hace perder la calidad y sabor del grano.

## **1.7. VARIEDADES DE QUINUA**

Mujica (2008) afirma que, “el Perú posee 3 mil variedades de quinua, pero apenas aprovecha el 1% de esa riqueza, principalmente en las comunidades andinas”.



Tapia (1997) “agrupa a la quinua en cinco categorías básicas, siendo las siguientes: La quinua de valle, quinua de altiplano, quinua de terrenos salinos, quinua del nivel del mar y quinua sub tropicales”.

Según información del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), “existen alrededor de 100 cultivares de quinua. En el Perú hay 3 mil ecotipos de las cuales el INIA conserva el material genético de alrededor 2 mil ecotipos”.

### **1.7.1. INIA 415 – Pasankalla**

INIA (2006) menciona que,

INIA 415 – Pasankalla es el resultado de seis años de investigación sistemática llevada a cabo por científicos de la Estación Experimental Agraria (EEA) Illpa – INIA en Puno y es una respuesta a los problemas de producción, productividad y calidad de grano que afrontaban los productores de la región. Con la quinua INIA 415 – Pasankalla en su mejor desarrollo se logra en la zona agroecológica Suni del altiplano entre los 3815 y 3900 msnm obtienen 3500 kg ha<sup>-1</sup> de rendimiento promedio. El INIA 415 – Pasankalla es una variedad precoz pues su periodo vegetativo dura 140 días, en comparación a la quinua del agricultor que requiere de 180 días para su cosecha.

Características agronómicas de la variedad INIA – 415 Pasankalla:

- Días de emergencia de plántula : 6 días
- Días a la floración : 100 – 110 días
- Días a la maduración fisiológica : 140 – 144 días
- Rendimiento de grano por planta : 32 a 34 g
- Peso de 1000 granos : 3.51 a 3.72 g
- Rendimiento promedio de grano : 3.54 tn ha<sup>-1</sup>
- Latencia de la semilla : Ausente
- Contenido de saponina : 0.00%

### **1.7.2. INIA 420 – Negra Ccollana**

Según INIA (2013), la Quinua INIA – 420 Negra Collana, generada en la Estación Experimental Illpa-Puno,

tiene una amplia base genética, ya que es compuesto formado por 13 accesiones, comúnmente conocidas como “Quytujiwras”; y es el resultado de pruebas de identificación, adaptación y eficiencia realizadas entre el 2003 a 2006 y los ensayos de validación entre el 2006 al 2008 en la comunidad de Collana. La validación fue realizada por el programa de Investigación de Cultivos Andinos - Puno cuya liberación fue en el 2008. Tiene un buen potencial de rendimiento, precocidad, tolerancia a bajas temperaturas y a enfermedades.

Las Características agronómicas de la variedad INIA-420 Negra Ccollana son:

- Días de emergencia de plántula : 6 días
- Días a la floración : 100 – 116 días
- Días a la maduración fisiológica : 140 – 150 días
- Rendimiento de grano por planta : 27.2 a 29.43 g
- Peso de 1000 granos : 2.85 a 2.89 g
- Rendimiento promedio de grano : 3.01 tn.ha<sup>-1</sup>
- Latencia de la semilla : Ausente
- Contenido de saponina : 0.015 a 0.018%

### **1.7.3. Quinoa Ccoitu**

Esta variedad es tolerante al frío y las heladas, pericarpio plomo y episperma negro, quinua harinera casi dulce, panoja de color oscuro, alto contenido de proteína, uso en ensaladas. Su rendimiento es de 800 a 1700 kg/ha. Es una variedad no comercial, su producción es mínima razón por la cual se tiene poca información.

## **1.8. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS DE LA QUINUA**

### **1.8.1. Suelo**

Mujica (1993) señala que,

la quinua prefiere un suelo franco con buen drenaje y alto contenido de materia orgánica con pendientes moderadas y un contenido medio de nutrientes puesto que la planta es exigente en Nitrógeno y Calcio, moderadamente en fosforo y poco en Potasio. La quinua puede crecer en una amplia variedad de suelos cuyo pH varía de 6 a 8.5; tolera la infertilidad, una salinidad moderada y un bajo nivel de saturación.

Apaza (2005) manifiesta que, “los mejores rendimientos se obtienen en suelos de ladera, fértiles, de texturas medias, con buen drenaje y alto contenido de materia orgánica (8 t ha<sup>-1</sup> de estiércol de ovino). El pH óptimo para el cultivo de quinua fluctúa en un rango de 6.5 a 8, aunque tolera bien valores de 9, como también en condiciones de suelos ácidos, equivalentes entre 4.5 a 5.5 de pH”.

### **1.8.2. Radiación**

Mujica (1993) indica que, “la quinua presenta varios fotoperiodos, desde requerimientos de días cortos para su florecimiento en Perú, Ecuador y Colombia, hasta la insensibilidad a la luz para su desarrollo en los países más sureños como Chile”.

### **1.8.3. Precipitación**

Tapia (1979) manifiesta que, “la precipitación en las áreas de cultivo varía mucho, de 600 a 800 mm en los andes ecuatorianos, 400 a 500 mm en el valle del Mantaro, 500 a 800 mm en la región del lago Titicaca, hasta 200 a 400 mm en regiones de producción al sur de Bolivia”.

Mujica (1993) manifiesta que, “la precipitación anual de 600 a 1000 mm 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 de cultivo, observándose que es un cultivo capaz de soportar sequía, pero no en exceso”.

### **1.8.4. Altitud**

Mujica (1993) concluye que,

la quinua prospera bien en zonas cuya altitud se encuentra en una franja que va desde los 2200 a 3000 msnm, con suelos franco limosos o franco arcilloso. En Perú crece desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm con un rango mayor que otros países, debido a las numerosas variedades que posee, en comparación con otros países de la región donde se desarrolla principalmente entre los 2500 y 4000 msnm.

### **1.8.5. Temperatura**

León (2003) menciona que, “la temperatura óptima para la quinua esta alrededor de 8 a 15°C, puede soportar hasta -4°C, en determinadas etapas fenológicas, siendo más tolerante en la ramificación y las más susceptibles la floración y relleno de grano”.

Mujica (1993) señala que,

la temperatura media adecuada para la quinua esta alrededor de 15 a 20°C, sin embargo, se ha observado que con temperaturas medias de 10°C se desarrolla perfectamente el cultivo. Se ha determinado que esta planta también posee mecanismos de escape y tolerancia a bajas temperaturas, pudiendo soportar hasta -8°C, en determinadas etapas fenológicas, siendo la más tolerante la ramificación y las más susceptibles la floración y llenado de grano.

## **1.9. FERTILIZACIÓN**

Ibáñez y Aguirre (1983) mencionan que,

la fertilización se obtiene los siguientes objetivos:

Máxima calidad del producto.

Reducción al mínimo de los costos de producción.

Obtención del máximo beneficio por unidad de fertilizante utilizado.

Máximo beneficio económico y de la explotación en su conjunto.

Máxima precocidad del cultivo.

Apaza (2005) argumenta que,

uno de los factores que limita en los cultivos en todo el mundo, es la fertilidad de los suelos ya que para el llenado de frutos deberá ser balanceado dicha fertilidad. Con el abonamiento se trata de compensar la diferencia entre los requerimientos nutricionales de un cultivo y la capacidad del suelo de ofrecer los nutrientes requeridos por la planta. Existen varios tipos de abono, divididos principalmente entre orgánicos e inorgánicos o fertilizantes químicos.

### **1.9.1. Abonos inorgánicos**

El hogar natural (2005) afirma que, “todo inorgánico son productos desprovistos de materia orgánica que contenga, uno o más elementos nutritivos de los reconocidos como esenciales al crecimiento y desarrollo vegetal. Pueden ser minerales naturales extraídos de la tierra, o bien elaborados por el hombre (fertilizantes sintéticos o artificiales). Se disuelve con facilidad y actúan rápidamente sobre el suelo”.

Perú ecológico (2009) señala que, “los abonos sintéticos (urea, nitratos, fosfatos, cloruros, etc.) deben ser usados con moderación y cálculo, ya que su uso excesivo intoxica

y mata la fauna (lombrices, insectos) y la flora (hongos, bacterias) del suelo. Con el agua los abonos llegan a los ríos, lagos y mar, afectando a plantas y animales acuáticos. Por eso es mejor usar abonos orgánicos como el guano de isla, humus, abonos verdes, estiércol de animales, etc.”

### **1.9.2. Abonos orgánicos**

Gros (1971) afirma que, “el rol que cumple los abonos orgánicos en el suelo es capital, porque mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, los cuales son determinantes para una buena producción vegetal. En consecuencia, reviste un triple aspecto: físico, químico y biológico”.

Selke (1981) explica que,

la materia orgánica, es de mucha importancia debido a la disposición de las diferentes sustancias nutritivas minerales ingredientes orgánicos, dentro de los cuales se tiene el estiércol, la gallinaza, el purín, los residuos vegetales. Los abonos orgánicos son una fuente lenta y continua de nutrientes, además pueden contener hormonas, enzimas, auxinas y antibiótico que también influyen en el desarrollo y rendimiento, por otro lado, el estiércol favorece la vida microbiana, por ello aumenta la relación de C/N, luego disminuye; entonces es necesario restituir los abonos orgánicos para luego mantener el humus estable.

Tisdale y Nelson (1988) refiere que,

el concepto de materia orgánica en el suelo involucra dos acepciones: uno, la materia orgánica en proceso de descomposición constituido por los restos vegetales y animales y dos, la materia orgánica ya descompuesta en su último grado denominado humus. Así el humus es un compuesto lignoproteico de elevado peso molecular negrozco y es la fracción relativamente más estable. La primera etapa de transformación de los restos a humus se llama humificación dura de 3 a 4 meses regulado por la humedad, aireación y temperatura. La segunda etapa de transformación desde humus hasta elementos minerales asimilables se denomina mineralización. Así mismo la materia orgánica influye en las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo.

Los efectos de la materia orgánica sobre las condiciones del suelo son:

### ***Efecto sobre las características físicas del suelo***

Los abonos orgánicos influyen favorablemente sobre las características físicas del suelo (fertilidad física), estas características son: estructura, porosidad, aireación, capacidad de retención de agua, infiltración, conductividad hídrica y estabilidad de agregados. Un aumento en la porosidad del suelo aumenta la capacidad de retener agua incrementando simultáneamente la velocidad de infiltración de esa misma agua en el suelo.

### ***Efectos sobre las características químicas del suelo***

La composición química de los abonos orgánicos por supuesto varía de acuerdo al origen de estos. Las plantas, los residuos de cosecha, los estiércoles, etc. difieren grandemente en cuanto a los elementos que contiene. Las características químicas del suelo que cambian por efecto de la aplicación de abonos orgánicos son obviamente el contenido de materia orgánica, esto aumenta el porcentaje de nitrógeno total, la capacidad de intercambio de cationes, el pH y la concentración de sales. La nueva situación es en general favorable.

### ***Efecto sobre las características biológicas del suelo***

Se debe a que los estiércoles contienen grandes cantidades de compuesto de fácil descomposición, cuya adición casi siempre resulta en un incremento de la actividad biológica. Los microorganismos influyen en muchas propiedades del suelo, también ejercen efectos directos en el crecimiento de las plantas.

En la mayoría de los casos, el resultado del incremento de la actividad biológica, repercute en el mejoramiento de la estructura del suelo por efecto de la agregación que los productos de la descomposición ejercen sobre las partículas del suelo, las condiciones de fertilidad aumentan lo que hace que el suelo tenga la capacidad de sostener un cultivo rentable. Así mismo se logra tener un medio biológicamente activo, en donde existe una correlación positiva entre el número de microorganismos y el contenido de materia orgánica del suelo.

En relación con la disponibilidad de nutrientes, la actividad biológica del suelo juega un papel importante en la oxidación y reducción de los elementos esenciales, convirtiéndolos de forma no aprovechable a formas aprovechables por las plantas.

### ***Tipos de abonos orgánicos***

Entre los abonos orgánicos se consideran los estiércoles, compostas, vermicompostas, abonos verdes, residuos de las cosechas, residuos orgánicos industriales, etc.

#### ***a) El estiércol***

Productores siglo XXI (2006) indican que,

los estiércoles son los excrementos de los animales que resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que consumen. Generalmente entre el 60 y 80% de lo que consume el animal lo elimina como estiércol. El estiércol es una fuente excelente de materia orgánica, pero es relativamente bajo en nutrimentos. El valor de abono depende del tipo de animal, la calidad de dieta, la clase y la cantidad de cobertura usada, y la manera en que el abono es almacenado y aplicado. El abono de las aves y de las ovejas, normalmente tiene más valor nutritivo que el abono de los caballos, porcinos o de las vacas. El sol y la lluvia constante reducen drásticamente el valor de estos estiércoles. El contenido promedio de abono orgánico es 5 kg de N, 2.5 kg de  $P_2O_5$  y 5 kg  $K_2O$  por 1000 kg de estiércol, y cantidades variadas de otros nutrimentos. De este contenido promedio sólo el 50% de N, el 20% de  $P_2O_5$ , y el 50% de  $K_2O$  son fácilmente disponibles a las plantas durante los primeros dos meses, porque la mayoría de los nutrientes están en forma orgánica. Sin embargo, el abono orgánico tiene valor residual.

Camasca (1994) refiere que,

el estiércol puede usarse en varias formas como estiércol fresco y descompuesto: El estiércol descompuesto, es más uniforme y fácil de manipular no causa quemaduras en las plantas tiernas, las semillas de las malas hierbas son destruidas durante la fermentación, no causa pérdidas de nitrógeno por baja actividad microbiana. El estiércol fresco tiene las siguientes desventajas, puede quemar a las plantas tiernas porque se produce una fermentación con súbito incremento de la temperatura, el estiércol fresco trae consigo mucho nitrógeno amoniacal que va ser utilizado por los microorganismos del suelo, esto puede ocasionar un déficit de nitrógeno, interfiere con la movilidad del agua, puesto que es un elemento grosero.

**Tabla 1.2***Composición promedio de los principales estiércoles por toneladas empleado*

<b>Clase de Estiércol</b>	<b>Peso anual promedio por animal (t.)</b>	<b>N(kg)</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(kg)</b>	<b>K<sub>2</sub>O(kg)</b>
Caballo	10.00	6.50	2.30	7.20
Vacuno	8.00	3.50	1.30	3.50
Cerdo	1.50	4.50	2.00	6.00
Oveja	0.60	8.20	2.10	8.40
Aves	0.15	8.50	5.20	6.30
Conejo	0.10	16.40	10.00	8.00

Fuente: "Olericultura". 1976. UNSCH. Ayacucho. Perú (Camasca 1994)

Selke (1981) afirma que, "el estiércol bien descompuesto es probablemente, el tipo más valioso de la materia orgánica para el suelo; reúne un número de cualidades altamente deseables".

#### ***b) Guano de Isla***

Agro Rural (2008) señala que,

el guano de isla es un recurso natural renovable, que se encuentra en las superficies de las islas y puntas del litoral peruano, lugares donde se aposentan y se reproducen las aves guaneras. Es un poderoso fertilizante orgánico, tiene un alto contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, además de otros muchos elementos nutritivos, siendo el fertilizante orgánico más completo del mundo. Biológicamente el guano de isla juega un rol esencial en el metabolismo básico del desarrollo de raíces, tallos y hojas encerrando todos los elementos fertilizantes y asegurando la nutrición de las plantas, además de tener una acción benéfica sobre la vida de los suelos. El guano de isla, se origina por acumulación de las deyecciones de las aves marinas como el Guanay (*Phalacrocorax bouganivilli* Lesson), Piquero (*Sula variegata* Tshudi) y Pelicano (*Pelecanus thagus*). Este abono consiste en la carne y los esqueletos de los peces que han sido ingeridos por las aves, y que sufren todo un proceso digestivo que los convierte en materia de fácil asimilación por las plantas.

Tineo (2007) recomienda que,

el guano de isla debe ser usado en suelos pobres de materia orgánica, debe aplicarse pulverizando a una profundidad de 10 cm por lo menos; con la finalidad



de evitar las pérdidas de amoníaco, en cultivos forrajeros es recomendable después de aplicar el guano, realizar un riego de preferencia por aspersión con la finalidad de asegurar su penetración hasta el contacto con las raíces. En cuanto a la calidad del guano de isla influyen los siguientes factores: Clase de ave: Guanay, es la que da mayor porcentaje de nitrógeno a diferencia del piquero y del alcatraz, el tiempo que ha transcurrido desde el momento en que el ave ha defecado hasta que es recogido, el clima que predomina en la isla; cuanto más húmeda esta es más pobre, el sistema de explotación; así de acuerdo a la profundidad de donde se extrae, se ha observado que la parte superficial es más pobre debido a la acción de las lloviznas continuas que lavan y disuelven los nutrientes que se infiltran a capas más profundas.

Agro Rural (2008) informa que,

el guano de isla presenta algunas propiedades y contiene macronutrientes y micronutrientes: es un fertilizante natural y completo. Contiene todos los nutrimentos que la planta requiere para su normal crecimiento y desarrollo; es un producto ecológico. No contamina el medio ambiente; es biodegradable. El guano de las islas completa su proceso de mineralización en el suelo, transformándose parte en humus y otra se mineraliza, liberando nutrientes a través de un proceso microbiológico; mejora las condiciones físico-químicas y microbiológicas del suelo. En suelos sueltos se forman agregados y en suelos compactos se logra la soltura. Incrementa la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.), favorece la absorción y retención del agua. Aporta flora microbiana y materia orgánica mejorando la actividad microbiológica del suelo y en soluble en agua. De fácil asimilación por las plantas (fracción mineralizada). El guano de las islas es un fertilizante natural completo, ideal para el buen crecimiento, desarrollo y producción del cultivo. Contiene macronutrientes como el nitrógeno, fósforo y potasio en cantidades de 10-14, 10-12, 2 a 3% respectivamente. Dentro de los mesonutrientes contiene calcio, magnesio y azufre, con un contenido promedio de 8, 0.5 y 1.5 % respectivamente. También contiene microelementos como el hierro, zinc, cobre, magnesio, boro y molibdeno en cantidades de 20 a 320 ppm.

En cuanto a la disponibilidad de nutrientes en guano de isla, el nitrógeno total, en promedio el 35% se encuentra en forma disponible, (33% es amoniacal y 2% en forma nítrica) y el 65% se encuentra en forma orgánica. Cuando se aplica el guano

de las islas, en promedio 35% de nitrógeno y 56% de fosforo están disponibles para la absorción inmediata por las plantas. La forma orgánica continúa la mineralización, aportando nutrientes durante el desarrollo del cultivo. El guano de las islas además de suministrar los nutrientes indicados anteriormente, realiza aporte microorganismo beneficios que van a enriquecer la microflora del suelo, incrementando la actividad microbiana notablemente, lo que le confiere al suelo la propiedad de “organismo vivo”. Entre los microorganismos más importantes se encuentran las bacterias nitrificantes, del grupo Nitrosomas y Nitrobacter, la primera transformación el amonio a nitrito y Nitrobacter oxida a nitrato (NO<sub>3</sub>), que es la forma como las plantas toman mayormente el nitrógeno del suelo.

**Tabla 1.3**

*Riqueza en nutrientes del guano de isla*

<b>Componentes</b>	<b>Fórmula/Símbolo</b>	<b>Concentración</b>
Nitrógeno	N	10 – 14%
Fósforo	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	10 – 12%
Potasio	K <sub>2</sub> O	2 - 3%
Calcio	CaO	8%
Magnesio	MgO	0.50%
Azufre	S	1.50%
Hierro	Fe	0.032%
Zinc	Zn	0.0002%
Cobre	Cu	0.024%
Manganeso	Mn	0.020%
Boro	B	0.016%

Fuente: Agro Rural, Ministerio de Agricultura. (2008)

### *c) Gallinaza*

Sanz, Pérez y otros (2006) mencionan que, “la gallinaza se ha impuesto en casi todo el mundo como principal fuente de nitrógeno en la elaboración de compost, por su facilidad de manejo, disponibilidad y economía. La composición de la gallinaza suele ser muy variable, dependiendo de las características de las explotaciones de las que procedan. Su contenido en nitrógeno es importante, oscilando entre el 3 y 5%”.

Estrada (2005) sostiene que,

la calidad de la gallinaza está determinada principalmente por: el tipo de alimento, edad del ave, la temperatura ambiente y la ventilación del galpón. También son

muy importante el tiempo de permanencia en el galpón, una conservación prolongada en el gallinero; el desprendimiento abundante de olores amoniacales, reduce considerablemente su contenido de nitrógeno y finalmente, el tratamiento que se le dé a la gallinaza durante el secado.

Ramírez y Blanco (2008) indican que,

se denomina gallinaza a la excreta de ave sola o en mezcla con otros materiales, como por ejemplo la cama, en el caso específico de excreta de pollo de engorde se le llama pollinaza. El contenido de humedad de la gallinaza de aves criadas en piso usualmente se encuentra entre 15 a 25%. El contenido de humedad de la gallinaza de aves criadas en jaula generalmente tiene valores mucho mayores que las aves criadas en piso, pero pueden variar ampliamente de acuerdo al sistema de producción. La gallinaza es el estiércol de gallina preparado para ser utilizado en la industria ganadera o agropecuaria. La gallinaza tiene como principal componente el estiércol de las gallinas que se crían para la producción de huevo. Es importante diferenciarlo de la pollinaza que tiene como principalmente componente el estiércol de los pollos que se crían para consumo de su carne. La gallinaza se utiliza como abono o complemento alimenticio en la crianza de ganado debido a la riqueza química y de nutrientes que contiene. Los nutrientes que se encuentran en la gallinaza se deben a que las gallinas solo asimilan entre el 30 y 40% de los nutrientes con las que se alimenta, lo que hace que en su estiércol se encuentre el restante 60 a 70% no asimilado. La gallinaza contiene un importante nivel de nitrógeno el cual es imprescindible para que tanto animales y plantas asimilen otros nutrientes y formen proteínas y se absorba la energía en la célula. El fósforo es vital para el metabolismo, y el potasio participa en el equilibrio y absorción del agua y la función osmótica de la célula. Es preciso resaltar que el estiércol de la gallina como tal no se puede considerar gallinaza. Para que sea gallinaza es necesario primero procesar el estiércol.

**Tabla 1.4**

*Contenido de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O expresado en porcentaje de gallinaza fresca y seca*

<b>Tipo</b>	<b>Humedad %</b>	<b>Nitrógeno %</b>	<b>Ácido Fosfórico %</b>	<b>Potasio %</b>
Fresca	70 - 80	1.1 – 1.6	0.9 – 1.4	0.4 – 0.6
Secado industrialmente	7 - 15	3.6 – 5.5	3.1 – 4.5	1.5 – 2.4

**Fuente:** Estrada (2005), revista lasallista de investigación Vol. 2 N° I.

## **1.10. MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE QUINUA**

### **1.10.1. Preparación del terreno**

Mujica (1997) menciona que, “entre las principales causas de los bajos rendimientos en los cultivos andinos (quinua) y algunos granos pequeños son: la mala preparación de los suelos, la no utilización de semilla seleccionada, desinfectada y la falta de fertilización. Se debe mencionar que una adecuada preparación del suelo facilita la germinación de las semillas y posterior emergencia de las plantas”.

### **1.10.2. Siembra**

Mujica (2001) indica que,

la siembra debe realizarse cuando las condiciones ambientales sean las más favorables. Esto está determinado por una temperatura adecuada de 15 – 20°C, humedad del suelo por lo menos en  $\frac{3}{4}$  de capacidad de campo, que facilitara la germinación de las semillas. La época más oportuna de siembra dependerá de las condiciones ambientales del lugar, generalmente en la zona andina, en el altiplano y en la costa, la fecha optima es del 15 de septiembre al 15 de noviembre, lógicamente se puede adelantar o retrasar un poco de acuerdo a la disponibilidad de agua y a la precocidad o duración del periodo vegetativo de los genotipos a sembrarse, en zonas más frías se acostumbra adelantar la fecha de siembra sobre todo si se usan genotipos tardíos.

Mujica (1993) recomienda que,

Para la siembra directa se utiliza 10 kilogramos de semilla por hectárea, procedente de semilleros básicos o garantizados, los cuales deben haber sido producidos bajo control y supervisión de un técnico y con condiciones especiales de fertilización, control de plagas y enfermedades, labores culturales estrictas y de cosecha, eliminando plantas atípicas, extrañas como ayaras (plantas con semillas de color negro, pardo o amarillentas, del mismo fenotipo que la variedad cultivada), la siembra directa puede efectuar en surcos distanciados de 0.40 hasta 0.80 m, dependiendo de la variedad a utilizar. En costa se recomienda 0.50 m entre surcos, con una densidad de 5 kg ha<sup>-1</sup>.

### **1.10.3. Abonamiento**

Antes de aplicar fertilizantes siempre es recomendable hacer un análisis de suelo previo a la siembra para poder determinar la cantidad de nutrientes disponibles para el cultivo.

Tapia (1979) menciona que,

la quinua responde bien a la fertilización química y al abonamiento; en suelos de baja fertilidad, se recomienda aplicar 80 - 40 - 30 kg ha<sup>-1</sup> de NPK, se debe aplicar el 50% de nitrógeno y el total de fósforo y potasio a la siembra y el otro 50% de nitrógeno en el momento del aporque, se puede también aplicar de 5 a 10 t ha<sup>-1</sup> de abono orgánico como el guano de isla, la gallinaza y el estiércol de animales. Sería como alternativa a la fertilización química.

### **1.10.4. Aporque**

Mujica (1993) señala que,

los aporques son necesarios 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 sostenerse las enormes panojas que se desarrollan, evitando de este modo el tumbado o vuelco de las plantas. Así mismo le permite resistir los fuertes embates de los vientos sobre todo en las zonas ventosas y de fuertes corrientes de aire. 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.

### **1.10.5. Riegos**

Mujica (1993) manifiesta que,

el cultivo requiere de 300 a 1000 mm por año con régimen de lluvias en verano; las condiciones pluviales varían según la especie o país de origen. Las variedades del sur de Chile necesitan mucha lluvia, mientras que la del altiplano muy poca. Considera a la quinua como una planta que soporta déficit severo y prolongado de humedad durante las diferentes etapas de su crecimiento y desarrollo. Los riegos deben ser ligeros y distanciados cada 10 a 15 días. En la floración y llenado de grano debe suministrarse en forma más abundante y menos distanciada en su frecuencia.

#### **1.10.6. Raleo**

Mujica (1997) indica que, “esta labor se realiza con la finalidad de evitar el aislamiento y competencia por los nutrientes y dar el espacio vital necesario para su desarrollo normal. Debe eliminarse las plántulas más pequeñas, raquíticas, débiles y enfermas, siendo lo ideal tener de 10 a 15 plantas como máximo por metro lineal, esta labor se realiza juntamente con el deshierbo”.

#### **1.10.7. Control de malezas**

Tapia (1979) indica que, “esta labor se realiza forzosamente en forma manual debido a que no existe herbicidas específicos para la quinua. Si bien es cierto que, en las zonas rurales, donde se siembra la quinua en pequeñas extensiones resulta conveniente el control manual, tanto por la extensión del terreno como por el mejor uso de la mano de obra, en extensiones más grandes resultaría adecuado el uso de herbicidas que puede abaratar el costo de esta operación”.

Mujica (1997) señala que,

el deshierbo sirve para liberar a la planta de la competencia que le ocasionan las malezas por los nutrientes suelo, agua y luz fundamentalmente. Se conoce que las malas hierbas tienen ciertas adaptaciones para captar con mayor vivacidad y avidez estos elementos. El número de deshierbo depende de la población de malezas que se encuentran en el cultivo. Recomendándose realizar el primer deshierbo, cuando las plantas tengan 20 cm. de altura (45 días después de siembra).

#### **1.10.8. Control fitosanitario**

Mujica (1977) menciona que,

la enfermedad de mildiu es probablemente la más importante y generalizada de la quinua y se encuentra presente en Bolivia, Colombia y Perú. En las enfermedades; muestra una admirable adaptación para su desarrollo y propagación en condiciones donde se cultiva la quinua (baja humedad ambiental y temperaturas bajas con la media anual de 6 a 10°C). La principal enfermedad de la quinua es el mildiu y otras de menor importancia son: la podredumbre marrón del tallo, la mancha ojival del tallo y la mancha bacteriana. Existen variedades resistentes al mildiu y también fungicidas de comprobada eficacia.

Zanabria y Mujica (1977) indican que, “la quinua sufre el ataque de una serie de insectos dañinos durante todo el ciclo vegetativo, desde que las plantas emergen en el campo hasta la madurez, aun en ciertos casos en los depósitos donde se almacenan las cosechas”.

Salís (1985) señala que, “entre las principales plagas están; insectos cortadores de plantas tiernas (tizonas y gusanos de tierra); insectos masticadores y defoliadores (*epicauta*) e insectos picadores u chupadores como los pulgones: insectos minadores y destructores de grano (*kcona kcona*), polilla etc.”

### **1.10.9. Cosecha**

Mujica (1977) indica que, “se realiza cuando las plantas llegan a la madurez fisiológica, la cual se reconoce porque las hojas inferiores se ponen amarillentas y caedizas, dando una apariencia amarillo pálida que caracteriza a toda la planta. Por otro lado, el grano al ser presionado por las uñas presenta resistencia que dificulta su penetración. Para llegar a esta fase transcurre de 5 a 8 meses dependiendo de ciclo vegetativo de las variedades”.

Tapia (1979) indica que, “la cosecha es una de las causas por la cual muchos agricultores no se dediquen a cultivar la quinua por la dificultad que conlleva hacerlo”.

Apaza y Delgado (2005) mencionan que, “la decisión de cuando iniciar la cosecha está determinado principalmente por la humedad del grano, cuando estos alcanzan una humedad de 18 -22 %, se produce la madurez fisiológica. En este estado de los granos la planta empieza a secarse, produciéndose una rápida pérdida de humedad, cuando llega a 14% de humedad, la planta está completamente amarilla se considera como madurez de cosecha”.

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO**

La investigación se ejecutó en el Centro Experimental de Canaán de la Facultad de Ciencias Agrarias, ubicado en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho; a una altitud de 2750 msnm, con coordenadas 13°10'00'' Latitud Sur, 74°23'10'' Longitud Oeste.

#### **2.2. ANTECEDENTES DEL TERRENO**

En la campaña 2015-2016 se sembró hortalizas como zanahoria, cebolla, col, entre otros, cuyo nivel de fertilización fue un nivel de fertilización bajo de NPK.

#### **2.3. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL SUELO**

Para determinar las características físico químicas de suelo se realizó el análisis del suelo, para lo cual se tomó muestras de suelo de 20 cm de profundidad en diferentes puntos del campo experimental; luego de homogenizar, se separó y remitió la muestra al Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar del Programa de Investigación de Pastos y Ganadería de la Universidad San Cristóbal de Huamanga, cuyo resultado se muestra en la tabla 2.1.

**Tabla 2.1**

*Análisis físico químico del suelo del Centro Experimental Canaán (2750 msnm) 2016-2017*

<b>Componente</b>	<b>Contenido</b>	<b>Interpretación</b>
pH (H <sub>2</sub> O)	8.15	Ligeramente alcalino
M.O (%)	1.14	Pobre
Nt (%)	0.05	Pobre
P (ppm)	15.9	Medio
K (ppm)	98.7	Bajo
Arena (%)	40.9	Clase textural Franco arcilloso
Limo (%)	14.5	
Arcilla (%)	44.6	

**Fuente:** Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar "Nicolás Roulet" del PIPG de la FCA-UNSCH



En la Tabla 2.1 se observa que el pH corresponde a un suelo de reacción alcalina, el cual no tiene restricción para el cultivo de quinua. El contenido de nitrógeno es bajo, fósforo, medio y potasio bajo. Según el porcentaje de arena, limo y arcilla el suelo se califica como de clase textural franco arcilloso.

## 2.4. ANÁLISIS QUÍMICO DE LOS ABONOS

El análisis químico del estiércol de vacuno, guano de isla y gallinaza presento los siguientes resultados:

**Tabla 2.2**

*Análisis químico del estiércol de vacuno, guano de isla y gallinaza 2016-2017*

Fuente de	(%)					
Estiércol	pH	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg
E. Vacuno	9.67	1.44	0.59	0.27	1.98	0.58
Guano de Isla	8.46	4.41	2.81	2.32	6.87	2.42
Gallinaza	8.73	1.68	2.56	1.39	10.1	3.26

**Fuente:** Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar “Nicolás Roulet” del PIPG de la FCA-UNSCH.

## 2.5. CONDICIONES CLIMÁTICAS

Los datos meteorológicos fueron reportados por la Estación Meteorológica del INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria), ubicado en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Provincia de Huamanga – Ayacucho a una altitud de 2735 msnm, situado entre las coordenadas de 74°12’22.92’’ longitud oeste y 13°10’00.06’’ latitud sur.

Los datos registrados se presentan en la tabla 2.3 y la figura 2.1. de la precipitación y la temperatura máxima, media, mínima del periodo octubre del 2016 a abril del 2017. Durante este periodo, la precipitación total alcanzó los 418.1 mm, y la temperatura máxima, mínima y media anual fueron de 25.6°C; 11.14°C y 18.37°C, respectivamente. Según el balance hídrico, condiciones de humedad se presentaron en los meses de diciembre del 2016 a febrero de 2017. Hubo déficit de humedad en los meses octubre, noviembre del 2016 y enero, marzo y abril del 2017 (Tabla 2.3 y Figura 2.1).

**Tabla 2.3**

*Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2016-2017, de la Estación Meteorológica INIA (SENAMHI)- Ayacucho*

Distrito : Andrés Avelino Cáceres Dorregaray

Provincia : Huamanga

Departamento : Ayacucho

Altitud : 2735 msnm

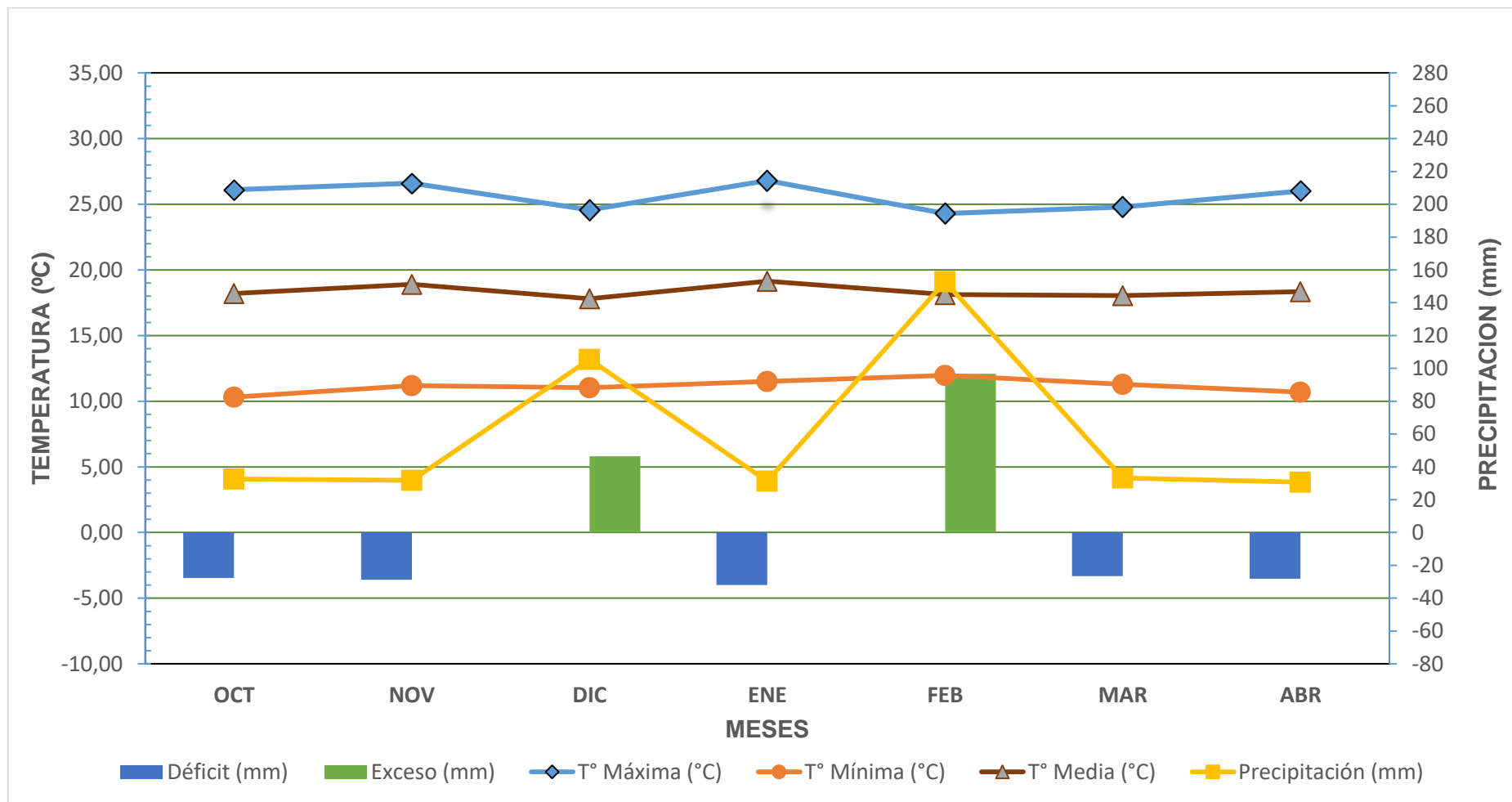
Latitud : 13°10'00.06" S

Longitud : 74°12'22.92" W

AÑO MESES	2016			2017				TOTAL	PROM
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR		
T° Máxima (°C)	26.10	26.60	24.57	26.80	24.30	24.80	26.00	179.17	25.60
T° Mínima (°C)	10.32	11.20	11.03	11.50	11.96	11.30	10.70	78.01	11.14
T° Media (°C)	<b>18.21</b>	<b>18.90</b>	<b>17.80</b>	<b>19.15</b>	<b>18.13</b>	<b>18.05</b>	<b>18.35</b>	128.59	<b>18.37</b>
Factor	4.96	4.8	4.96	4.96	4.64	4.96	4.8		
ETP (mm)	90.321	90.720	88.288	94.984	84.123	89.528	88.080	626.04	89.4
Precipitación (mm)	<b>32.6</b>	<b>31.8</b>	<b>105.4</b>	<b>31.4</b>	<b>152.9</b>	<b>33.3</b>	<b>30.7</b>	418.1	
ETP Ajust. (mm)	60.32	60.59	58.96	63.43	56.18	59.79	58.82	526.4	
H del suelo (mm)	-27.72	-28.79	46.44	-32.03	96.72	-26.49	-28.12		
Déficit (mm)	<b>-27.72</b>	<b>-28.79</b>		<b>-32.03</b>		<b>-26.49</b>	<b>-28.12</b>		
Exceso (mm)			<b>46.44</b>		<b>96.72</b>				

**Figura 2.1**

*Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico correspondiente a la Campaña Agrícola 2016 -2017, de la Estación Meteorológica de INIA (SENAMHI) - Ayacucho*



## 2.6. FACTORES ESTUDIADOS

Los factores considerados en el presente estudio son:

### a. Variedades de quinua (V) - Parcela

v<sub>1</sub> : Ccoito

v<sub>2</sub> : Pasankalla

v<sub>3</sub> : Collana

### b. Fuentes de abono orgánico (F) – Sub parcela

f<sub>1</sub> : guano de islas (2 t ha<sup>-1</sup>)

f<sub>2</sub> : gallinaza (5 t ha<sup>-1</sup>)

f<sub>3</sub> : estiércol de vacuno (10 t ha<sup>-1</sup>)

## 2.7. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Los tratamientos se obtuvieron al combinar los dos factores estudiados.

**Tabla 2.4**

*Tratamientos*

Tratamiento	Código	Descripción
v <sub>1</sub> x f <sub>1</sub>	T <sub>1</sub>	Variedad Ccoito con guano de isla
v <sub>1</sub> x f <sub>2</sub>	T <sub>2</sub>	Variedad Ccoito con gallinaza
v <sub>1</sub> x f <sub>3</sub>	T <sub>3</sub>	Variedad Ccoito con estiércol de vacuno
v <sub>2</sub> x f <sub>1</sub>	T <sub>4</sub>	Variedad Pasankalla con guano de isla
v <sub>2</sub> x f <sub>2</sub>	T <sub>5</sub>	Variedad Pasankalla con gallinaza
v <sub>2</sub> x f <sub>3</sub>	T <sub>6</sub>	Variedad Pasankalla con estiércol de vacuno
v <sub>3</sub> x f <sub>1</sub>	T <sub>7</sub>	Variedad Collana con guano de isla
v <sub>3</sub> x f <sub>2</sub>	T <sub>8</sub>	Variedad Collana con gallinaza
v <sub>3</sub> x f <sub>3</sub>	T <sub>9</sub>	Variedad Collana con estiércol de vacuno

## 2.8. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El experimento en estudio se trabajó con el Diseño Experimental de Parcelas Divididas (DPD), a las variedades de quinua se le asignó las parcelas, a fuentes de abono orgánico las sub parcelas, estableciéndose 09 tratamientos y 3 repeticiones. El modelo aditivo lineal es:

$$y_{ijk} : \mu + \beta_k + \tau_i + \alpha_j + \tau\alpha_{(ij)} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$y_{ijk}$  : Observación de la  $i$ -ésima variedad con el  $j$ -ésima fuente de abono

orgánico y en el  $k$  - ésimo bloque.

$\mu$  : Media general.

$\beta_k$  : Efecto del  $k$  -ésimo bloque.

$\tau_i$  : Efecto principal de la  $i$  -ésima variedad (parcela).

$\alpha_j$  : Efecto principal de la  $j$  -ésima fuente de abono orgánico (sub parcela).

$\tau\alpha_{ij}$  : Efecto simple de la interacción de la  $i$  -ésima variedad por el  $j$  -ésima fuente de abono orgánico.

$\varepsilon_{ijk}$  : Error experimental.

## 2.9. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

### Sub parcela

- Ancho de subparcela : 2.40 m
- Largo de sub parcela : 5.00 m
- Área de sub parcela : 12.00 m<sup>2</sup>

### Parcela

- Ancho de parcela : 5.00 m
- Largo de parcela : 7.20 m
- Área de parcela : 36.00 m<sup>2</sup>
- No de parcelas por bloque : 3

### Bloque

- N° de Bloques : 3
- Largo del bloque : 21.60 m
- Ancho del bloque : 5.00 m
- Área del bloque : 108.00 m<sup>2</sup>

### Calles

- N° total de calles : 2
- Largo de la calle : 21.60 m
- Ancho de la calle : 1.00 m
- Área de la calle : 21.60 m<sup>2</sup>

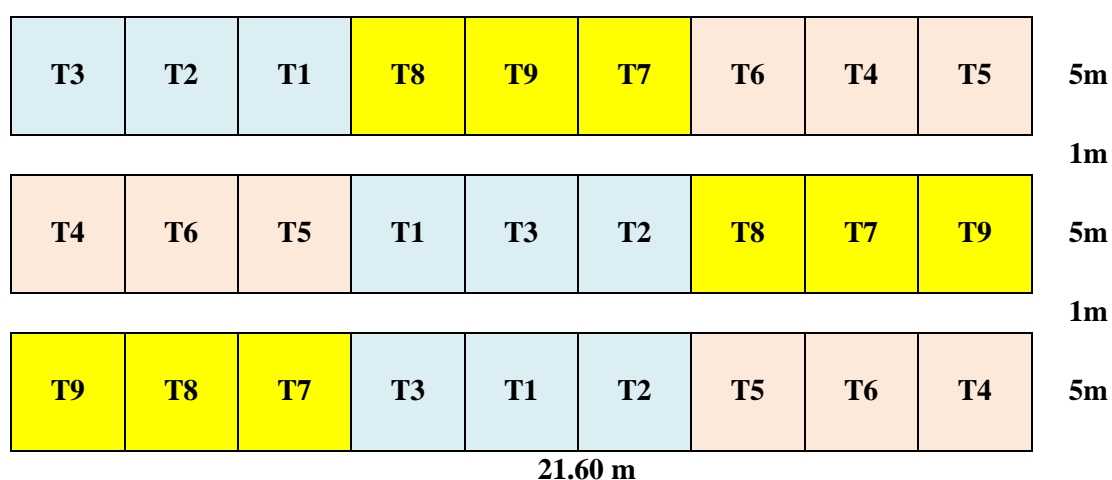
### Campo experimental

- Largo : 21.60 m
- Ancho : 17.00 m
- Área total : 367.20 m<sup>2</sup>
- Área efectiva : 324.00 m<sup>2</sup>

## 2.10. CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Figura 2.2

*Croquis del campo experimental y distribución de tratamientos en las unidades experimentales*



## 2.11. INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

### 2.11.1. Preparación del terreno

Se realizó mediante una pasada de arado de disco y rastra, dejando el terreno mullido y nivelado; esta actividad se llevó a cabo el 22 de setiembre del 2016. Luego se terminó con el surcado a un distanciamiento de 0.80 m entre surco el 08 de octubre del 2016.

### 2.11.2. Demarcación y estacado del campo experimental

Para la delimitación de las parcelas y bloques del campo se utilizó estacas, los trazos se realizaron con la ayuda de una Wincha y cordel según el croquis experimental, en el mes de setiembre.

### 2.11.3. Fertilización

La fertilización se hizo a base de abonos orgánicos se distribuyó a chorro continuo de forma manual con aplicaciones de 10 t ha<sup>-1</sup> estiércol de vacuno, 2 t ha<sup>-1</sup> de guano de

isla y 5 t ha<sup>-1</sup> de gallinaza, luego se cubrió el abono con la tierra para depositar las semillas de quinua para evitar la quemadura del embrión, considerando el análisis del suelo y las recomendaciones de otros trabajos de investigación.

#### **2.11.4. Siembra**

Se realizó el 15 de octubre del 2016 utilizando una densidad de siembra de 10 kg ha<sup>-1</sup>, y consistió en depositar la semilla en forma uniforme al fondo del surco a chorro continuo, seguidamente se procedió con el tapado superficial. Luego de la siembra se hizo el riego ligero para inducir a la emergencia de las plántulas.

#### **2.11.5. Riego**

El cultivo se condujo bajo condiciones de riego tecnificado localizado específicamente riego por goteo, para lo cual se hizo el aforo respectivo de los goteros siendo el caudal:  $Q=1.0$  l/hr, la frecuencia del riego se hizo de acuerdo al estado fenológico del cultivo. Desde la emergencia hasta inicio de la ramificación el riego se realizó cada dos días con un tiempo de aplicación de 45 minutos/riego. De la ramificación hasta inicio de floración el riego fue cada tres días con un tiempo de 60 a 90 minutos/riego. Durante la floración la demanda de agua del cultivo, es más, en esta etapa el riego se realizó cada 2 a 3 días con tiempo de aplicación de 2 horas/riego. En los meses de diciembre del 2016 y febrero del 2017 se presentaron precipitaciones, donde el riego por goteo era complementario.

#### **2.11.6. Control de malezas**

Con la finalidad de evitar la competencia de las malezas con el cultivo se realizó su control en forma manual. Durante la conducción de cultivo se hicieron dos controles de malezas. Esta labor se efectuó a los 30 días (13 de noviembre del 2016) y 60 días (12 de diciembre del 2016) después de la siembra, así manteniendo limpio el campo experimental.

#### **2.11.7. Raleo**

Se realizó a los 30 días después de la siembra (13 de noviembre del 2016) antes del aporque, dejando aproximadamente 15 plantas por metro lineal. Durante esta labor se aprovechó para eliminar las plantas atípicas.

### **2.11.8. Aporque**

Se realizó a los 60 días después de la siembra (12 de diciembre del 2016) cuando las plantas presentaron una altura de 25-30 cm con la aplicación de urea. Se tuvo cuidado de no enterrar la cinta de riego.

### **2.11.9. Control fitosanitario**

Las enfermedades de mayor incidencia que se presentaron en el cultivo fueron la chupadera fungosa, que se presentó en las primeras semanas para su control se realizó 02 aplicaciones de Benomyl 30g/20 l de agua, otra enfermedad que se presentó cerca a la floración fue el mildiu (*Peronospora farinosa*), que se controló con Ridomil Gold MZ 68 WP a 3 kg ha<sup>-1</sup>; se realizó dos aplicaciones, el 28 de diciembre del 2016 y 25 de enero del 2017.

### **2.11.10. Cosecha**

Se realizó previa evaluación de la madurez fisiológica, muestreando los surcos de cada variedad, para evaluar el rendimiento. La cosecha se inició el 10 de marzo del 2017 con la variedad Pasankalla que fue la más precoz de las variedades evaluadas. Seguido se cosecharon la primera semana de abril del 2017 las variedades de la Collana y Ccoito que no mostraron diferencia significativa a la madurez fisiológica. La cosecha se realizó manualmente con hoces o segadera de cada unidad experimental por separado. El secado de las panojas se realizó sobre mantones, posteriormente se hizo la trilla, venteado finalmente se procedió a pesar los granos en una balanza digital calibrada.

## **2.12. VARIABLES EVALUADAS**

### **2.12.1. Variables de precocidad**

#### *a) Días a la madurez fisiológica*

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta la cosecha; cuando el grano formado presentaba resistencia al presionar con las uñas.

### **2.12.2. Variables de productividad**

#### *a) Altura de planta (cm)*

Este parámetro se evaluó a la madurez fisiológica, se midió 10 plantas muestreadas al azar desde el cuello de la planta hasta el ápice de la panoja, se tomó la medida en cm con un flexómetro.



***b) Longitud de panoja (cm)***

La longitud de panoja se consideró a la madurez filológica, se midió 10 panojas al azar desde la base de la panoja hasta el extremo distal de la misma.

***c) Peso de grano por panoja (g)***

Luego de la trilla de las panojas cosechadas por separado se procedió a pesar los granos y se registró el peso de grano por panoja.

***d) Peso de mil semillas (g)***

Se tomó cinco muestras de 200 semillas que se pesaron en una balanza de precisión y luego fueron expresadas en peso de 1000 semillas.

***e) Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>)***

Luego de la trilla se pesó el grano limpio de quinua de las parcelas en una balanza de precisión, determinándose el rendimiento de granos por cada unidad experimental. Finalmente se infirió el rendimiento de quinua en kilogramos por hectárea (kg ha<sup>-1</sup>).

### **2.13. ESTUDIO ECONÓMICO**

Se determinaron los costos de producción del cultivo, así como el valor de la cosecha, luego se calculó la relación beneficio/costo del cultivo:

$$B/C = \frac{Utilidad}{Costo\ de\ producción} \times 100$$

### CAPÍTULO III

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 3.1. PRECOCIDAD

La tabla 3.1 muestra que existe diferencia en los promedios de días a la madurez fisiológica de las variedades evaluadas, siendo la más precoz la variedad Pasankalla con un promedio de 145 días. Siendo tardías las variedades Collana y Ccoito con un promedio de 165 días después de la siembra.

**Tabla 3.1**

*Días a madurez fisiológica de tres variedades de quinua con fuentes de abono orgánico. Canaán 2750 msnm*

Variedad	Fuente de abono	Madurez Fisiológica (Días)
Ccoito	Estiércol	160-170
Ccoito	G. Isla	160-170
Ccoito	Gallinaza	160-170
Pasankalla	Estiércol	140-150
Pasankalla	G. Isla	140-150
Pasankalla	Gallinaza	140-150
Collana	Estierco	160-170
Collana	G. Isla	160-170
Collana	Gallinaza	160-170

Según **INIA (2006)**, “la variedad INIA 415 – Pasankalla es una variedad precoz su periodo vegetativo dura 140 días”.

**León (2003)** indica que, “la madurez fisiológica es cuando el grano formado presenta resistencia a la penetración de las uñas por la presión, esto ocurre a los 160 a 180 días después de la siembra”, de lo mencionado podemos afirmar que nuestra investigación está dentro de este rango.

**Román (2014)** refiere que “las etapas fenológicas dependen mucho de los factores ambientales de cada campaña agrícola. En un suelo franco arcilloso, las fases fenológicas se alargan debido al alto contenido de humedad o a su mayor capacidad de retener agua; en cambio en un suelo franco arenoso sucede todo lo contrario”. En relación a esta información, podemos indicar que las precipitaciones que se presentaron en los meses de diciembre del 2016 y febrero del 2017 hayan influido en la demora de la madurez fisiológica de las variedades estudiadas en comparación a los resultados obtenidos por Román (2014).

## 3.2. VARIABLES DE RENDIMIENTO

### 3.2.1. Altura de planta

**Tabla 3.2**

*Análisis de variancia de la altura de planta en las variedades de quinua con fuentes de abono orgánico. Canaán 2750 msnm*

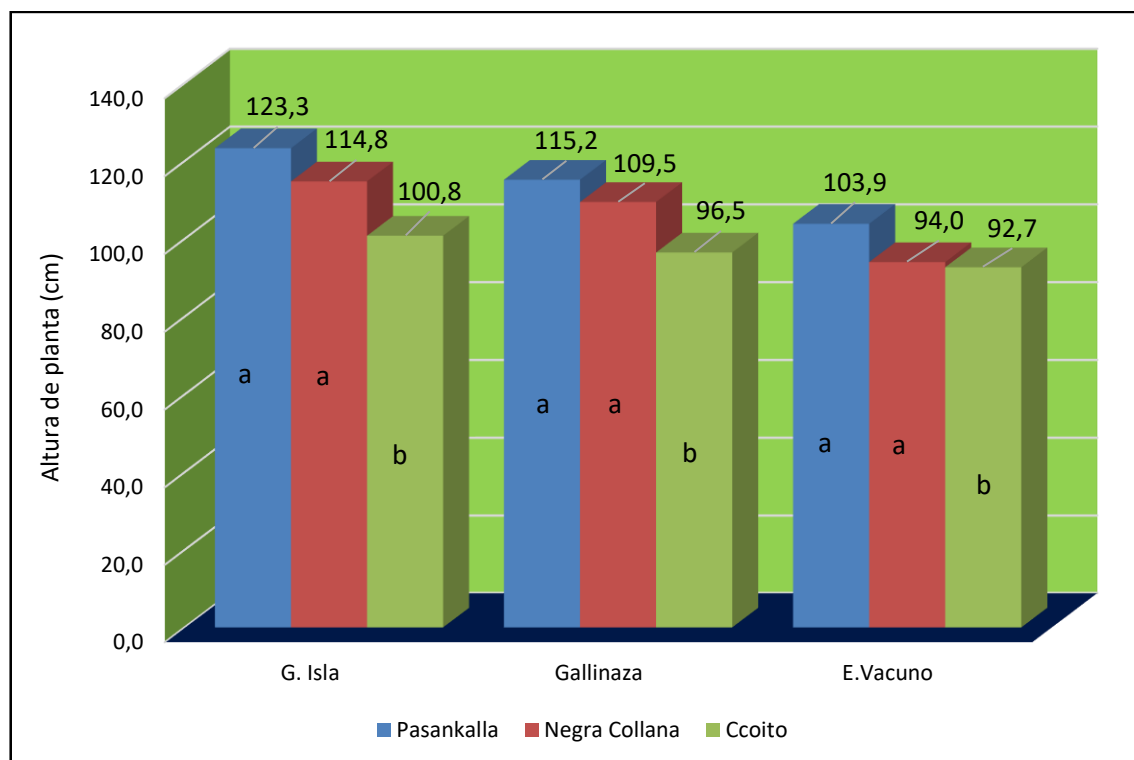
<b>F. Variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr&gt;Fc</b>
Bloque	2	5.33	2.66	0.33	0.7250 ns
Variedad (V)	2	1374.03	687.01	22.9	<0.0001 **
Error (a)	4	120.15	30.04	3.73	
Abono (A)	2	1193.61	596.80	74.05	0.0001 **
Inter (V x A)	4	174.41	43.60	5041	0.0100 **
Error (b)	12	96.71	8.06		
Total	26	2964.23			

C.V. = 2.69 %

La Tabla 3.2 del ANVA de la altura de planta muestra alta significación en los factores principales, así como también en la interacción de las fuentes de abono orgánico por variedades, resultado que permite efectuar el análisis de los efectos simples de los dos factores en estudio. El coeficiente de variación es un valor de buena precisión del experimento.

**Figura 3.1**

*Prueba de Tukey de los efectos simples de la altura de planta de variedades de quinua en las fuentes de abono orgánico. Canaán 2750 msnm*



La altura de planta en la quinua es un factor de importancia muy relacionada con el rendimiento. En la Figura 3.1 observamos que la variedad Pasankalla es la de mayor altura que las demás variedades, pero sin diferencia estadística frente a la variedad Collana. La variedad Ccoito se muestra como la de menor altura, además con la fuente guano de isla es la que obtienen una mayor altura de planta.

Del resultado obtenido, se deduce que la altura de planta es una característica de la variedad de quinua dependiente del carácter varietal o genético de la planta y en menor grado por la interacción con el ambiente.

**Burín (2016)** en su trabajo de “Rendimiento de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo tres láminas de riego por goteo”, obtuvo 143 cm de altura de planta en la variedad Pasankalla, mayor a lo obtenido en el presente trabajo.

**Oriundo (2010)** en su trabajo de investigación en Canaán a 2750 msnm aplicando 2500 kg ha<sup>-1</sup> de guano de isla incubado con Microorganismos Benéficos (MB) por 20 días

obtuvo 171.24 cm de altura, estos resultados superan a lo obtenido en el presente trabajo se puede decir que se debe a la cantidad y tratamiento que se dio al guano de isla con los Microorganismos Benéficos (MB).

**Meza (2010)** en su investigación realizado en Canaán a 2750 msnm, obtiene un promedio de altura de planta 112.67 cm aplicando 10 t ha<sup>-1</sup> de estiércol de vacuno estos resultados son superiores a lo obtenido en el presente trabajo con el mismo tratamiento.

La altura alcanzada por las plantas en el experimento coincide con Mujica (2003) que manifiesta que la altura de la quinua alcanza menor altura de 0.30 a 2.50 m.

### 3.2.2. Longitud de panoja

**Tabla 3.3**

*Análisis de variancia de la longitud de panoja de variedades de quinua con fuentes de abono orgánico. Canaán 2750 msnm*

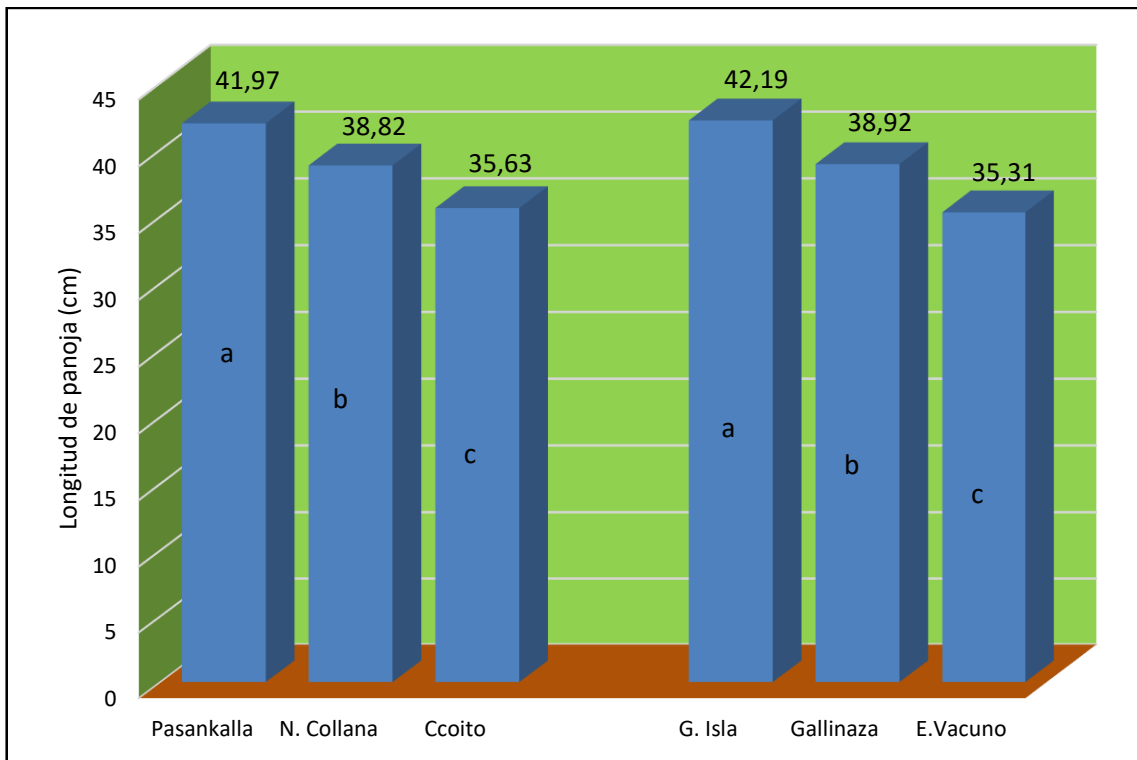
<b>F. Variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr&gt;Fc</b>
Bloque	2	31.91	15.96	8.01	0.0062 **
Variedad (V)	2	180.50	90.25	29.88	<0.0001 **
Error (a)	4	12.08	3.02		
Abono (A)	2	213.05	106.52	53.49	<0.0001 **
Inter (V x A)	4	9.02	2.25	1.13	0.3873 ns
Error (b)	12	23.90	1.99		
Total	26	470.46			

C.V. = 3.64 %

La Tabla 3.3 del análisis de variancia de la longitud de panoja muestra que existe alta significación estadística en los efectos principales de las fuentes de abono orgánico y las variedades evaluadas. El coeficiente de variación de 3.64 % indica una buena precisión del experimento.

**Figura 3.2**

*Prueba de Tukey de los efectos principales de las variedades y de las fuentes de abono orgánico en la longitud de panoja de quinua. Canaán 2750 msnm*



La prueba de Tukey (figura 3.2.) muestra que la variedad Pasankalla presenta mayor longitud de panoja con 41.97 cm superando estadísticamente a las demás variedades. En la prueba de Tukey de los abonos orgánico, el guano de islas es la que ofrece mayor respuesta en la longitud de panoja en las variedades estudiadas.

**Meza (2010)**, en su trabajo de investigación realizado en Canaán 2750 msnm, obtuvo una longitud de panoja de 21.5 cm con la dosis de 10 t ha<sup>-1</sup> de estiércol de vacuno siendo menor la longitud con relación a lo obtenido en la presente investigación.

**Huamán (2011)**, en su investigación realizado en Pucuhuillca – Ayacucho 3200 msnm, en la variedad Pasankalla obtuvo una longitud de panoja de 72.68 cm con la dosis de 2 t ha<sup>-1</sup> de guano de isla y 55.91 cm con la dosis de 5 t ha<sup>-1</sup> de gallinaza; estos resultados difieren del obtenido en la presente investigación básicamente debido a que el trabajo se realizó bajo otras condiciones medioambientales.

Mujica, Izquierdo y Marathee (2001) señalan que, “la longitud de panoja es variable, dependiendo de los genotipos, tipo de quinua, lugar donde se desarrolla y condiciones de fertilidad de los suelos, alcanzando de 30 a 80 cm de longitud”.

Apaza y Delgado (2005) reportan que la longitud de panoja varía entre 29 a 55 cm; medida que es similar al resultado obtenido en el presente trabajo.

### 3.2.3. Peso de grano por panoja

**Tabla 3.4**

*Análisis de variancia del peso de grano por panoja de las variedades de quinua con fuentes de abono orgánico. Canaán 2750 msnm*

F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	1.54	0.77	1.20	0.3342 ns
Variedad (V)	2	163.03	81.52	44.79	<0.0001 **
Error (a)	4	7.27	1.82		
Abono (A)	2	35.10	17.55	27.44	<0.0001 **
Inter (V x A)	4	15.34	3.83	6.00	0.0069 **
Error (b)	12	7.68	0.64		
Total	26	229.96			

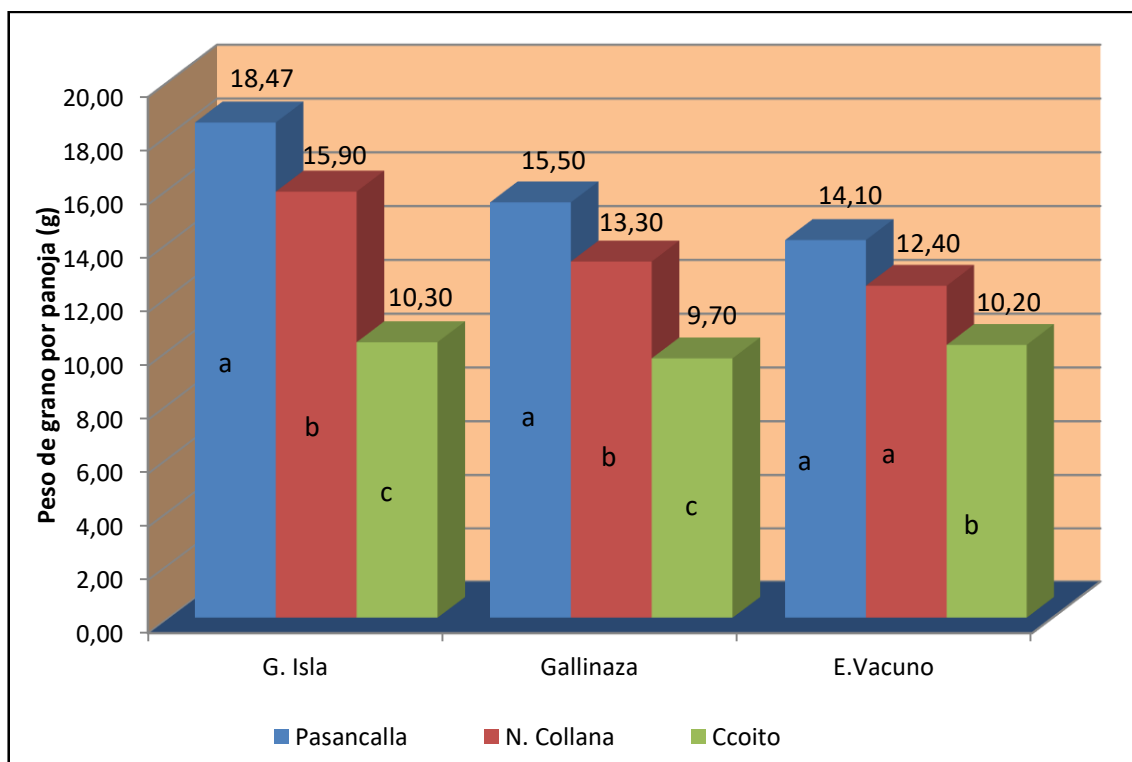
C.V = 6.01 %

La tabla 3.4 del ANVA de peso de grano por panoja, mostró alta significación estadística en la interacción abonamiento por variedades de quinua. Este resultado permitió estudiar los efectos simples de variedades en cada abono orgánico en el peso de grano por panoja.

El coeficiente de variabilidad 6.01%, significa que existe poca variabilidad entre bloques y por lo tanto se encuentra dentro de los valores permisibles para este tipo de experimento.

**Figura 3.3**

*Prueba de Tukey de los efectos simples en peso de grano por panoja de las fuentes de abono orgánico. Canaán 2750 msnm*



En la figura 3.3 de la prueba de Tukey de los efectos simples del peso de grano por panoja de las variedades en cada fuente de abono orgánico muestra que hubo mayor respuesta al guano de isla seguido de la gallinaza y estiércol de vacuno, así mismo, el peso de grano por panoja de la variedad Pasankalla en las tres fuentes de abono orgánico fue superior, seguido de la variedad Negra Collana y esta a su vez superior a la variedad Ccoito. La variedad Pasankalla con guano de islas alcanzó 18.47 g por panoja mientras que el peso de grano del abono estiércol de vacuno con la variedad Ccoito fue solo 10.20 g por panoja.

El resultado obtenido se atribuye a que el guano de islas es un abono orgánico con alto grado de descomposición y tiene buen contenido de nutrientes, lo que podría haber influido en el peso de granos por panoja, frente a los abonos como la gallinaza y el estiércol de vacuno que tienen menor descomposición. Por otro lado, se demuestra el mayor potencial de la variedad Pasankalla en las condiciones donde se realizó el experimento frente a Negra Collana y Ccoito, que están mejor adaptadas a zonas de mayor altura.



**Burín (2016)** en su trabajo “Rendimiento de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo tres láminas de riego por goteo”, reporta 2.3 g siendo muy inferior al hallado en el estudio realizado.

**Cabrera (2015)**, bajo condiciones de Canaán 2735 msnm, reporta 12.04 g de peso de grano por panoja en la variedad Negra Collana siendo inferior con respecto al presente trabajo; también Román (2014), bajo condiciones de Canaán 2735 msnm, reporta 18.01 g que fue superior a lo obtenido en el presente trabajo.

**Meza (2010)** en su trabajo de investigación en Canaán 2750 msnm, obtuvo el peso de grano por panoja valores de 12.2 g con una dosis de 10 t ha<sup>-1</sup> de estiércol de vacuno, el cual se encuentra dentro del rango obtenido en el presente trabajo. En este caso, la participación del N, P, y K, es justificada debido a que existe gran demanda de estos elementos para constituir tejidos de reserva, cuando faltan estos elementos nutritivos o no es suficiente en el suelo, los granos no logran alcanzar suficiente peso.

**Mengel y Kirby (1987)** mencionan que el potasio promueve la asimilación de CO<sub>2</sub> y la translocación de carbohidratos. Esto es la razón por la cual el contenido de almidón es alto en papas, mientras que en quinua las fórmulas de abonamiento de potasio son de requerimientos bajos, porque no acumula mucho almidón en sus granos.

### 3.2.4. Peso de mil semillas

**Tabla 3.5**

*Análisis de variancia del peso de mil semillas de las variedades de quinua con fuentes de abono orgánico. Canaán 2750 msnm*

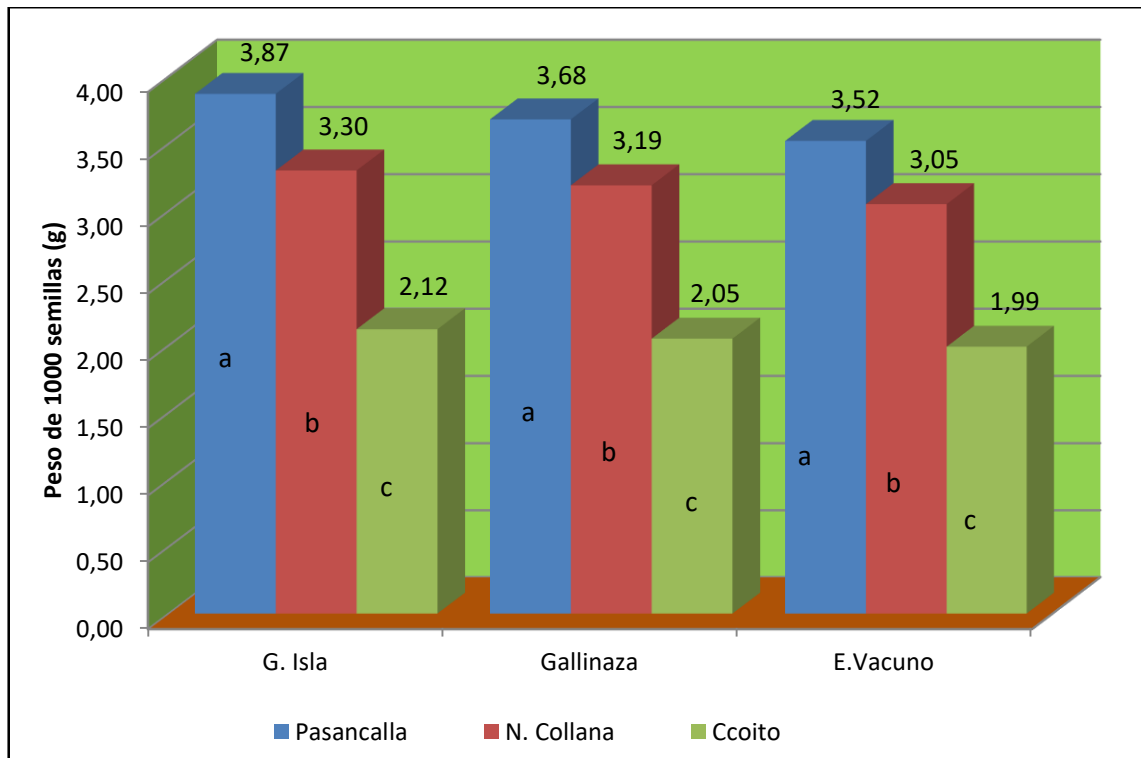
F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	0.02	0.01	5.25	0.0230 ns
Variedad (V)	2	12.62	6.31	315.50	<0.0001 **
Error (a)	4	0.07	0.02		
Abono (A)	2	0.26	0.13	72.40	<0.0001 **
Inter (V x A)	4	0.04	0.01	5.39	0.0102 *
Error (b)	12	0.02	0.0018		
Total	26	13.04			

C.V = 1.44 %

La tabla 3.5 del Análisis de variancia muestra significación estadística para la fuente de variación de la interacción variedades por fuentes de abono orgánico, además alta significación estadística en los efectos principales. El coeficiente de variación muestra gran precisión indicándonos buena homogeneidad en los tratamientos.

**Figura 3.4**

*Prueba de Tukey de los efectos simples del peso de mil semillas de las variedades en cada fuente de abono orgánico. Canaán 2750 msnm*

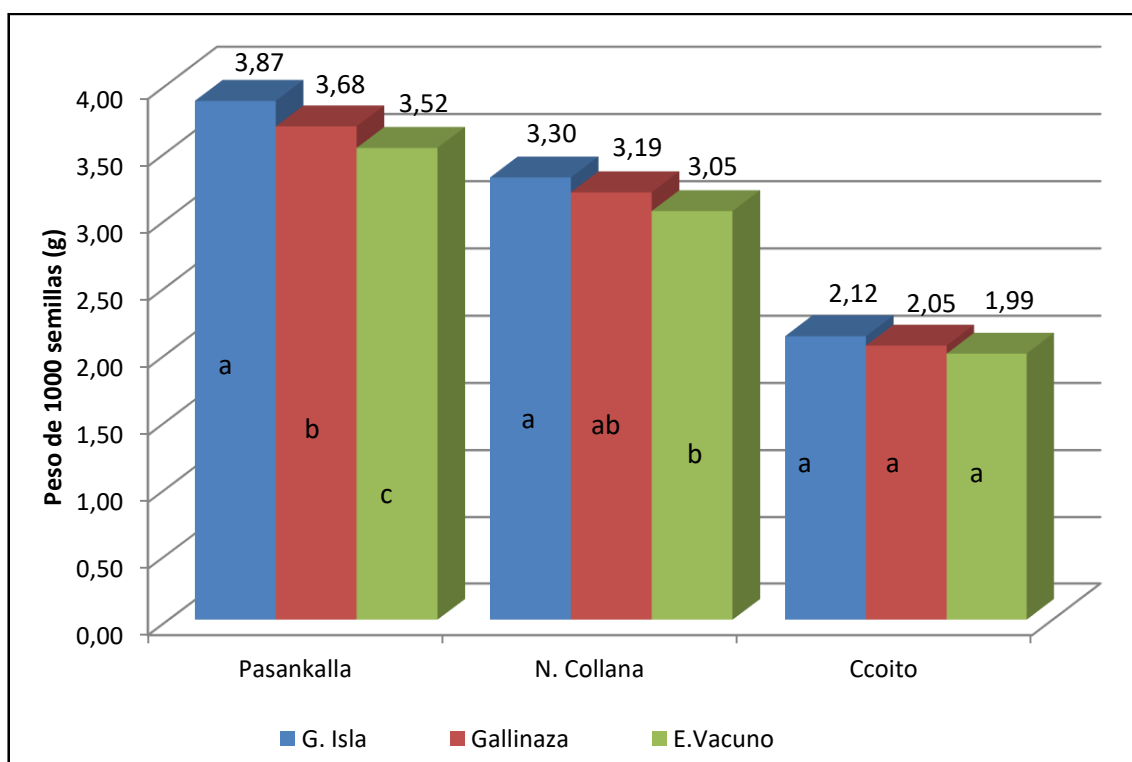


La figura 3.4 muestra a la variedad Pasankalla con mayor peso de mil semillas, este resultado por el tamaño de semilla característica varietal, mostrando una mejor respuesta con el abono guano de islas. La variedad Ccoito muestra un menor peso y su promedio es casi semejante con las tres fuentes de abono orgánico.

La figura 3.5 muestra a la variedad Pasankalla con guano de islas tiene mayor peso de mil semillas, este resultado por el tamaño de semilla característica varietal. La variedad Ccoito muestra un menor peso sin diferencia estadística en las diferentes fuentes de abono orgánico. Este resultado también es un indicativo del peso de mil semillas está influenciado por la característica varietal.

**Figura 3.5**

*Prueba de Tukey de los efectos simples del peso de mil semillas de las fuentes de abono orgánico en cada variedad de quinua. Canaán 2750 msnm*



**Burín (2016)** en su trabajo “Rendimiento de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo tres láminas de riego por goteo”, encontró que el peso promedio de mil semillas de quinua fue de 3.270 g en la variedad de Pasankalla, peso menor a lo obtenido en el presente trabajo.

**Meza (2010)** en su investigación realizado en Canaán 2750 msnm, obtuvo un peso de mil semillas de quinua de 3.40 g con una dosis de 10 t ha<sup>-1</sup> de estiércol de vacuno, el cual se aproxima a lo obtenido en la presente investigación.

**Huamán (2011)** en su trabajo de investigación en Pucuhuillca – Ayacucho 3200 msnm, obtuvo el peso de mil semillas de 4.05 g en la variedad Pasankalla con la dosis de 2 t ha<sup>-1</sup> de guano de isla y 3.42 g con la dosis de 5 t ha<sup>-1</sup> de gallinaza este resultado es superior del obtenido en la presente investigación básicamente debido a la variación de los factores medioambientales.

**De La Cruz (2004)** reporta haber encontrado el peso promedio de mil semillas de quinua de 3.88 g en cuatro variedades evaluadas y afirma que un incremento en la dosis de abono aumenta el peso de mil semillas, estos valores se aproximan al resultado de la presente investigación.

### 3.2.5. Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>)

**Tabla 3.6**

*Análisis de variancia del rendimiento de grano de las variedades de quinua con fuentes de abono orgánico. Canaán 2750 msnm*

<b>F. Variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr&gt;Fc</b>
Bloque	2	38657.33	19328.66	1.18	0.3418 ns
Variedad (V)	2	4167997.63	2083998.81	44.42	<0.0001**
Error (a)	4	187653.50	46913.37		
Abono (A)	2	893913.51	446956.75	27.19	<0.0001**
Inter (V x A)	4	392459.19	98114.80	5.97	0.0070**
Error (b)	12	197288.96	16440.75		
Total	26	5877970.11			

C.V = 6.02 %

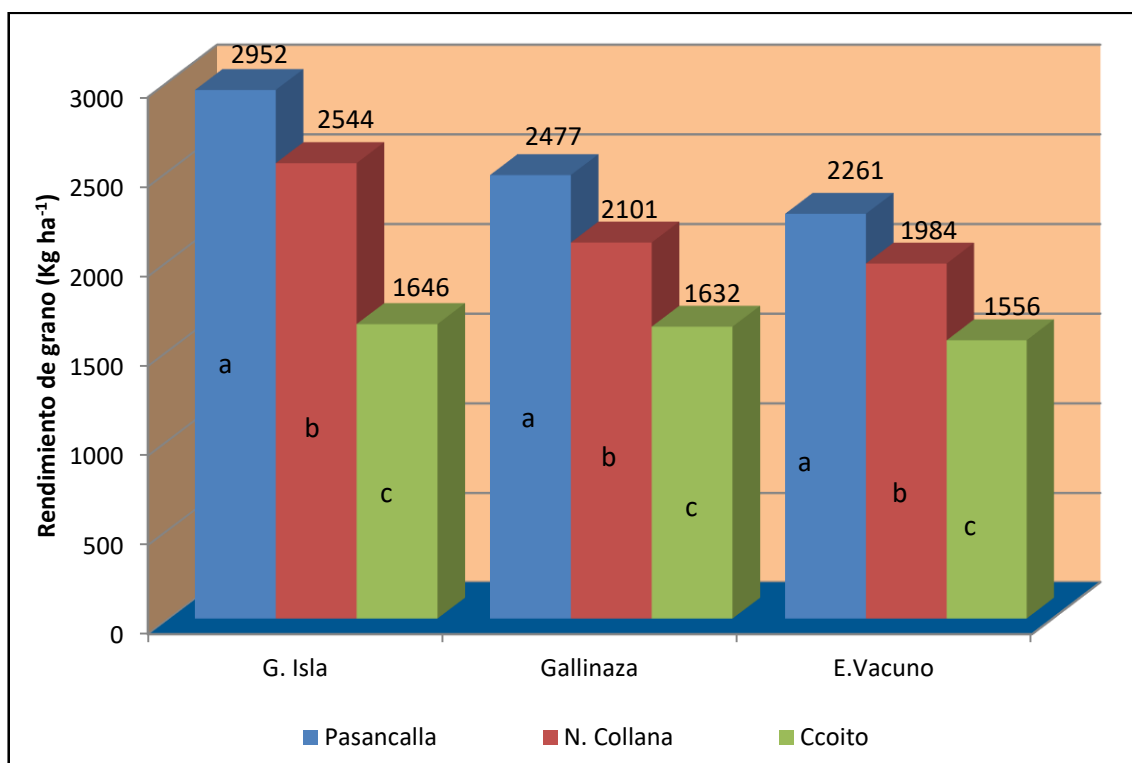
El rendimiento es la variable de mayor importancia en todo cultivo. En la Tabla 3.6 del ANVA de rendimiento se observa alta significación estadística para la interacción de los dos factores en estudio, este resultado permite el análisis de los efectos simples. El coeficiente de variación 6.02 % representa buena precisión del experimento.

La figura 3.6 muestra la prueba de Tukey de los efectos simples de los rendimientos de grano, donde la variedad Pasankalla es la que muestra el mayor rendimiento en las diferentes fuentes de abonos orgánicos, mostrando una mayor respuesta en el guano de isla con un rendimiento de 2952 kg ha<sup>-1</sup>. La gallinaza muestra una segunda opción de respuesta con la variedad Pasankalla. Con la variedad Ccoito no existe diferencia estadística al uso de los abonos orgánicos. Comparativamente, el estiércol de vacuno tiene un menor rendimiento frente a los otros abonos orgánicos. Se observa el efecto varietal en el rendimiento de grano en las fuentes de abono orgánico.

Por otro lado, se demuestra también que los abonos con mayor descomposición, guano de islas y gallinaza presentan mayor rendimiento en comparación con el estiércol de vacuno que tiene menor rendimiento frente a los otros abonos.

**Figura 3.6**

*Prueba de Tukey de los efectos simples del rendimiento de grano de las variedades de quinua en cada fuente de abono orgánico. Canaán 2750 msnm*

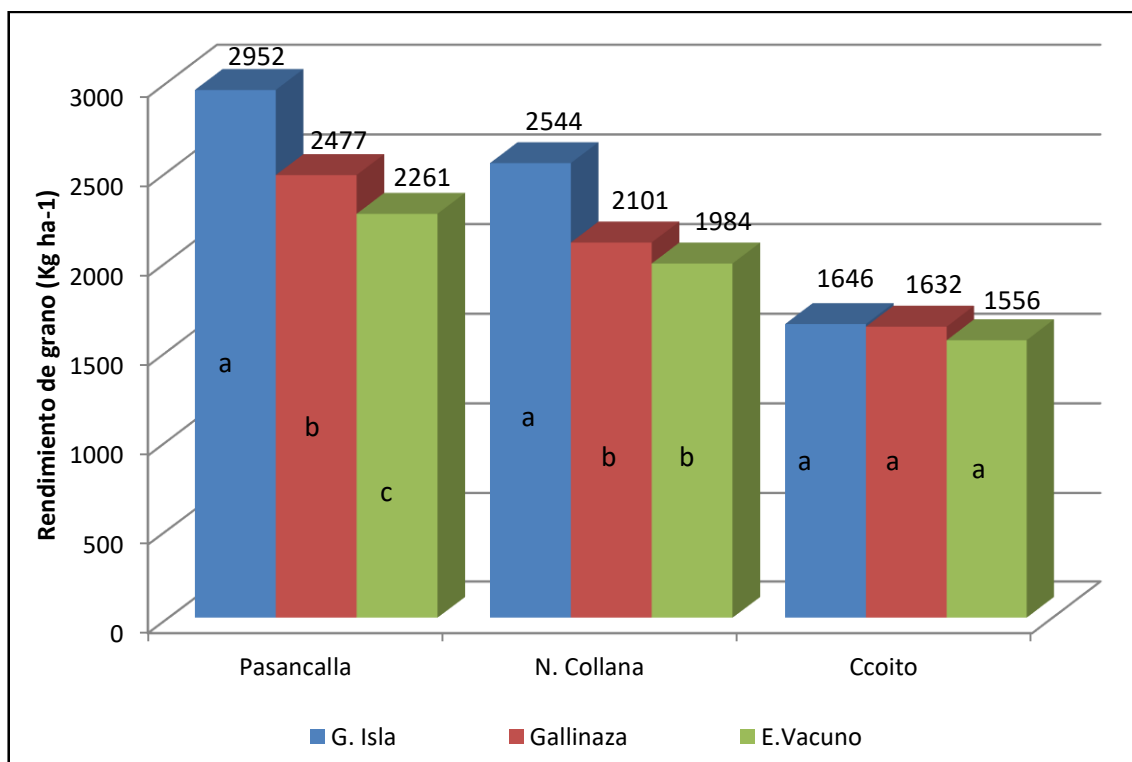


**Burín (2016)** en su trabajo “Rendimiento de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo tres láminas de riego por goteo”, manifiesta haber encontrado el rendimiento promedio de grano (kg ha<sup>-1</sup>) de quinua de 316.7 kg ha<sup>-1</sup> en la variedad de Pasankalla, el cual es muy inferior al resultado obtenido en la presente investigación.

En la prueba de Tukey de los efectos simples de fuentes de abono orgánico en cada una de las tres variedades de quinua (figura 3.7.) se aprecia que el guano de islas en las variedades Pasankalla y Negra Collana significativamente tienen mayor rendimiento de la gallinaza y el estiércol de vacuno. En la variedad Ccoito, las tres fuentes se comportaron de manera similar, obteniendo rendimientos similares.

**Figura 3.7**

*Prueba de Tukey de los efectos simples del rendimiento de grano de las fuentes de abono orgánico en cada variedad de quinua. Canaán 2750 msnm*



**Huamán (2011)** en su investigación Pucuhuillca – Ayacucho 3200 msnm, obtuvo promedio de rendimiento de grano de quinua de 3,884.2 kg ha<sup>-1</sup> en la variedad Pasancalla con la dosis de 2 t ha<sup>-1</sup> de guano de islas, 2,678.0 kg ha<sup>-1</sup> con la dosis de 5 t ha<sup>-1</sup> de gallinaza y 2,631.8 kg ha<sup>-1</sup> con 10 t ha<sup>-1</sup> de estiércol de ovino estos resultados son superiores a los hallados en la presente investigación, lo que puede atribuirse a que las condiciones ambientales fueron más favorables para la variedad Pasancalla.

Como señala **Tapia (1979)** “los rendimientos están muy relacionados con el nivel de fertilidad del suelo, el uso de abonos químicos, época de siembra, variedad empleada, control de plagas, enfermedades y la presencia de las inclemencias del tiempo como helada, granizadas, sequías, etc”.

**INIA (2006)** luego de numerosos ensayos de comprobación realizados desde 2001 al 2006 en nueve localidades productoras de quinua, demostraron los beneficios económicos de la variedad INIA 415 – Pasancalla, la cual logra una rentabilidad de 305%, reduciendo, los riesgos de rendimiento, costos y mejorar los ingresos para el agricultor.

### **3.3. MÉRITO ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS**

En la tabla 3.8 del mérito económico de los tratamientos de fuentes de abono orgánico y las variedades de quinua, se observa los rubros de costo de producción, el rendimiento total de cada tratamiento, ingresos totales por venta del producto, la utilidad bruta y la rentabilidad de cada tratamiento.

El costo total de producción por hectárea es diferente para cada tratamiento, que va desde los S/ 5,923.40 soles (tratamiento Ccoito con estiércol de vacuno), hasta S/ 7,045.00 soles (tratamiento Pasankalla con gallinaza).

Los rendimientos del cultivo de quinua también presentan diferencias por tratamiento, obteniendo el mayor rendimiento T4 (Pasankalla con guano de isla) de 2,952 kg ha<sup>-1</sup>, y el menor rendimiento T3 (Ccoito con estiércol de vacuno) de 1,556 kg ha<sup>-1</sup>. La variedad Pasankalla ha mostrado en el presente trabajo su potencial siendo la que más ha rendido por encima de las variedades Negra Collana y Ccoito.

En el ingreso total por venta del producto se tuvo un rango de S/ 9,336 soles hasta S/ 17,712 soles, para lo cual se consideró a S/6.00 soles por kilo del producto.

En la utilidad bruta se obtuvieron utilidades positivas; la mayor utilidad se tuvo con el tratamiento T4 (Pasankalla con guano de isla) que fue de S/ 10,856.2 soles.

Al calcular la rentabilidad, las mejores combinaciones fueron los tratamientos T4 (Pasankalla con guano de isla), con una rentabilidad de 158.35%, seguido del tratamiento T7 (Collana con guano de isla) con una rentabilidad de 122.96%.

**Tabla 3.7**

*Mérito económico de los tratamientos de fuentes de abono orgánico en tres variedades de quinua, Canaán 2750 msnm*

<b>Tratamiento</b>	<b>Costo total</b>	<b>Rdto (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>P.U (s/.)</b>	<b>Ingreso (s/.)</b>	<b>U.Bruta (s/.)</b>	<b>Rent. (%)</b>
T1(Ccoito x Guano de Isla)	6824.6	1646	6.00	9876	3051.4	44.71
T2(Ccoito x Gallinaza)	7024.6	1632	6.00	9792	2767.4	39.39
T3(Ccoito x Est. de Vacuno)	5923.4	1556	6.00	9336	3412.6	57.61
T4(Pasankalla x Guano de Isla)	6855.8	2952	6.00	17712	10856.2	158.35
T5(Pasankalla x Gallinaza)	7045	2477	6.00	14862	7817	110.96
T6(Pasankalla x Est. de Vacuno)	5939	2261	6.00	13566	7627	128.42
T7(Collana x Guano de Isla)	6846.2	2544	6.00	15264	8417.8	122.96
T8(Collana x Gallinaza)	7035.4	2101	6.00	12606	5570.6	79.18
T9(Collana x Est. de Vacuno)	5933	1984	6.00	11904	5971	100.64

Las combinaciones que tuvieron baja rentabilidad fueron los tratamientos: T2 (Ccoito con gallinaza), T1 (Ccoito con guano de isla) y T3 (Ccoito con estiércol de vacuno) con 39.39%, 44.71% y 57.61%, respectivamente.



## CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos y las condiciones en las que se realizó el experimento, se concluye que:

1. El guano de islas en la variedad Pasankalla alcanzó el mayor rendimiento 2,952 kg ha<sup>-1</sup>, seguido por la gallinaza y estiércol de vacuno en la variedad Pasankalla con 2,477 y 2,261 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente; el menor rendimiento se obtuvo con estiércol de vacuno en la variedad Ccoito con 1,556 kg ha<sup>-1</sup>.
2. La variedad Pasankalla fue la más precoz en alcanzar la madurez fisiológica (145 días); mientras que las variedades Negra Collana y Ccoito fueron más tardías en alcanzar la madurez fisiológica (165 días). Las variedades tuvieron diferente respuesta en la altura de planta, con diferencia estadística.
3. La mayor rentabilidad se obtuvo en la variedad Pasankalla con guano de isla 2 t ha<sup>-1</sup> con 158.35%, seguido del tratamiento con estiércol de vacuno 10 t ha<sup>-1</sup> con 128.42 % y Negra Ccollana con guano de islas 2 t ha<sup>-1</sup> con 122.96 %. Mientras que menor rentabilidad se obtuvo con la variedad Ccoito con gallinaza 5 t ha<sup>-1</sup> con 39.39 %.

## **RECOMENDACIONES**

Los resultados y conclusiones obtenidos en el presente trabajo de investigación permiten plantear las siguientes recomendaciones:

1. Continuar con el estudio de la precocidad en diferentes condiciones climáticas para determinar que cultivares de quinua son más precoces y tardíos, lo cual ayudaría al agricultor a elegir con cuál de los cultivares trabajar de acuerdo a su medio.
2. Por su mayor rendimiento y precocidad es conveniente utilizar la variedad Pasankalla, bajo diferentes niveles de fertilización y altitudes.
3. El guano de islas a un nivel de  $2 \text{ t ha}^{-1}$  que proporciona buenos rendimientos y mayor rentabilidad, por ser un buen mejorador de suelos y por la calidad de sus nutrientes, alternativamente, el estiércol de vacuno que es disponible en nuestro medio y tiene menor costo y cumple la función de mejorar el suelo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrorural. 2008. Información técnica sobre el Guano de Islas. Disponible en: <https://www.agrorural.gob.pe/informacion-tecnica/>. Consultado: 12 de octubre de 2019.
- Aguilar, N. 1981. Origen y evolución de la quinua. U.N.A. Lima - Perú.
- Apaza, V. 2005. Manejo y mejoramiento de quinua orgánica. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria. Perú.
- Apaza, V. y Delgado, P. 2005. Manejo y mejoramiento de Quinua orgánica. Agraria Puno- Perú.
- Ayala, C. 1977. Efecto de localidades en el contenido de proteínas en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Tesis de Ing. Agro. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Técnico del Altiplano. Puno-Perú.
- Burín, D. 2016. Rendimiento de Cuatro Variedades de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Bajo Tres Láminas de Riego por Goteo. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú.
- Cabrera, M. 2015. Viabilidad comercial de la exportación de quinua lambayecana al mercado alemán como producto nutricional. Tesis Administración Empresas. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo, Perú.
- Camasca, A. 1994. Horticultura Práctica. Facultad de Ciencias Agrarias. UNSCH. Ayacucho – Perú.
- Carrillo, A. 1992. Anatomía de la semilla de *Chenopodium berlandieri* ssp. *nuttalliae* (Chenopodiaceae) Huauzontle. Tesis Maestro en Ciencias. México.
- Gandarillas, H. 1975. Observaciones sobre la biología reproductiva de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). La Paz, Bolivia.
- Gros, A. 1971. Abonos: Guía Práctica de Fertilización. 7<sup>ma</sup> Edic. Edit. Mundi Prensa. Madrid – España.
- Hermoza, E. 1980. Análisis de Crecimiento y Variación de Proteínas y Almidón en hojas y granos de Dos Variedades de Quinua. Precoz dulce y tardía Amarga en Allpachaka a 3500 msnm. Ayacucho. Tesis de Biólogo. UNSCH. Ayacucho-Perú.
- Huamán, H. 2011. Fuentes y Niveles de Abono Orgánico en el Rendimiento de Dos Variedades de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), Pucchuillca 3200 msnm. – Ayacucho. Tesis ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho – Perú.

- Ibáñez, A. y Aguirre, G. 1983. Manual práctico de fertilidad de suelo. Programa Académico de Agronomía. UNSCH. Ayacucho, Perú.
- León, J. 1964. Plantas alimenticias andinas. IICA. Boletín Técnico. Lima – Perú.
- Martínez, M. 2005. Aplicación de proporciones de guano de Isla y Abono Sintético en el rendimiento de Linaza (*Linum usitatissimum*), Chupas a 3200 msnm. – Ayacucho. Tesis ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho – Perú.
- Mengel, K y Kirby, E. 1987. Principios de nutrición vegetal. Instituto Internacional de la Potasa. Basilea, Suiza.
- Meza, E. 2010. Abonamiento orgánico y sintético en el rendimiento de tres cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en Canaán 2750 msnm – Ayacucho. Tesis ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho – Perú.
- Mujica, A. 1993. Cultivo de quinua. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Serie Manual N° 11. Lima-Perú.
- Mujica, A. 2001. Cultivo de quinua. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Serie Manual RI N° 1-97. Lima-Perú.
- Mujica, A. y Canahua, A. 1989. Fenología del cultivo de la quinua. En curso taller de fitopatología de cultivos andinos y uso de la información agrometeorológica. PICA. INIIA. Puno, Perú.
- Núñez, W. 2012. Fenología de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Canaán 2735 msnm. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- Oriundo, C. 2010. Dosis de guano de isla incubada en el rendimiento de la quinua blanca de Junín (*Chenopodium quinoa* Willd.) Canaán 2750 msnm. Tesis para obtener el título de Ing. Agrónomo, FCA-UNSCH. Ayacucho, Perú.
- Ortega, M. 1992. Usos y valor nutritivo de los cultivos andinos. INIA. PICA. Puno, Perú.
- Román, A. 2014. “Adaptación y Rendimiento de 18 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), en tres pisos altitudinales – Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú.
- Selke, D. 1981. Los abonos. Editorial Academia. León, España.

- Tapia, M. 1990. Cultivos Andinos Sobreexplotados y su Aporte a la Alimentación. 2da Edic. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago – Chile.
- Tineo, A. 2015. Guía de fertilidad de Suelos. UNSCH. Ayacucho, Perú.
- Tisdale, S. y Nelson, N. 1981. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. UTEHA. México D.F.
- Villacorta, L. y Talavera, V. 1976. Anatomía del grano de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*). Universidad Nacional Agraria. Lima-Perú.
- Zanabria, E. y Mujica, M. 1997. Entomología económica sostenible. Puno-Perú
- Zevallos, D. 1984. Manual de horticultura para el Perú. Barcelona – España.

## BIBLIOGRAFÍA VIRTUAL

- El hogar natural, (2005). Abonos y fertilizantes y correctores de suelo, disponible en:  
<http://www.elhogarnatural.com/abonos%20y%20fertilizantas.htm>. Consultado el 24/05/2017
- Estrada, M. 2005. Manejo y procesamiento de la gallinaza, Revista lasallista de Investigación – Vol. 2 N°1, disponible en:  
<http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/Revista/vol2n1/gallinaza.pdf>. Consultado el 05/07/2017
- FAO, 2009. Agronomía de cultivo de quinua, Orgánicos, disponibles en:  
<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro08/castudios.comparativos.pdf>. Consultado el: 28/11/2017
- Humboldt 1942, citado por A. Mujica 1993. El cultivo de quinua. Disponible en:  
<http://intainforma.inta.gov.ar/?p=12134>. Consultado el 20/03/2018
- INIA. 2006. Quinua INIA 415. Pasankalla. Disponible en:  
<https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/656/1/Trip-Quinua-INIA415.pdf>. Consultado: 15 julio 2019.
- Murillo, T. 1999. Alternativas de uso de la Gallinaza, XI congreso Nacional Agronómico, disponible en: <http://www.mag.go.cr/congresoagronomicoxi/a50-6907-III427.pdf>. Consultado el 03/02/2018
- Perú Ecológico 2005. La quinua. Disponible en:  
[https://www.peruecologico.com.pe/flo\\_quinua\\_1.htm](https://www.peruecologico.com.pe/flo_quinua_1.htm). Consultado: 20 noviembre 2019.
- Productores siglo XXI, 2006. Orgánico, revista disponible en:  
<http://www.cesexport.com/REVISTA/organicos.html>. Consultado el: 10/02/2018
- Sanz, A. Pérez, M. 2006. Alternativa a la gallinaza en la elaboración de compost para cultivo de champiñón, disponible en:  
<http://www.ctich.com/informacion/tecnicos/Gallinaza-06.pdf>. Consultado el: 03/03/2018

# ANEXOS

**Anexo 1.** Datos promedios para el procesamiento estadístico

<b>BLOQ</b>	<b>VAR</b>	<b>TRAT</b>	<b>ALTP cm.</b>	<b>LONP cm.</b>	<b>PGRP g.</b>	<b>P1000S g.</b>	<b>RDTO kg ha<sup>-1</sup></b>	<b>MF Días</b>
B1	CC	E.VAC	90.5	30.9	10.5	1.98	1680.0	165
B1	CC	G.ISLA	94.3	38.9	11.6	2.06	1856.0	165
B1	CC	GALL	91.3	38.1	10.9	2.00	1744.1	165
B1	PAS	E.VAC	106.8	39.0	12.2	3.56	1952.3	145
B1	PAS	G.ISLA	125.5	46.9	18.6	3.98	2976.0	145
B1	PAS	GALL	116.7	45.4	15.2	3.68	2424.1	145
B1	NC	E.VAC	93.0	40.5	12.8	2.96	2048.0	165
B1	NC	G.ISLA	117.0	44.5	16.5	3.16	2640.2	165
B1	NC	GALL	110.0	38.6	14.3	3.06	2288.0	165
B2	CC	E.VAC	95.8	30.8	10.2	2.04	1632.1	165
B2	CC	G.ISLA	102.3	39.4	10.3	2.15	1624.2	165
B2	CC	GALL	99.6	35.4	9.1	2.05	1452.8	165
B2	PAS	E.VAC	105.6	36.8	15.6	3.55	2496.0	145
B2	PAS	G.ISLA	120.0	45.4	18.1	3.86	2888.1	145
B2	PAS	GALL	114.3	41.4	15.9	3.68	2544.3	145
B2	NC	E.VAC	96.7	33.4	12.6	3.08	2016.1	165
B2	NC	G.ISLA	110.5	40.0	14.8	3.32	2367.9	165
B2	NC	GALL	107.7	37.4	12.8	3.25	2047.8	165
B3	CC	E.VAC	91.8	32.6	9.9	1.96	1584.0	165
B3	CC	G.ISLA	105.8	38.6	9.1	2.15	1459.2	165
B3	CC	GALL	98.6	36.0	9.2	2.10	1472.2	165
B3	PAS	E.VAC	99.2	38.8	14.6	3.45	2335.7	145
B3	PAS	G.ISLA	124.5	44.0	18.7	3.78	2992.1	145
B3	PAS	GALL	114.5	40.0	15.4	3.68	2463.6	145
B3	NC	E.VAC	92.5	35.0	11.8	3.12	1887.8	165
B3	NC	G.ISLA	116.8	42.0	16.4	3.42	2623.9	165
B3	NC	GALL	110.7	38.0	12.3	3.25	1968.0	165



## Anexo 2. Panel fotográfico



**Foto 1.** Emergencia del cultivo de quinua



**Foto 2.** Vista general del cultivo de quinua





**Foto 3.** Etapa de floración del cultivo de la quinua



**Foto 4.** Evaluación de la madurez fisiológica del cultivo de quinua

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS****Bach. OSCAR HUAMANÍ MARCELO****R.D. N° 466-2023-UNSCH-FCA-D**

En la ciudad de Ayacucho a los cuatro días del mes de octubre del año dos mil veintitrés, siendo las dieciocho horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del señor Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias Dr. Felipe Escobar Ramírez, los miembros del jurado conformado por el Dr. Rolando Bautista Gómez, M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo como asesor, Ing. Eduardo Robles García e Ing. Juan Benjamín Girón Molina; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulada: **Fuentes de abono orgánico en el rendimiento de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) de grano negro con riego localizado. Canaán 2750 msnm - Ayacucho.** para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo presentado por la Bachiller **OSCAR HUAMANÍ MARCELO**.

El señor Decano, previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Dr. Rolando Bautista Gómez	15	13	14	14
M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo	15	15	16	15
Ing. Eduardo Robles García	15	15	15	15
Ing. Juan Benjamín Girón Molina	16	14	15	15
<b>PROMEDIO GENERAL</b>				<b>15</b>

Acto seguido se invita al sustentante y publico en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.



.....  
**Dr. Rolando Bautista Gómez**  
Presidente




.....  
**M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo**  
Asesor



.....  
**Ing. Eduardo Robles García**  
Jurado



.....  
**Ing. Juan Benjamín Girón Molina**  
Jurado



.....  
**Mtro. Rodolfo Alca Mendoza**  
Secretario/Docente



## CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, presidente de la comisión de docentes instructores responsables de operativisar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por RR N° 294-2022-UNSCH-R; hace constar que el trabajo titulado;

**Fuentes de abono orgánico en el rendimiento de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de grano negro con riego localizado. Canaán - 2750 msnm–Ayacucho.**

Autor : Oscar Huamaní Marcelo

Asesor : Walter Augusto Mateu Mateo

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante la RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de **venticinco por ciento (25 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

**Nota:** Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2217554833

Ayacucho, 04 de noviembre de 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA  
Facultad de Ciencias Agrarias  
  
**M. Sc. Walter A. Mateu Mateo**  
Pcte. Comisión Turnitin - FCA

Fuentes de abono orgánico en  
el rendimiento de tres  
variedades de quinua  
(*Chenopodium quinoa* Willd.)  
de grano negro con riego  
localizado. Canaán - 2750  
msnm–Ayacucho

*por* Oscar Huamaní Marcelo

---

**Fecha de entrega:** 04-nov-2023 08:58p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2217554833

**Nombre del archivo:** TESIS\_OSCAR\_H.M.\_CORREGIDO.pdf (1.68M)

**Total de palabras:** 18623

**Total de caracteres:** 89426

# Fuentes de abono orgánico en el rendimiento de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de grano negro con riego localizado. Canaán - 2750 msnm–Ayacucho

## INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

26%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

15%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.unsch.edu.pe">repositorio.unsch.edu.pe</a> Fuente de Internet	16%
2	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	7%
3	<a href="https://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="https://repositorio.inia.gob.pe">repositorio.inia.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1%
5	<a href="https://core.ac.uk">core.ac.uk</a> Fuente de Internet	<1%
6	<a href="https://repositorio.lamolina.edu.pe">repositorio.lamolina.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

# **Fuentes de abono orgánico en el rendimiento de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de grano negro con riego localizado. Canaán - 2750 msnm - Ayacucho**

Bach. Oscar Huamaní Marcelo

[yurgam2006@gmail.com](mailto:yurgam2006@gmail.com)

M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo

[walter.mateu@unsch.edu.pe](mailto:walter.mateu@unsch.edu.pe)

Área de investigación: Medio ambiente

Línea de investigación: Sistemas de producción agrícola

## **RESUMEN**

La presente investigación se realizó en el Centro Experimental de Canaán, propiedad de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, con una altitud de 2750 msnm ubicada en el distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho. Los objetivos fueron evaluar la influencia de fuentes de abono orgánico en el rendimiento de grano de tres variedades de quinua en el rendimiento de grano con las fuentes de abono orgánico, así como determinar el mérito económico de los tratamientos. El trabajo se desarrolló desde el 22 de setiembre de 2016 hasta la primera semana del mes de abril del 2017. Las fuentes de abono orgánico fueron guano de las islas, gallinaza y estiércol de vacuno, mientras que las variedades de quinua fueron Pasankalla, Negra Collana y Ccoito. Las variables evaluadas fueron días a la madurez fisiológica, altura de planta, longitud de panoja, peso de grano por panoja, peso de mil semillas y rendimiento. Se utilizó el Diseño Experimental de Parcelas Divididas, ubicando las variedades en parcelas y los abonos orgánicos en sub parcelas, con tres bloques. Los resultados indicaron que el guano de islas en la variedad Pasankalla alcanzó el mayor rendimiento  $2,952 \text{ kg ha}^{-1}$ , seguido por las fuentes de gallinaza y estiércol de vacuno en la variedad Pasankalla con  $2,477$  y  $2,261 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente; menor rendimiento se obtuvo con la fuente de estiércol de vacuno en la variedad Ccoito con  $1,556 \text{ kg ha}^{-1}$ ; la variedad Pasankalla fue la más precoz en alcanzar la madurez fisiológica (145 días); mientras que las variedades Collana y Ccoito fueron tardías en alcanzar la madurez fisiológica (165 días). Las variedades tuvieron diferentes respuestas en la altura de planta, con diferencia estadística entre ellas. La mayor rentabilidad se obtuvo con la variedad Pasankalla con la fuente de guano de islas  $2 \text{ t ha}^{-1}$  un 158.35%, seguido del tratamiento con estiércol de vacuno  $10 \text{ t ha}^{-1}$  con 128.42 % y la variedad Collana con el guano de islas  $2 \text{ t ha}^{-1}$  con 122.96 %, mientras la menor rentabilidad obtuvo la variedad Ccoito con la fuente de gallinaza  $5 \text{ t ha}^{-1}$  con 39.39%.

**Palabras clave:** *Chenopodium quinoa* Willd., abonos orgánicos, variedades de quinua.

## ABSTRACT

The present research was carried out at the Canaán Experimental Center, property of the National University of San Cristóbal de Huamanga, with an altitude of 2750 meters above sea level located in the Andrés Avelino Cáceres Dorregaray district, province of Huamanga, department of Ayacucho. The objectives were to evaluate the influence of organic fertilizer sources on the grain yield of three varieties of quinoa on the grain yield with organic fertilizer sources, as well as to determine the economic merit of the treatments. The work was carried out from September 22, 2016 until the first week of April 2017. The sources of organic fertilizer were guano from the islands, chicken manure and cattle manure, while the quinoa varieties were Pasankalla, Negra Collana and Coito. The variables evaluated were days to physiological maturity, plant height, panicle length, grain weight per panicle, weight of a thousand seeds and yield. The Experimental Design of Divided Plots was used, placing the varieties in plots and the organic fertilizers in subplots, with three blocks. The results indicated that island guano in the Pasankalla variety reached the highest yield of 2,952 kg ha<sup>-1</sup>, followed by chicken manure and cattle manure sources in the Pasankalla variety with 2,477 and 2,261 kg ha<sup>-1</sup>, respectively; Lower yield was obtained with the source of cattle manure in the Ccoito variety with 1,556 kg ha<sup>-1</sup>; the Pasankalla variety was the earliest to reach physiological maturity (145 days); while the Collana and Ccoito varieties were late in reaching physiological maturity (165 days). The varieties had different responses in plant height, with a statistical difference between them. The highest profitability was obtained with the Pasankalla variety with the source of island guano 2 t ha<sup>-1</sup> 158.35%, followed by the treatment with cattle manure 10 t ha<sup>-1</sup> with 128.42 % and the Collana variety with the island guano 2 t ha<sup>-1</sup> with 122.96%, while the lowest profitability was obtained by the Ccoito variety with the chicken manure source 5 t ha<sup>-1</sup> with 39.39%.

**Keywords:** *Chenopodium quinoa* Willd., organic fertilizers, quinoa varieties.



## INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es una planta autóctona de Los Andes y su origen se remonta alrededor del Lago Titicaca de Perú y Bolivia. Constituye un recurso vegetal potencial debido a su gran adaptabilidad tanto en latitud y altitud; se distribuye desde el nivel del mar hasta los 4,000 msnm. Las principales regiones de producción a nivel nacional son: Puno, representa el 44.4% de la producción de este grano, seguido por Ayacucho con 21% y una superficie total de cultivo de 68,000 hectáreas (MINAGRI, 2016).

La producción de quinua en el Perú durante la última década muestra un incremento; debido a la exportación y aumento del consumo de este importante grano andino.

La quinua constituye uno de los principales componentes de la dieta alimentaria de los pobladores de los Andes, no tiene colesterol, no forma grasas en los organismos, no engorda, es fácil digestible y es un producto natural y ecológico. Desde el punto de vista nutricional, es la fuente natural de proteína vegetal económica de alto valor nutritivo por la combinación de una mayor proporción de aminoácidos esenciales, el valor calórico es mayor que otros cereales, tanto en grano y en harina alcanza 350 Cal/100g, que lo caracteriza como un alimento apropiado para zonas y épocas frías. El grano de quinua contiene de 14 a 20% de proteína, grasa de 5.7% a 11.3% y fibra de 2.7% a 4.2%. Las proteínas de quinua presentan una proporción de aminoácidos más balanceada que las de los cereales, especialmente lisina, histidina y metionina, lo que le proporciona una alta calidad (Apaza y Delgado, 2005).

La quinua es resistente a sequías y suelos salinos, considerado un cultivo andino para la seguridad alimentaria y nutricional mundial. Valorando su potencial y cualidades alimenticias, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación (FAO) en el año 2013 denominó “Año Internacional de la Quinua” con el lema “Un futuro sembrado hace miles de años” como reconocimiento a los pueblos andinos que han preservado, controlado, protegido este alimento para las generaciones presentes y futuras. De esta manera, el mundo reconoce el alto valor nutritivo, la alta calidad de sus proteínas con buen balance de los aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales, ausencia del gluten, importantes para la nutrición humana.

El Perú tiene problemas graves de pobreza y desnutrición que puede reducir mejorando la atención del gobierno a los sectores más vulnerables e incorporando la quinua en la alimentación de los niños y la población en general, para lo cual es necesario incrementar la producción y productividad de la quinua.

Los abonos orgánicos cumplen un rol capital en el suelo, porque mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, los cuales son determinantes para una buena producción vegetal. En consecuencia, reviste un triple aspecto: físico, químico y biológico” (Gros, 1971). La materia orgánica, es muy importante debido al contenido de diferentes sustancias nutritivas minerales e ingredientes orgánicos, dentro ellos se tienen al estiércol, la gallinaza, el purín, los

residuos vegetales. Los abonos orgánicos son una fuente lenta y continua de nutrientes, además pueden contener hormonas, enzimas, auxinas y antibiótico que también influyen en el desarrollo y rendimiento, por otro lado, el estiércol favorece la vida microbiana, por ello aumenta la relación de C/N, luego disminuye; entonces es necesario restituir los abonos orgánicos para luego mantener el humus estable (Selke, 1981).

La quinua esta agrupada en cinco categorías básicas, siendo las siguientes: quinua de valle, quinua de altiplano, quinua de terrenos salinos, quinua del nivel del mar y quinua sub tropical (Tapia, 1997).

El Perú posee 3 mil variedades de quinua, pero solo se aprovecha el 1% de esa riqueza, principalmente en las comunidades andinas (Mujica et al, 2004). El INIA menciona que existen 100 cultivares de quinua y conserva unas dos mil ecotipos (INIA, 2006).

Tomando en cuenta lo señalado, para contribuir con el mejoramiento de la productividad es necesario que las universidades e instituciones de investigación realicen investigaciones considerando los factores de la producción.

Con el fin de buscar la mejor fuente de abono orgánico en diferentes variedades de quinua se ha planteado la ejecución del presente trabajo experimental con la finalidad de alcanzar los siguientes objetivos: Evaluar el efecto de fuentes de abono orgánico en el rendimiento y rentabilidad de tres variedades de quinua de grano negro en las condiciones de Canaán – Ayacucho

## **METODOLOGÍA**

### **Ubicación del trabajo de investigación**

Se realizó en el Centro Experimental Canaán de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, ubicado en el Jr. Abancay S/N, del distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia Huamanga, departamento Ayacucho.

La ubicación geográfica es; Latitud Sur: 13°10'00'' Longitud Oeste: 74°23'10'' y una altitud de 2,750 msnm.

### **Características del suelo**

El resultado del análisis de caracterización reporta que el suelo presenta clase textural Franco arcilloso, pH de 8.15 (ligeramente alcalino). La materia orgánica es pobre con 1.14% y el nitrógeno total 0.05% pobre. El reporte del análisis también indica: fósforo disponible es de nivel medio con, 15.9 ppm; contenido bajo de potasio con 98.7 ppm. Estos resultados señalan que el suelo es apropiado para el cultivo de quinua.

**Tabla 1**

*Interpretación de los resultados de análisis del suelo. Centro experimental. Canaán, 2750 msnm.*

<b>Componentes</b>	<b>Contenido</b>	<b>Interpretación</b>
pH	8.15	Bajo
Materia orgánica	1.14%	Bajo
Nitrógeno total	0.05%	
P - disponible	15.9 ppm	Medio
K - disponible	98.7 ppm	Bajo
Arena	40.9%	
Limo	14.5%	
Arcilla	44.6%	
Clase textural	Franco arcilloso	

**Nota:** Fue realizado en el Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar del Programa de Investigación de Pastos y Ganadería. UNSCH.

### **Análisis químico de los abonos**

**Tabla 2**

*Resultados del análisis químico del estiércol de vacuno, guano de islas y gallinaza.*

<b>Fuente de</b>	<b>(%)</b>					
<b>Estiércol</b>	<b>pH</b>	<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>
E. vacuno	9.67	1.44	0.59	0.27	1.98	0.58
Guano de Islas	8.46	4.41	2.81	2.32	6.87	2.42
Gallinaza	8.73	1.68	2.56	1.39	10.1	3.26

**Nota:** realizado en el laboratorio de Suelos y Análisis Foliar del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería. UNSCH

De acuerdo al análisis físico y químico los abonos presentan una calidad media por el contenido medio de los nutrientes principales.

### **Características del clima**

Los datos meteorológicos fueron reportados por la Estación Meteorológica del INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria), ubicado en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Provincia de Huamanga – Ayacucho a una altitud de 2735 msnm, situado entre las coordenadas de 74°12'22.92" longitud oeste y 13°10'00.06" latitud sur.

Durante este periodo, la precipitación total alcanzó 418.1 mm, y la temperatura máxima, mínima y media anual fueron de 25.6°C; 11.14°C y 18.37°C, respectivamente. Según el balance hídrico, condiciones de humedad se presentaron en los meses de diciembre del 2016 a febrero de 2017. Hubo déficit de humedad en los meses octubre, noviembre del 2016 y enero, marzo y abril del 2017.

## Factores estudiados

### a) Variedades de quinua (V) - Parcela

v<sub>1</sub> : Ccoito

v<sub>2</sub> : Pasankalla

v<sub>3</sub> : Collana

### b) Fuentes de abono orgánico (F) – Sub parcelas

f<sub>1</sub> : guano de islas (2.0 t ha<sup>-1</sup>)

f<sub>2</sub> : gallinaza (5.0 t ha<sup>-1</sup>)

f<sub>3</sub> : estiércol de vacuno (10.0 t ha<sup>-1</sup>)

## Diseño experimental

El Diseño Experimental utilizado fue Parcelas Divididas (DPD), a las variedades de quinua se le asignó las parcelas, a fuentes de abono orgánico las sub parcelas, estableciéndose 09 tratamientos y 3 repeticiones.

El modelo aditivo lineal fue el siguiente:

$$y_{ijk} : \mu + \beta_k + \tau_i + \alpha_j + \tau\alpha_{(ij)} + \varepsilon_{ijk}$$

La unidad experimental tuvo una dimensión de 2.40 m \* 5.00 m, con 3 surcos. La distancia de siembra fue de 0.80 m entre surcos y 15 plantas por metro lineal.

**Tabla 3**

*Descripción de los tratamientos*

Tratamientos	Código	Descripción
V <sub>1</sub> * f <sub>1</sub>	T <sub>1</sub>	Variedad Ccoito con guano de islas
V <sub>1</sub> * f <sub>2</sub>	T <sub>2</sub>	Variedad Ccoito con gallinaza
V <sub>1</sub> * f <sub>3</sub>	T <sub>3</sub>	Variedad Ccoito con estiércol de vacuno
V <sub>2</sub> * f <sub>1</sub>	T <sub>4</sub>	Variedad Pasankalla con guano de islas
V <sub>2</sub> * f <sub>2</sub>	T <sub>5</sub>	Variedad Pasankalla con gallinaza
V <sub>2</sub> * f <sub>3</sub>	T <sub>6</sub>	Variedad Pasankalla con estiércol de vacuno
V <sub>3</sub> * f <sub>1</sub>	T <sub>7</sub>	Variedad Collana con guano de islas
V <sub>3</sub> * f <sub>2</sub>	T <sub>8</sub>	Variedad Collana con gallinaza
V <sub>3</sub> * f <sub>3</sub>	T <sub>9</sub>	Variedad Collana con estiércol de vacuno

## Variables evaluadas de precocidad y productividad

### Rendimiento

Se evaluó el rendimiento comercial del cultivo de la quinua. Para ello, se muestreó 10 plantas al azar de los surcos centrales de la unidad experimental, para evitar el efecto de borde.

a) Días a la madurez fisiológica

e) Peso de mil semillas (g)

b) Altura de planta (cm)

f) Rendimiento (kg/ha)

c) Longitud de panoja (cm)

g) Estudio económico

d) Peso de grano por panoja (g)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Precocidad

**Tabla 4**

*Días a la Madurez Fisiología de tres variedades de quinua con fuentes de abono orgánico. Canaán 2750 msnm.*

Variedad	Fuente de abono	Madurez Fisiológica (Días)
Ccoito	Estiércol vacuno	160-170
Ccoito	G. Islas	160-170
Ccoito	Gallinaza	160-170
Pasankalla	Estiércol vacuno	140-150
Pasankalla	G. Islas	140-150
Pasankalla	Gallinaza	140-150
Collana	Estiércol vacuno	160-170
Collana	G. Islas	160-170
Collana	Gallinaza	160-170

INIA (2006) manifiesta que “la variedad INIA 415 – Pasankalla es una variedad precoz, su periodo vegetativo dura 140 días”. León (2003) indica que, “la madurez fisiológica es cuando el grano formado presenta resistencia a la penetración de las uñas por la presión, esto ocurre a los 160 a 180 días después de la siembra”, de lo mencionado podemos afirmar que nuestra investigación está dentro de este rango. Román (2014) refiere que “las etapas fenológicas dependen mucho de los factores ambientales de cada campaña agrícola. En un suelo franco arcilloso, las fases fenológicas se alargan debido al alto contenido de humedad o a su mayor capacidad de retener agua; en cambio en un suelo franco arenoso sucede todo lo contrario”. En relación a esta información, podemos indicar que las precipitaciones que se presentaron en los meses de diciembre del 2016 y febrero del 2017 hayan influido en la demora de la madurez fisiológica de las variedades estudiadas en comparación a los resultados obtenidos por Román (2014).

### Altura de planta

**Tabla 5**

*Análisis de variancia de la altura de planta en las variedades de quinua con fuentes de abono orgánico. Canaán 2750 msnm.*

F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	5.33	2.66	0.33	0.7250 ns
Variedad (V)	2	1374.03	687.01	22.9	<0.0001 **
Error (a)	4	120.15	30.04	3.73	
Abono (A)	2	1193.61	596.80	74.05	0.0001 **
Inter (V x A)	4	174.41	43.60	5041	0.0100 **
Error (b)	12	96.71	8.06		
Total	26	2964.23			

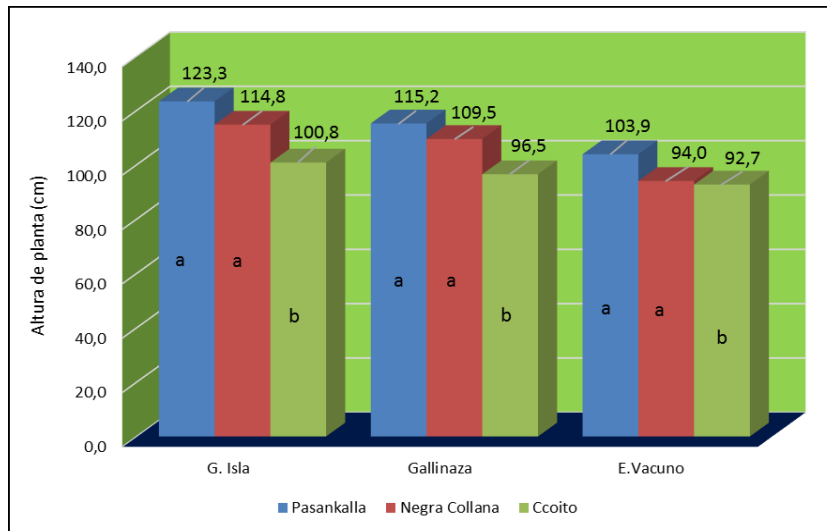
C.V. = 2.69 %

En el ANVA de la altura de planta (tabla 5) se muestra diferencia estadística altamente significativa en los factores principales, así como también en la interacción de las fuentes de abono orgánico por variedades, resultado que permite efectuar el análisis de los efectos simples de los dos factores en estudio. El coeficiente de variación es un valor de buena precisión del experimento. El coeficiente de variabilidad 5.49 % indica que existe buena confiabilidad de los datos obtenidos.

Del resultado obtenido, se deduce que la altura de planta es una característica de la variedad de quinua dependiente del carácter varietal o genético de la planta y en menor grado por la interacción con el ambiente.

**Figura 1**

*Prueba de Tukey de los efectos simples de la altura de planta de variedades de quinua en las fuentes de abono orgánico. Canaán 2750 msnm.*



La altura de planta en la quinua es un factor de importancia muy relacionada con el rendimiento (Figura 1) observamos que la variedad Pasankalla y la variedad Collana son estadísticamente iguales pero superiores a la variedad Ccoito que presenta la menor altura en las tres fuentes de abonamiento

Los resultados de Burín (2016) en su trabajo de “Rendimiento de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo tres láminas de riego por goteo”, obtuvo 143 cm de altura de planta en la variedad Pasankalla, mayor a lo obtenido en el presente trabajo. Asimismo, Oriundo (2010) en su trabajo de investigación en Canaán a 2750 msnm aplicando 2500 kg ha<sup>-1</sup> de guano de islas incubado con Microorganismos Benéficos (MB) por 20 días obtuvo 171.24 cm de altura, resultado que supera a lo obtenido en el presente trabajo, posiblemente se debe a la cantidad y tratamiento que se dio al guano de islas con los Microorganismos Benéficos (MB). Por otra parte, Meza (2010) en su investigación realizado en Canaán a 2750 msnm, obtiene un promedio

de altura de planta 112.67 cm aplicando 10 t ha<sup>-1</sup> de estiércol de vacuno estos resultados son superiores a lo obtenido en el presente trabajo con el mismo tratamiento.

La altura alcanzada por las plantas en el experimento coincide con Mujica (2006) que manifiesta que la altura de la quinua alcanza menor altura de 0.30 a 2.50 m.

### Longitud de panoja

**Tabla 6**

*Análisis de variancia de la longitud de panoja de variedades de quinua con fuentes de abono orgánico. Canaán 2750 msnm.*

F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	31.91	15.96	8.01	0.0062 **
Variedad (V)	2	180.50	90.25	29.88	<0.0001 **
Error (a)	4	12.08	3.02		
Abono (A)	2	213.05	106.52	53.49	<0.0001 **
Inter (V x A)	4	9.02	2.25	1.13	0.3873 ns
Error (b)	12	23.90	1.99		
Total	26	470.46			

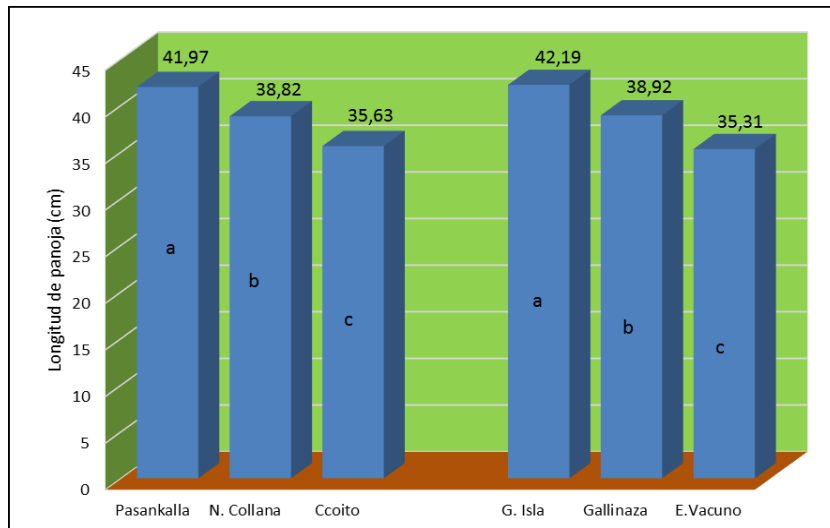
C.V. = 3.64 %

En la tabla 6 se muestra el ANVA de la longitud de panoja donde se observa que existe alta significación estadística en los efectos principales de las fuentes de abono orgánico y las variedades evaluadas. El coeficiente de variación de 3.64 % indica una buena precisión del experimento. El coeficiente 3.64 % indica buena precisión y confiabilidad de los datos obtenidos.

En la figura 2 se muestra la prueba de Tukey donde se observa que la variedad Pasankalla presenta mayor longitud de panoja con 41.97 cm superando estadísticamente a las demás variedades. Asimismo, se observa que el guano de islas es superior en longitud de panoja respecto a las a las demás fuentes de abono orgánico.

**Figura 2**

*Prueba de Tukey de los efectos principales de las variedades y de las fuentes de abono orgánico en la longitud de panoja de quinua. Canaán 2750 msnm.*



Huamán (2011), en su investigación realizado en Pucuhuillca – Ayacucho 3200 msnm, en la variedad Pasankalla obtuvo una longitud de panoja de 72.68 cm con la dosis de 2 t ha<sup>-1</sup> de guano de islas y 55.91 cm con la dosis de 5 t ha<sup>-1</sup> de gallinaza; estos resultados difieren del obtenido en la presente investigación posiblemente debido a que el trabajo se realizó bajo otras condiciones medioambientales.

Meza (2010), en su trabajo de investigación realizado en Canaán 2750 msnm, obtuvo una longitud de panoja de 21.5 cm con la dosis de 10 t ha<sup>-1</sup> de estiércol de vacuno siendo menor la longitud de panoja con relación a lo obtenido en el presente trabajo.

Mujica, Izquierdo y Marathee (2001) señalan que, “la longitud de panoja es variable, dependiendo de los genotipos, tipo de quinua, lugar donde se desarrolla y condiciones de fertilidad de los suelos, alcanzando de 30 a 80 cm de longitud”. Apaza y Delgado (2005) reportan que la longitud de panoja varía entre 29 a 55 cm; valor similar al resultado obtenido en el presente trabajo.

### **Peso de grano por panoja**

**Tabla 7**

*Análisis de variancia del peso de grano por panoja de las variedades de quinua con fuentes de abono orgánico. Canaán 2750 msnm.*

<b>F. Variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr&gt;Fc</b>
Bloque	2	1.54	0.77	1.20	0.3342 ns
Variedad (V)	2	163.03	81.52	44.79	<0.0001 **
Error (a)	4	7.27	1.82		
Abono (A)	2	35.10	17.55	27.44	<0.0001 **
Inter (V x A)	4	15.34	3.83	6.00	0.0069 **
Error (b)	12	7.68	0.64		
Total	26	229.96			

C.V = 6.01 %

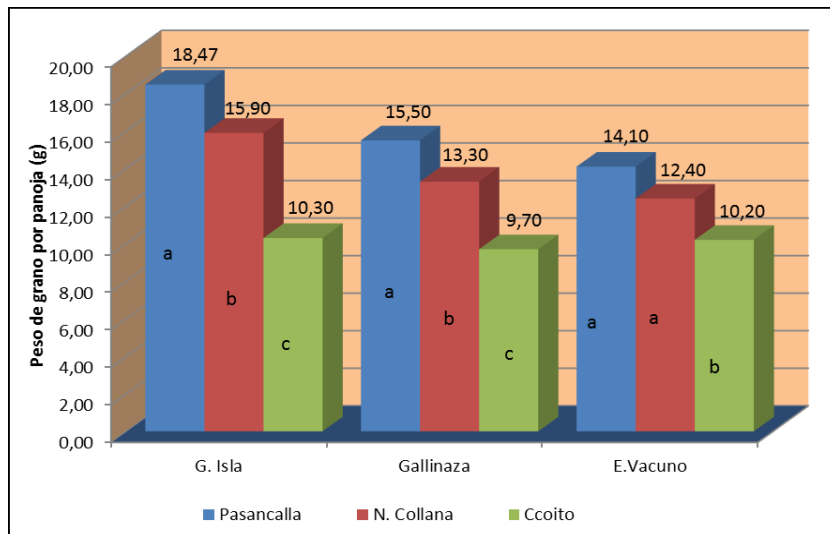
En la tabla 7 se presenta el ANVA de peso de grano por panoja, donde se observa que existe alta significación estadística en la interacción abonamiento por variedades de quinua. Este resultado permitió estudiar los efectos simples de variedades en cada abono orgánico en el peso de grano por panoja.

El coeficiente de variabilidad 6.01 % significa que existe poca variabilidad entre bloques y por lo tanto se encuentra dentro de los valores permisibles.



**Figura 3**

*Prueba de Tukey de los efectos simples en peso de grano por panoja de las fuentes de abono orgánico. Canaán 2750 msnm.*



La figura 3 muestra la prueba de Tukey de los efectos simples del peso de grano por panoja de las variedades en cada fuente de abono orgánico donde se observa que hubo mayor respuesta al guano de islas seguido de la gallinaza y estiércol de vacuno, así mismo, el peso de grano por panoja en la variedad Pasankalla en las tres fuentes de abono orgánico fue superior, a la variedad Collana y ésta a su vez, superior a la variedad Ccoito. La variedad Pasankalla con guano de islas alcanzó 18.47 g por panoja mientras que el peso de grano del abono estiércol de vacuno con la variedad Ccoito solo fue de 10.20 g por panoja.

El resultado obtenido se atribuye a que el guano de islas es un abono orgánico con alto grado de descomposición y tiene buen contenido de nutrientes, lo que podría haber influido en el peso de granos por panoja, frente a los abonos como la gallinaza y el estiércol de vacuno que tienen menor descomposición. Por otro lado, se demuestra el mayor potencial de la variedad Pasankalla en las condiciones donde se realizó el experimento frente a Negra Collana y Ccoito, que están mejor adaptadas a zonas de mayor altura.

Con relación a este resultado, Burín (2016) en su trabajo “Rendimiento de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo tres láminas de riego por goteo”, reporta 2.3 g que es inferior a lo obtenido. Cabrera (2015), bajo condiciones de Canaán 2735 msnm, reporta 12.04 g de peso de grano por panoja en la variedad Negra Collana siendo inferior con respecto al presente trabajo; asimismo, Román (2014), bajo condiciones de Canaán 2735 msnm, reporta 18.01 g siendo superior a lo obtenido en el presente trabajo.

Meza (2010) en su trabajo de investigación en Canaán 2750 msnm, obtuvo el peso de grano por panoja valores de 12.2 g con una dosis de 10 t ha<sup>-1</sup> de estiércol de vacuno, el cual se encuentra dentro del rango obtenido en el presente trabajo. En este caso, la participación del N, P, y K, es justificada debido a que existe gran demanda de estos elementos para constituir tejidos

de reserva, cuando faltan estos elementos nutritivos o no es suficiente en el suelo, los granos no logran alcanzar suficiente peso.

### Peso de mil semillas

**Tabla 8**

*Análisis de variancia del peso de mil semillas de las variedades de quinua con fuentes de abono orgánico. Canaán 2750 msnm.*

F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	0.02	0.01	5.25	0.0230 ns
Variedad (V)	2	12.62	6.31	315.50	<0.0001 **
Error (a)	4	0.07	0.02		
Abono (A)	2	0.26	0.13	72.40	<0.0001 **
Inter (V x A)	4	0.04	0.01	5.39	0.0102 *
Error (b)	12	0.02	0.0018		
Total	26	13.04			

C.V = 1.44 %

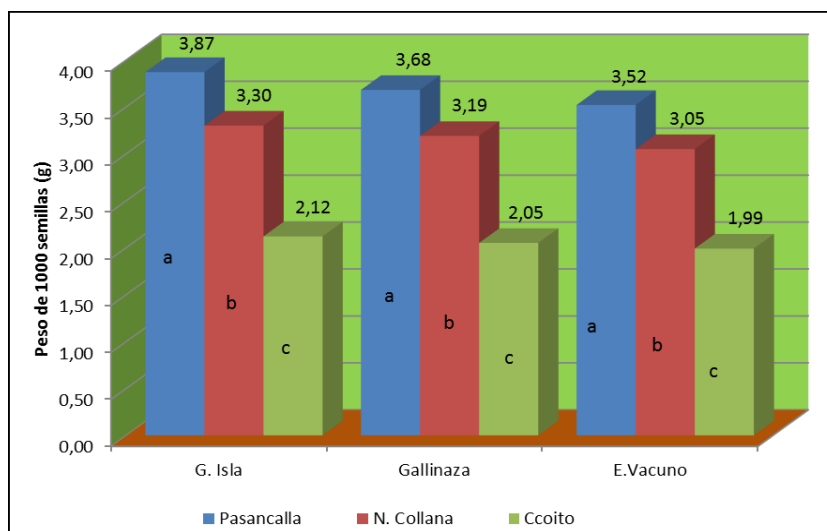
El ANVA (tabla 8) muestra significación estadística para la fuente de variación de la interacción variedades por fuentes de abono orgánico, además alta significación estadística en los efectos principales.

El coeficiente de variabilidad 1.44 % muestra gran precisión indicándonos buena homogeneidad en los tratamientos.

La prueba de Tukey del peso de mil semillas (figura 4) muestra a la variedad Pasankalla con mayor peso de mil semillas, este resultado por el tamaño de semilla característica varietal, mostrando una mejor respuesta con el abono guano de islas. La variedad Ccoito muestra un menor peso y su promedio es casi semejante con las tres fuentes de abono orgánico.

**Figura 4**

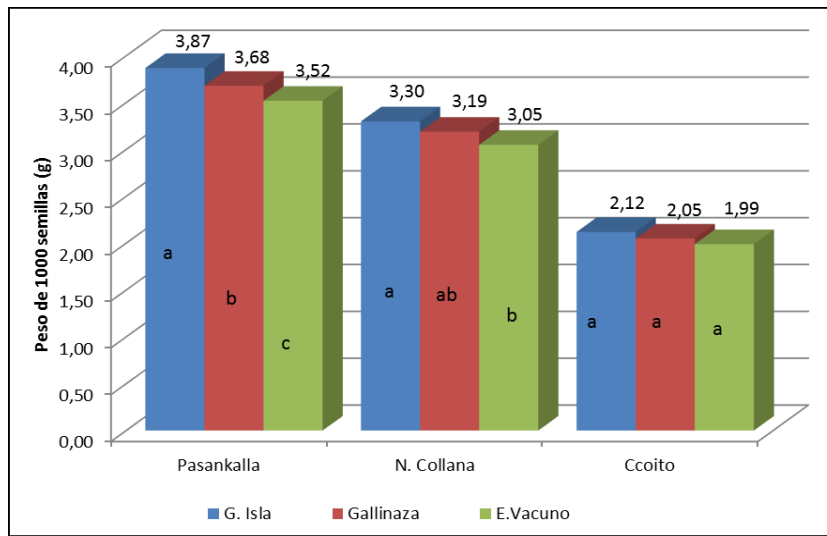
*Prueba de Tukey de los efectos simples del peso de mil semillas de las variedades en cada fuente de abono orgánico. Canaán 2750 msnm.*



La prueba de Tukey del peso de mil semillas (figura 5) muestra a la variedad Pasankalla con guano de islas tiene mayor peso de mil semillas, este resultado por el tamaño de semilla característica varietal. La variedad Ccoito muestra un menor peso sin diferencia estadística en las diferentes fuentes de abono orgánico. La variedad Ccoito muestra un menor peso sin diferencia estadística en las diferentes fuentes de abono orgánico.

**Figura 5**

*Prueba de Tukey de los efectos simples del peso de mil semillas de las fuentes de abono orgánico en cada variedad de quinua. Canaán 2750 msnm.*



El resultado obtenido, se aproxima con Meza (2010) en su investigación realizado en Canaán 2750 msnm, obtuvo un peso de mil semillas de quinua de 3.40 g con una dosis de 10 t ha<sup>-1</sup> de estiércol de vacuno. Huamán (2011) en su trabajo de investigación en Pucuhuilca – Ayacucho 3200 msnm, obtuvo el peso de mil semillas de 4.05 g en la variedad Pasankalla con la dosis de 2 t ha<sup>-1</sup> de guano de islas y 3.42 g con la dosis de 5 t ha<sup>-1</sup> de gallinaza este resultado es superior del obtenido, básicamente debido a la variación de los factores medioambientales.

Sin embargo, De La Cruz (2004) reporta haber encontrado el peso promedio de mil semillas de quinua de 3.88 g en cuatro variedades evaluadas y afirma que un incremento en la dosis de abono aumenta el peso de mil semillas, estos valores se aproximan al resultado obtenido.

## Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>)

**Tabla 9**

*Análisis de variancia del rendimiento de grano de las variedades de quinua con fuentes de abono orgánico. Canaán 2750 msnm.*

F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	38657.33	19328.66	1.18	0.3418 ns
Variedad (V)	2	4167997.63	2083998.81	44.42	<0.0001**
Error (a)	4	187653.50	46913.37		
Abono (A)	2	893913.51	446956.75	27.19	<0.0001**
Inter (V x A)	4	392459.19	98114.80	5.97	0.0070**
Error (b)	12	197288.96	16440.75		
Total	26	5877970.11			

C.V = 6.02 %

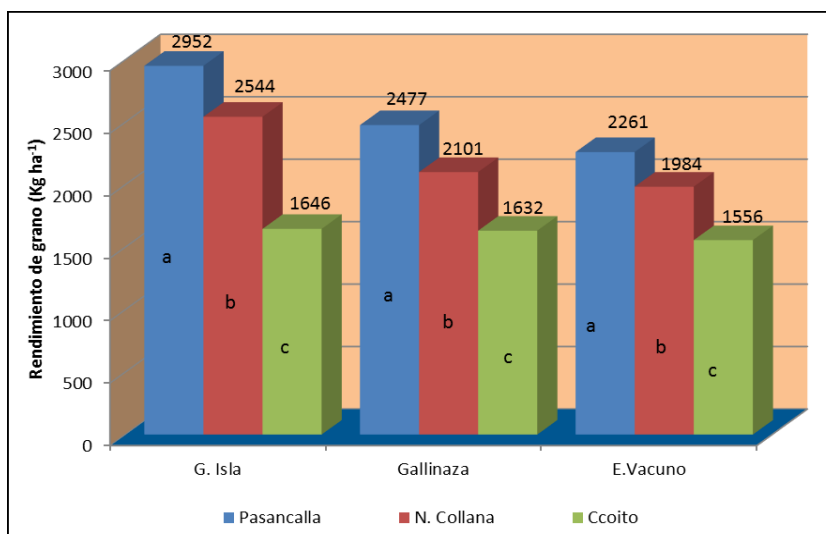
El ANVA (tabla 9) se observa alta significación estadística para la interacción de los dos factores en estudio, este resultado permite el análisis de los efectos simples.

El coeficiente de variabilidad 6.02 % muestra gran precisión en los tratamientos.

La prueba de Tukey del rendimiento de grano (figura 6) muestra los efectos simples de los rendimientos de grano, donde la variedad Pasankalla es la que muestra el mayor rendimiento en las diferentes fuentes de abonos orgánicos, mostrando una mayor respuesta con el guano de islas con un rendimiento de 2952 kg ha<sup>-1</sup>. La gallinaza muestra una segunda opción de respuesta con la variedad Pasankalla. Con la variedad Ccoito no existe diferencia estadística al uso de los abonos orgánicos. Comparativamente, el estiércol de vacuno tiene un menor rendimiento frente a los otros abonos orgánicos. Se observa el efecto varietal en el rendimiento de grano en las fuentes de abono orgánico.

**Figura 6**

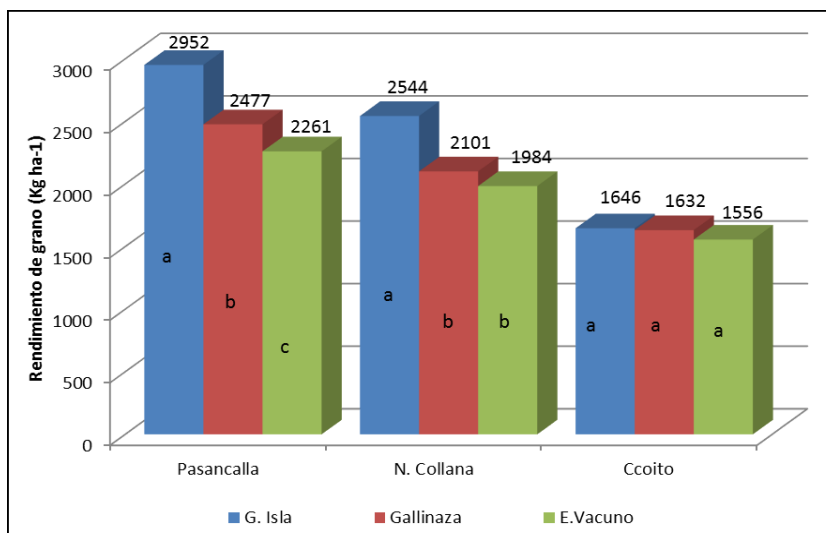
*Prueba de Tukey de los efectos simples del rendimiento de grano de las variedades de quinua en cada fuente de abono orgánico. Canaán 2750 msnm.*



La prueba de Tukey de rendimiento de grano (figura 7) demuestra también que los abonos con mayor descomposición, guano de islas y gallinaza presentan mayor rendimiento en comparación con el estiércol de vacuno que tiene menor rendimiento frente a los otros abonos.

**Figura 7**

*Prueba de Tukey de los efectos simples del rendimiento de grano de las fuentes de abono orgánico en cada variedad de quinua. Canaán 2750 msnm.*



Con relación al resultado obtenido, Burín (2016) en su trabajo “Rendimiento de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo tres láminas de riego por goteo, manifiesta haber encontrado rendimiento promedio de grano de quinua de 316.7 kg ha<sup>-1</sup> en la variedad Pasankalla, el cual es muy inferior al resultado obtenido.

Igualmente, los resultados obtenidos no superan a lo reportado por Huamán (2011) en su investigación Pucuhuillca – Ayacucho 3200 msnm, obtuvo promedio de rendimiento de grano de quinua de 3,884.2 kg ha<sup>-1</sup> en la variedad Pasankalla con la dosis de 2 t ha<sup>-1</sup> de guano de islas, con la dosis de 5 t ha<sup>-1</sup> de gallinaza obtuvo 2,678.0 kg ha<sup>-1</sup> y 2,631.8 kg ha<sup>-1</sup> con 10 t ha<sup>-1</sup> de estiércol de ovino, lo que puede atribuirse a que las condiciones ambientales fueron más favorables para la variedad Pasankalla.

Sin embargo, Tapia (1979) menciona que “los rendimientos están muy relacionados con el nivel de fertilidad del suelo, el uso de abonos químicos, época de siembra, variedad empleada, control de plagas, enfermedades y la presencia de las inclemencias del tiempo como helada, granizadas, sequías, etc.”. INIA (2006) luego de numerosos ensayos de comprobación realizados desde 2001 al 2006 en nueve localidades productoras de quinua, demostraron los beneficios económicos de la variedad INIA 415 – Pasankalla, la cual logra una rentabilidad de 305%, reduciendo, los riesgos de rendimiento, costos y mejorar los ingresos para el agricultor.

## Mérito económico de los tratamientos estudiados

**Tabla 10**

*Mérito económico de los tratamientos de fuentes de abono orgánico en tres variedades de quinua, Canaán 2750 msnm.*

Tratamiento	Costo total	Rdto (kg ha <sup>-1</sup> )	P.U (s/.)	Ingreso (s/.)	U.Bruta (s/.)	Rent. (%)
T1(Ccoito x Guano de Isla)	6824.6	1646	6.00	9876	3051.4	44.71
T2(Ccoito x Gallinaza)	7024.6	1632	6.00	9792	2767.4	39.39
T3(Ccoito x Est. de Vacuno)	5923.4	1556	6.00	9336	3412.6	57.61
T4(Pasankalla x Guano de Isla)	6855.8	2952	6.00	17712	10856.2	158.35
T5(Pasankalla x Gallinaza)	7045	2477	6.00	14862	7817	110.96
T6(Pasankalla x Est. de Vacuno)	5939	2261	6.00	13566	7627	128.42
T7(Collana x Guano de Isla)	6846.2	2544	6.00	15264	8417.8	122.96
T8(Collana x Gallinaza)	7035.4	2101	6.00	12606	5570.6	79.18
T9(Collana x Est. de Vacuno)	5933	1984	6.00	11904	5971	100.64

En la tabla 10 muestra el cálculo de la rentabilidad y las mejores combinaciones fueron los tratamientos T4 (Pasankalla con guano de islas), con una rentabilidad de 158.35%, seguido del tratamiento T7 (Collana con guano de islas) con una rentabilidad de 122.96%.

Las combinaciones que tuvieron baja rentabilidad fueron los tratamientos: T2 (Ccoito con gallinaza), T1 (Ccoito con guano de islas) y T3 (Ccoito con estiércol de vacuno); de 39.39%, 44.71% y 57.61%, respectivamente.

## CONCLUSIONES

1. La variedad Pasankalla alcanzó el mayor rendimiento 2,952 kg ha<sup>-1</sup> al utilizar el guano de islas seguido de la gallinaza (2,477) y estiércol de vacuno (2,261 kg ha); el menor rendimiento se obtuvo en la variedad Ccoito con 1,556 kg ha<sup>-1</sup> utilizando el estiércol de vacuno.
2. La variedad Pasankalla fue la más precoz en alcanzar la madurez fisiológica (145 días); mientras que las variedades Collana y Ccoito fueron las más tardías con 165 días. Las variedades tuvieron diferente respuesta respecto a la altura de planta.
3. La mayor rentabilidad económica se obtuvo con la variedad Pasankalla utilizando guano de islas 2 t ha<sup>-1</sup> con 158.35%, seguido del tratamiento con estiércol de vacuno 10 t ha<sup>-1</sup> con 128.42 % y Ccollana con guano de islas 2 t ha<sup>-1</sup> con 122.96 %. Mientras que la menor rentabilidad se obtuvo con la variedad Ccoito con gallinaza 5 t ha<sup>-1</sup> con 39.39 %.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apaza, V. y Delgado, P. (2005). Manejo y mejoramiento de Quinoa orgánica. Agraria Puno- Perú
- Burín, D. (2016). Rendimiento de Cuatro Variedades de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Bajo Tres Láminas de Riego por Goteo. Tesis ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú
- Cabrera, M. (2015). Viabilidad comercial de la exportación de quinua lambayecana al mercado alemán como producto nutricional. Tesis Administración Empresas. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo, Perú
- Gros, A. (1971). Abonos: Guía Práctica de Fertilización. 7ma Edic. Edit. Mundi Prensa. Madrid - España
- Huamán, H. (2011). Fuentes y Niveles de Abono Orgánico en el Rendimiento de Dos Variedades de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), Pucchuillca 3200 msnm. – Ayacucho. Tesis ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho – Perú
- Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) (2006). Quinoa INIA 415. Pasankalla. Disponible en: <https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/656/1/Trip-Quinoa-INIA415.pdf>. Consultado: 15 julio 2019
- León, J. (1964). Plantas alimenticias andinas. IICA. Boletín Técnico. Lima – Perú
- Meza, E. (2010). Abonamiento orgánico y sintético en el rendimiento de tres cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en Canaán 2750 msnm – Ayacucho. Tesis ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho – Perú
- Mujica, A., A. Canahua y R. Saravia. (2004). Agronomía de la quinua. In: A. Mujica, S. Jacobsen, J. Izquierdo y JP. Marathe. Quinoa: Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. FAO. UNA. CIP. Santiago, Chile. pp 26-59. Disponible en: [Chromextension://efaidnbmnnnibpajpcgclclefindmkaj/https://www.fao.org/3/aq287s/aq287s.pdf](https://www.fao.org/3/aq287s/aq287s.pdf)
- Oriundo, C. (2010). Dosis de guano de islas incubada en el rendimiento de la quinua blanca de Junín (*Chenopodium quinoa* Willd.) Canaán 2750 msnm. Tesis para obtener el título de Ing. Agrónomo, FCA-UNSH. Ayacucho, Perú
- Román, A. (2014). “Adaptación y Rendimiento de 18 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), en tres pisos altitudinales – Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú
- Selke, D. (1981). Los abonos. Editorial Academia. León, España
- Tapia, M. (1990). Cultivos Andinos Sobreexplotados y su Aporte a la Alimentación. 2da Edic. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago – Chile