

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE**  
**AGRONOMÍA-YANAHUANCA**



**TESIS**

**ADAPTACIÓN Y RENDIMIENTO DE OCHO VARIEDADES  
DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* W.) EN CONDICIONES  
DE YANAHUANCA-PASCO**

**Presentada por los:**

**Bach. GUTIERREZ CERRON, Florcy Jhoselyn**

**Bach. ROQUE PALACIN, David**

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

**YANAHUANCA**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE**  
**AGRONOMÍA - YANAHUANCA**



**ADAPTACIÓN Y RENDIMIENTO DE OCHO VARIEDADES**  
**DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* W.) EN CONDICIONES**  
**DE YANAHUANCA-PASCO**

**Tesis sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

Ing. Manuel Jorge Castillo Nole  
Presidente

Mg. Fernando James Álvarez Rodríguez  
Miembro

Mg. Fidel de la Rosa Aquino  
Miembro

Mg. Josué Hernán Inga Ortiz  
Asesor

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación está dedicado con especial cariño a nuestros padres por habernos apoyado siempre para poder afrontar los retos que se presenta la vida de forma exitosa.

## **AGRADECIMIENTOS**

Expresar mi más sincero agradecimiento al Mg. Sc. Josué Hernán Inga Ortiz, por su asesoramiento en la presente tesis.

También agradecer de manera especial a los miembros del jurado de tesis: Mg. Fidel de la Rosa Aquino, Ing. Manuel Jorge Castillo Nole, Mg. Fernando Álvarez Rodríguez por las sugerencias y la revisión de la tesis.

Es propicia la oportunidad de agradecer a la plana docente de la Escuela de Agronomía sede Yanahuanca de la UNDAC por brindarme los conocimientos y sus experiencias que han servido de mucho en mi formación y la culminación de la carrera.

No quiero olvidar de agradecer a mis colegas y al personal administrativo de mi alma mater.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	iv
ÍNDICE .....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT .....	xii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
3.1. Origen de la quinua.....	4
3.2. Clasificación Botánica.....	5
3.3. Características agronómicas de la quinua.....	5
3.4. Biología floral.....	7
3.5. Distribución geográfica y ecología.....	7
3.6. Requerimiento del cultivo.....	8
3.7. Variedades en estudio.....	13
3.8. Fenología.....	16
1.1.19. Emergencia.....	16
1.1.20. Hojas cotiledóneas.....	17
1.1.21. Dos hojas verdaderas.....	17
3.9. Índice de cosecha.....	21
3.10. Peso de mil granos.....	22
3.11. Rendimiento.....	22
3.12. Adaptación.....	23
CAPÍTULO II MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
3.1. Porcentaje de germinación (%).....	43

3.2. Días a la emergencia de plantas.....	44
3.3. Altura de planta a los 40 días después de la siembra (cm). ....	46
3.4. Altura de planta a los 80 días (cm). ....	47
3.5. Altura de planta a los 120 días (m).....	48
3.6. Días inicio de la floración.....	50
3.7. Peso de la biomasa aérea por planta (kg).....	52
3.8. Longitud de panoja (m). ....	54
3.9. Peso de mil granos (g). ....	56
3.10. Tamaño de grano (mm). ....	57
3.11. Control de plagas y enfermedades.....	59
3.12. Índice de cosecha.....	60
3.13. Rendimiento por planta.....	61
3.14. Rendimiento por parcela (kg). ....	63
3.15. Rendimiento por hectárea (kg). ....	64
CONCLUSIONES .....	67
RECOMENDACIONES .....	69
BIBLIOGRAFÍA .....	70
ANEXO.....	76

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Interpretación de análisis de suelo .....	27
Tabla 2. Esquema del análisis de varianza.....	30
Tabla 3. Datos meteorológicos durante el desarrollo del trabajo de investigación Año 2014-2015. ....	38
Tabla 4. Porcentaje de germinación de las variedades en estudio (%). ....	43
Tabla 5. Días a la emergencia después de la siembra. ....	45
Tabla 6. Análisis de varianza para altura de planta a los 40 días después de la siembra (cm).....	46
Tabla 7. Prueba de Tukey para la altura de planta a los 40 días (cm).....	46
Tabla 8. Análisis de varianza para altura de planta a los 80 días después de la siembra (cm).....	47
Tabla 9. Prueba de Tukey para la altura de planta a los 80 días (cm).....	48
Tabla 10. Análisis de varianza para altura de planta a los 120 días después de la siembra (m). ....	49
Tabla 11. Prueba de Tukey para en la altura de planta a los 120 días (m).....	49
Tabla 12. Análisis de variancia para días al inicio de floración.....	51
Tabla 13. Prueba de Tukey para días al inicio de floración. ....	51
Tabla 14. Análisis de varianza para peso de la biomasa aérea/planta (kg). ....	52
Tabla 15. Prueba de Tukey para para peso de la biomasa aérea/planta (kg). ....	53
Tabla 16. Análisis de varianza para la longitud de panoja (m).....	54
Tabla 17. Prueba de Tukey para longitud de panoja (m). ....	55
Tabla 18. Análisis de varianza para el peso de mil granos (g).....	56
Tabla 19. Prueba de Tukey para el peso de mil granos (g).....	56
Tabla 20. Análisis de varianza para el tamaño de grano (mm).....	57
Tabla 21. Prueba de Tukey para el tamaño de grano (mm). ....	58
Tabla 22. Análisis de varianza para enfermedades (%). ....	59
Tabla 23. Análisis de varianza para índice de cosecha (%). ....	60
Tabla 24. Prueba de Tukey para el índice de cosecha (%). ....	60

Tabla 25. Análisis de varianza para el rendimiento por planta (kg/planta). .....	61
Tabla 26. Prueba de Tukey para el rendimiento por planta (Kg).....	62
Tabla 27. Análisis de varianza para el rendimiento por parcela (kg).....	63
Tabla 28. Prueba de Tukey para el rendimiento por parcela (kg).....	63
Tabla 29. Análisis de varianza para el rendimiento por hectárea kg/ha.....	64
Tabla 30. Prueba de Tukey para el rendimiento por hectárea (kg). .....	65
Tabla 31. Datos diciembre 2014. ....	77
Tabla 32. Datos enero 2015. ....	78
Tabla 33. Datos febrero 2015.....	79
Tabla 34. Datos marzo 2015. ....	80
Tabla 35. Datos abril 2015. ....	81
Tabla 36. Datos mayo 2015. ....	82
Tabla 37. Análisis de suelos.....	83
Tabla 38. Altura de planta a los 40 días. ....	84
Tabla 39. Altura de planta a los 80 días. ....	84
Tabla 40. Altura de planta a los 120 días. ....	84
Tabla 41. Días al inicio de floración. ....	85
Tabla 42. Peso de la biomasa (kg). ....	85
Tabla 43. Longitud de panoja (m).....	85
Tabla 44. Peso de mil granos (g).....	86
Tabla 45. Tamaño de grano (mm).....	86
Tabla 46. Rendimiento por planta (kg). ....	86
Tabla 47. Rendimiento por parcela (kg)- 8 plantas.....	87
Tabla 48. Rendimiento por hectárea (kg).....	87

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Croquis del campo experimental. ....	35
Figura 2. Preparación del terreno para la investigación. ....	88
Figura 3. Demarcación del croquis experimental. ....	88
Figura 4. Semilla de las ocho variedades en estudio. ....	89
Figura 5. Emergencia del cultivo. ....	89
Figura 6. Ataque de babosas en la primera etapa de desarrollo. ....	90
Figura 7. Control cultural de babosas en la noche. ....	90
Figura 8. Raleo del cultivo de quinua. ....	91
Figura 9. Apoque del cultivo de quinua. ....	91
Figura 10. Evaluaciones de altura de planta a los 40 días. ....	92
Figura 11. Evaluación de ataque de mildiu. ....	92
Figura 12. Cultivo en la fase vegetativa. ....	93
Figura 13. Cultivo en la fase reproductiva, floración y formación de grano. ....	93
Figura 14. Cultivo próximo a la cosecha, etapa de maduración. ....	94
Figura 15. Ataque de insectos ( <i>Diabrotica</i> sp) comedores de grano. ....	94
Figura 16. Evaluación de longitud de panoja. ....	95
Figura 17. Evaluación de altura de planta. ....	95
Figura 18. Evaluación de rendimiento por parcela. ....	96
Figura 19. Cosecha escalonada según maduración de cada variedad. ....	96
Figura 20. Secado de las variedades. ....	97
Figura 21. Campo cosechado en su totalidad. ....	97
Figura 22. Trillado del cultivo. ....	98
Figura 23. Evaluación del tamaño de grano. ....	98
Figura 24. Conteo de mil granos. ....	99
Figura 25. Peso de mil semillas. ....	99
Figura 26. Evaluación de rendimiento por planta. ....	100
Figura 27. Evaluación de rendimiento por parcela (de 8 plantas). ....	100
Figura 28. Supervisión de los miembros del jurado de tesis y del asesor. ....	101

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la localidad de Yanahuanca, provincia de Daniel Alcides Carrión, región Pasco en condiciones de campo. Los objetivos de la investigación fueron Determinar la adaptación y rendimiento de ocho variedades de quinua en condiciones de Yanahuanca. Evaluar las características fenotípicas de las ocho variedades de quinua en estudio. Determinar la precocidad de cada una de las variedades en estudio. El diseño estadístico utilizado fue de Bloques Completos al Azar, con cuatro repeticiones, las evaluaciones fueron periódicas y permanentes, para la fertilización del cultivo se realizó análisis de suelo y se obtuvieron datos meteorológicos del ministerio de agricultura.

Los resultados son: Las variedades que mejor se adaptaron a las condiciones edafoclimáticas de Yanahuanca y tuvieron buenos rendimientos son: Hualhuas con 9 920.8 kg/ha, INIA-433 Santa Ana con 8 624.8 kg/ha, Amarilla sakaka con 7 708.5 kg/ha y Blanca Junín con 7 619.3 kg/ha respectivamente. Las características fenotípicas muestran que las variedades con mayor altura fueron INIA-433 Santa Ana y Amarilla Sakaka ambas con 1.71 m, en cuanto al peso de la biomasa aérea también fueron esas dos variedades las que llegaron a 1.83 kg/planta. En la longitud de panoja fue la variedad Huancayo la que tuvo mayor longitud con 0.83 m seguido por Blanca de Junín e INIA-433 Santa Ana ambas con 0.82 m. en el peso de mil granos fue la variedad Pasancalla la que alcanzó 3.92 g. En el tamaño

del grano la variedad Amarilla Sakaka llegó a 2.34 mm. La variedad más precoz en condiciones de Yanahuanca fue la Pasancalla con 80 días al inicio de floración y la más tardía fue la Blanca de Junín con 94 días de inicio de floración. En índice de cosecha la variedad Hualhuas presentó mayor índice de cosecha con 3.92 por ciento y la variedad Huancayo es la que ocupa el último lugar con 2.67 por ciento de índice de cosecha. En incidencia de la enfermedad fue baja y la severidad fue relativamente alta, sin embargo se tomó la decisión de controlar la enfermedad con Metalaxil (Fitoclin) de tal forma que no avanzó la enfermedad y se controló oportunamente.

Palabras clave: quinua, rendimiento, adaptación, variedades.

## **ABSTRACT**

The present research work was carried out in the town of Yanahuanca, province of Daniel Alcides Carrion, Pasco region, under field conditions. The objectives of the research were to determine the adaptation and yield of eight varieties of quinoa in Yanahuanca conditions. Evaluate the phenotypic characteristics of the eight varieties of quinoa under study. Determine the precocity of each of the varieties under study. The statistical design used was of Randomized Complete Blocks, with four repetitions, the evaluations were periodic and permanent, for the fertilization of the crop, soil analysis was performed and meteorological data were obtained from the Ministry of Agriculture.

The results are: The varieties that best adapted to Yanahuanca edaphoclimatic conditions and had good yields are: Hualhuas with 9 920.8 kg / ha, INIA-433 Santa Ana with 8 624.8 kg / ha, Amarilla sakaka with 7 708.5 kg / ha and Blanca Junín with 7 619.3 kg / ha respectively. The phenotypic characteristics show that the varieties with the highest height were INIA-433 Santa Ana and Amarilla Sakaka both with 1.71 m, in terms of the weight of the aerial biomass it was also these two varieties that reached 1.83 kg / plant. In the length of the panicle, the Huancayo variety was the longest with 0.83 m followed by Blanca de Junín and INIA-433 Santa Ana; both with 0.82 m. in the weight of a thousand grains, it was the Pasancalla variety that reached 3.92 g. In the grain size, the Yellow Sakaka

variety reached 2.34 mm. The earliest variety under Yanahuanca conditions was Pasancalla with 80 days at the beginning of flowering and the latest was Blanca de Junín with 94 days of flowering. In the harvest index, the Hualhuas variety presented a higher harvest index with 3.92 percent and the Huancayo variety is the last one with 2.67 percent of the harvest index. In the incidence of the disease was low and the severity was relatively high, however the decision was made to control the disease with Metalaxil (Fitoclin) in such a way that the disease did not progress and was controlled in a timely manner.

Keywords: quinoa, yield, adaptation, varieties.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad el cultivo de quinua es un cultivo cuya demanda en el mercado local e internacional está creciendo. Sin embargo, en la Provincia Daniel Alcides Carrión su cultivo es limitado y se desconoce las variedades que serían promisorias para estas condiciones edafoclimáticas, los agricultores de la provincia siembran cultivos tradicionales año tras año sin tener en cuenta otros cultivos rentables que serían una alternativa para el agricultor.

El Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA Huancayo), cuenta con material genético de quinua y trabajos previos para condiciones de Huancayo han demostrado el potencial que cuentan estas variedades. En este contexto la introducción de ocho variedades al agroecosistema de la provincia es de suma importancia, de tal manera que nos permita evaluar que variedad o variedades son las más óptimas por su calidad y rendimiento.

La región Andina y principalmente, el Altiplano peruano - boliviano presentan una de las ecologías más difíciles para la agricultura moderna, cuyos límites altitudinales son de 3 000 a 4 000 msnm, con suelos frecuentemente aluviales y de escaso drenaje según (Espíndola, 1986 citado por Promoción e Investigación de Productos Andinos (PROINPA, 2011), sin embargo es en esa zona donde han desarrollado las especies del Género *Chenopodium*, familia *Amaranthaceae*, subfamilia *Chenopodioideae* mencionó Angiosperm Phylogeny Group (APG, 2003), cuya característica principal es su resistencia a condiciones climáticas y

edáficas adversas. Las quenopodiaceae pueden sobrevivir en lugares donde otros cultivos no pueden prosperar e incluye cultivos importantes para la producción de alimentos y forraje según. (National Research Council, 1989 citado por Bonifacio, 2003)

Gracias a su amplia variabilidad genética, está bien adaptada a climas que van desde el desértico hasta los de la Puna, crece desde el nivel del mar hasta altitudes como la del Altiplano donde su cultivo tiene especial importancia mencionó (FAO *et. al.*, 2012), puede crecer con humedades relativas desde 40 por ciento hasta 88 por ciento, la temperatura adecuada para el cultivo es de 15 a 20 °C, C, sin embargo se ha observado que con temperaturas medias de 10 a 25 °C, el cultivo se desarrolla perfectamente. Es una planta eficiente al uso de agua, es tolerante y resistente a la falta de humedad del suelo, obteniéndose producciones aceptables con precipitaciones de 100 a 200 mm según. (PROINPA, 2011)

En la región Pasco según a sus pisos ecológicos si se producen la quinua el año 2016 según el Ministerio de Agricultura y Riego MINAGRI (2018) reporta 5 hectáreas para esta región, con un rendimiento de 920 kg/ha.

Mejorar la nutrición del poblador andino es prioritario y la quinua es cultivo milenario cuenta con muchos aminoácidos esenciales para el ser humano, sin embargo ese producto debe estar a disposición del agricultor quien puede ofertar sus excedentes de la producción y de esa manera aumentar sus ingresos y su bienestar. El estudio de ocho variedades de quinua en condiciones de Yanahuanca,

permitirá a los agricultores planificar la producción de una determinada variedad con alto rendimiento y con calidad de grano. El precio de la quinua se encuentra en acenso debido a que se está exportando grandes volúmenes lo cual lo hace un cultivo atractivo por su rentabilidad y con un mercado asegurado el 2010 el precio en chacra fue 3.38 soles el kilogramo, el 2014 llegó a 12.00 soles y el 2016 de 9.04 soles el kilogramo, según reportes del MINAGRI (2018).

Por lo tanto se plantearon los siguientes objetivos.

- Determinar la adaptación y rendimiento de ocho variedades de quinua en condiciones de Yanahuanca.
- Evaluar las características fenotípicas de las ocho variedades de quinua en estudio.
- Determinar la precocidad de cada una de las variedades en estudio.

# CAPÍTULO I

## REVISIÓN DE LITERATURA

### 3.1. Origen de la quinua.

La quinua es uno de los cultivos más antiguos de la región Andina, con aproximadamente 7000 años de cultivo (FAO *et. al.*, 2012). Las especies consideradas como ancestros de la quinua, (*Chenopodium quinoa* Willd), son *Chenopodium hircinum*, *Ch. petiolare* y *Ch. berlandieri*. Es importante reconocer que la quinua tiene un pariente muy cercano en el huazontle, *Chenopodium berlandieris sp nuttaliae*, el cual fue cultivado intensamente hace muchos años por los aztecas en México. (Tapia y Fries, 2007)

Cuando y donde se desarrollaron las especies cultivadas de quinua, es un tema aún por definirse, sin embargo existen diversas hipótesis. Para algunos investigadores, el centro de origen y domesticación es el altiplano que rodea el lago Titicaca (Gandarillas, 1968 citado por Tapia y Fries, 2007) donde se encuentra la mayor diversidad genética y distribución de especies del género *Chenopodium* (Jacobsen *et. al.*, 1999). Otros autores se refieren a diferentes centros de origen ubicados en los valles interandinos y opinan que las quinuas

fueron llevadas al altiplano del lago Titicaca, constituyéndose este en el gran centro de diversificación. (Tapia y Fries, 2007)

### **3.2. Clasificación Botánica.**

Según la APG, (2009) la quinua presenta la siguiente clasificación:

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Orden: Caryophyllales
- Familia: Amaranthaceae
- Subfamilia: Chenopodioideae
- Género: Chenopodium
- Especie: Chenopodium quinoa Will

### **3.3. Características agronómicas de la quinua.**

La quinua es conocida también como “el cereal madre”, en quechua como “Arroz Inca”, “Trigo Inca o “Han” (China) (Gobierno Boliviano, 2002 citado por Geerts, 2008). En los últimos años su popularidad ha crecido rápidamente y ha ganado un gran interés en el mundo (Jacobsen 2003, Bhargava *et. al.*, 2006 citados por Geerts, 2008). La quinua es una planta dicotiledónea, anual, C3, cuya altura varía desde 0,5 hasta los 2,5 metros, pero se han encontrado cultivares que han alcanzado hasta 3,5 metros de altura; sus raíces son pivotantes y fasciculadas; su tallo puede ser recto o ramificado de color variable y puede medir de 60

centímetros a 2 metros; presenta tres tipos de hojas (romboidales, triangulares y lanceoladas) de acuerdo a la posición de éstas en los tallos.

La planta termina en una panoja cuya altura varía entre 15 y 70 centímetros, la cual está conformada por flores pequeñas, incompletas (no presentan pétalos), hermafroditas y pistiladas con estigma trifido (Mujica *et. al.*, 2001) y produce solo una semilla por flor (FAO *et. al.*, 2012 y Fontúrbel, 2003). El grano varía en tamaño entre 1,5 y 2,5 milímetros de diámetro y en color, dependiendo de la variedad. Existen quinuas de varios colores, por ejemplo: quinuas de color crema, plomo, amarillo, rosado, rojo y morado. (Repo, 2003)

El fruto es un aquenio; cubierto por el perigonio, el cual se desprende con facilidad al frotarlo, cuando el grano está seco. A su vez, la semilla está envuelta por un epispermo casi adherido. El epispermo está formado por cuatro capas: una externa, la cual determina el color de la semilla, de superficie rugosa, quebradiza y seca que se desprende fácilmente; la segunda capa difiere en color de la primera y se observa sólo cuando la primera es translúcida; la tercera capa es delgada, opaca, de color amarillo; la cuarta es translúcida y está formada por una sola hilera de células que cubre el embrión. Las saponinas se ubican en la primera membrana, su contenido y adherencia en los granos es muy variable. El grano de quinua almacena los almidones en el perisperma, a diferencia de los cereales que lo hacen en el endospermo. (Repo, 2007)

### **3.4. Biología floral.**

Mujica *et. al.* (2001) reportan que las flores de la quinua permanecen abiertas de 5 a 7 días. En una misma inflorescencia, la floración dura de 12 a 15 días. Sin embargo, León (2003) menciona que cada flor puede estar abierta hasta por 13 días y que la floración de una panoja puede demorar hasta 3 o 4 semanas. También (Mujica, *et. al.*, 2001) menciona que la quinua presenta homogamia, es decir, las flores hermafroditas y pistiladas se abren al mismo tiempo en la misma panoja. El porcentaje de cada tipo de flor varía según los genotipos, habiendo casos en los que se presentan sólo flores pistiladas. Se ha observado también protoginia y protandria y la dehiscencia del polen ocurre desde el amanecer hasta el anochecer. Se han encontrado tres tipos de flores en quinua: hermafroditas, pistiladas y androestériles. León (2003), expresa que el cultivo es una especie autógena con un cierto porcentaje de alogamia cuyo valor depende de la variedad y de la distancia entre las plantas que se puedan cruzar, y oscila entre 2 por ciento al 10 por ciento.

### **3.5. Distribución geográfica y ecología.**

La quinua es originaria de la zona andina, su cultivo se extiende por todo el altiplano peruano-boliviano-chileno, valles interandinos y otras zonas. Está distribuida desde Colombia (Pasto) hasta el norte de Argentina (Jujuy y Salta) y Chile (Antofagasta), y se ha encontrado un grupo de quinuas del nivel del mar en la Región de Concepción (Lescano, 1994 citado por PROINPA, 2011). La distribución geográfica de la quinua en los Andes se extiende desde los 5° Latitud

Norte al sur de Colombia, hasta los 43° Latitud Sur en la Décima Región de Chile, y su distribución altitudinal varía desde el nivel del mar en Chile hasta los 4000 m.s.n.m. en el altiplano que comparten Perú y Bolivia (Rojas, 1998 citado por PROINPA, 2011). La distribución de la quinua en un territorio amplio con diversidad de climas, suelos, precipitación y altitud ha sido posible gracias a una serie de cambios en las características morfológicas y fisiológicas que han permitido la adaptación del cultivo a diversos ambientes. Se puede afirmar que los subtipos climáticos y nichos ecológicos tienen ecotipos propios, producto de la selección natural y adaptación (Mujica *et. al.*, 2001). En Perú se destacan las zonas de Cajamarca, Callejón de Huayllas, Valle del Mantaro, Andahuaylas, Cusco y Puno en el altiplano.

### **3.6. Requerimiento del cultivo.**

#### **1.1.1. Suelo.**

Mujica *et. al.*, (2001) señalan que la quinua prospera en suelos francos, poco arenosos, arenosos o franco arcillosos; semiprofundos, con alto contenido de materia orgánica, con pendientes moderadas; y que en estos suelos se obtienen los mejores rendimientos. Además, señalan que los suelos deben tener buen drenaje, porque la quinua es muy susceptible al exceso de humedad, sobre todo en los primeros estados. Tapia, *et. al.* (2000) señala que puede desarrollarse en suelos arenosos y con déficit de agua con rendimientos aceptables y que en suelos pobres tiene un bajo rendimiento de grano.

### **1.1.2. pH y Salinidad.**

Mujica *et. al.*, (2001) menciona que en estudios realizados se indica que el pH ideal para la quinua son los cercanos a la neutralidad, sin embargo se obtienen producciones buenas en suelos alcalinos de hasta 9 de pH, en los salares de Bolivia y Perú, como también en condiciones de suelos ácidos hasta 4,5 de pH, en la zona de Michiquillay en Cajamarca, Perú. Respecto a la salinidad, algunas investigaciones han demostrado que la quinua puede germinar en concentraciones salinas extremas de hasta 52 ms/cm como en los salares Bolivianos, y que cuando se encuentra en estas condiciones extremas de concentración salina el período de germinación se puede retrasar hasta en 25 días. (Jacobsen *et. al.*, 1998; Quispe y Jacobsen, 1999; citados por Mujica *et. al.*, 2001)

### **1.1.3. Clima.**

La quinua se adapta a variados climas como el desértico, caluroso y seco en la costa hasta el frío y seco de las grandes altiplanicies, pasando por los valles interandinos templados y lluviosos, llegando hasta la ceja de selva con mayor humedad relativa, a la puna y zonas andinas de grandes altitudes. Por ello es necesario conocer que genotipos son adecuados para cada una de las condiciones climáticas (Mújica *et. al.*, 2001). En general, este cultivo puede soportar más de 35 °C, pero no desarrolla adecuadamente, también puede tolerar climas fríos, de hasta -1 °C en cualquier etapa de su desarrollo, excepto durante la floración, debido a problemas de esterilidad del polen a bajas temperaturas.

#### **1.1.4. Humedad y Temperatura.**

La quinua es un cultivo con diferentes requerimientos de humedad y temperatura.

Estos dependen según el grupo de quinuas al que pertenece. Por ejemplo en las quinuas de valle se presentan diferencias entre aquellas que se desarrollan en valles interandinos con acceso al riego, como ocurre en Urubamba (Perú), Cochabamba (Bolivia) y aquellas que se cultivan en seco como en Huaraz, parte alta del Mantaro, Ayacucho y Abancay (Perú). Las primeras alcanzan una altura hasta de 3,5 m. (Tapia, 1997)

#### **1.1.5. Humedad Relativa.**

Crece sin mayores inconvenientes desde el 40 por ciento de HR en el altiplano hasta 100 por ciento de HR en la costa, esta alta humedad relativa se presenta en los meses de mayor desarrollo de la planta (enero y febrero), lo que facilita que las enfermedades fungosas como el mildiu, progresen con mayor rapidez, por ello en zonas con alta humedad relativa se debe sembrar variedades resistentes al mildiu. (Mujica *et. al.*, 2001)

#### **1.1.6. Temperatura.**

Aún no hay umbrales definidos de temperaturas óptimas para el desarrollo de la quinua, sin embargo los investigadores sostienen que la temperatura media adecuada para la quinua está alrededor de 15 – 20 °C, sin embargo se ha observado que con temperaturas medias de 10 °C, el cultivo se desarrolla perfectamente; lo mismo, ocurre con temperaturas medias y altas de hasta 25 °C,

prosperando adecuadamente. Las variedades de valles están adaptadas a temperaturas que fluctúan entre 10 y 18 °C y no son resistentes a las heladas.

Jacobsen *et al* (2004) señalan que los ecotipos de Valle pueden presentar hasta 56 por ciento de pérdidas en el rendimiento debido a incidencias de temperaturas de -4 °C en la etapa de antesis, mientras que los ecotipos del altiplano presentan pérdidas de 27 por ciento bajo las mismas condiciones en la fase de antesis. Al respecto se ha determinado que esta planta posee mecanismos de escape y tolerancias a bajas temperaturas. (Mujica *et. al.*, 2001)

#### **1.1.7. Radiación.**

La quinua soporta radiaciones extremas en las zonas altas de los andes; sin embargo estas altas radiaciones permiten compensar las horas de calor necesarias para cumplir con su período vegetativo y productivo. En la zona de mayor producción de quinua del Perú (Puno), el promedio anual de la radiación global (RG) que recibe la superficie del suelo, asciende a 462 cal/cm<sup>2</sup>/día, y en la costa de Arequipa alcanza a 510 cal/cm<sup>2</sup>/día. Mientras que en el altiplano central de Bolivia (Oruro), la radiación alcanza a 489 cal/cm<sup>2</sup>/día y en La Paz es de 433 cal/cm<sup>2</sup>/día, sin embargo el promedio de radiación neta (RN) recibida por la superficie del suelo o de la vegetación, llamada también radiación resultante alcanza en Puno 176 y en Arequipa 175, mientras que en Oruro 154 y en la Paz, Bolivia 164, solamente debido a la nubosidad y la radiación reflejada por el suelo. (Frere *et. al.*, 1975 mencionados por Mujica *et. al.*, 2001). Vacher *et. al.*, 1998

mencionados por Mujica *et. al.* (2001) determinaron que existen condiciones favorables para la agricultura en el Altiplano de Perú y Bolivia. Además, mencionan que una RG elevada favorece una fotosíntesis intensa y una producción vegetal importante, y además una RN baja se traduce en requerimientos bajos de agua por parte de los cultivos.

#### **1.1.8. Fotoperiodo.**

Es la respuesta de los vegetales a la longitud relativa de los periodos de luz y oscuridad y su orden de alternancia (Salisbury, 1961; Zeevart, 1976, et al citados por Gonzales y De la Torre, 2009). En la Latitud sur 15°, alrededor de la cual se tiene las zonas de mayor producción de quinua, el promedio de horas de luz diaria es de 12,19 con un acumulado de 146,3 horas al año. (Risi *et.al.*, 1989 citado por Alvarez, 2009)

#### **1.1.9. Agua, precipitación y riegos.**

La quinua prospera con diferentes niveles de precipitación, ésta depende de la zona agroecológica y del genotipo al que pertenece la planta. Varía desde el rango de 200 y 250 mm en los salares de Bolivia (Tapia *et. al.*, 2000), llegando a producir 1500 kg/ha (Mujica et al, 1998 citado por Aguilar y Jacobsen, 2003), hasta 2600 mm en Concepción – Chile. (Mujica *et. al.*, 2001)

La quinua responde positivamente al riego durante periodos secos, especialmente en las fases fenológicas mencionadas anteriormente. Por otro lado, la quinua es susceptible al exceso de precipitación y al drenaje insuficiente. En el

Altiplano se siembran en camas altas o waru warus para facilitar el drenaje y la aireación de las raíces, así como para evitar la inundación. (Aguilar y Jacobsen, 2003)

#### **1.1.10. Altitud.**

Según Mujica *et. al.*, (2001), este cultivo crece y se adapta desde el nivel del mar hasta cerca de los 4 000 msnm. Tapia y Ames (2007), señalan que la altitud óptima para las quinuas del Valle va de 2 000 a 3 400 msnm y para las quinuas de Altiplano va de 3 800 a 4 000, por otro lado. En general, el mejor desarrollo del cultivo se tiene entre los 2 800 a 3 900 msnm para la zona andina. (Soto, 2010)

Mujica *et. al.*, (2001) señalan que las Quinuas sembradas al nivel del mar disminuyen su período vegetativo, comparadas con quinuas de la zona andina, además sostienen que el mayor potencial productivo se obtiene al nivel del mar alcanzando rendimientos de hasta 6 000 kg/ha con riego y buena fertilización.

### **3.7. Variedades en estudio.**

#### **1.1.11. Hualhuas.**

Según, Apaza (1995), esta variedad presenta tamaño de grano grande de 1.8 a 2 mm de diámetro, de color blanquecino, panoja glomerulada, periodo vegetativo de 150 días (precoz), rendimiento promedio 3 083 kg/ha resistente heladas, tolerante al mildiu.

#### **1.1.12. Blanca de Junín.**

Morales, R. (2008), menciona que el grano mediano con 1,4 a 1,8 mm. de diámetro, de color blanco, semidulce, tipo de panoja glomerulada algo laxa, periodo vegetativo 160 a 170 días (semitardía), rendimiento 2 500 kg/ha, tolerancia intermedio al mildiu, apta para zona circunlacustre.

#### **1.1.13. Huancayo.**

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP (1991), obtuvo por la selección masal de ecotipos, grano mediano de 1.6 a 1.9mm. de diámetro, de color blanco o rosado, alto contenido en saponina, tipo de panoja glomerulada, periodo vegetativo 160 a 180 días (tardía) rendimiento 3500 kg. /ha, tolerancia intermedia al mildiu, muy atacado por la kcona kcona (*Eurysacca quinoa* Povof.).

#### **1.1.14. Pasancalla.**

Soto (2010), obtuvo por selección de ecotipos de Orurillo (Puno), grano pequeño de 1.2mm. de diámetro, de color rojo/blanco, dulce, tipo de panoja amarantiforme, periodo vegetativo 180 a 190 días (tardía), rendimiento 3000 kg. /ha resistente al ataque del mildiu.

#### **1.1.15. Negra coyana.**

Según Canahua (2006), el grano presenta tamaño mediano de 1.5 a 1.7 mm. de diámetro, de color negro, es amargo, su panoja es amarantiforme, periodo vegetativo de 180 a 190 días (tardía), rendimiento promedio de 3 000 kg/ha, resistencia al ataque del mildiu.

#### **1.1.16. Salcedo-INIA:**

Según (Apaza y Mujica, A.2001), fue seleccionada en la estación experimental de Patacamaya, introducido en Puno en 1989, grano grande de 1.8 a 2 mm de diámetro de color blanco, panoja glomerulada, periodo vegetativo de 160 días (precoz), rendimiento 2 500 kg. /ha, resistente a heladas (-2 °C), tolerante al mildiu. Se recomienda su cultivo en la zona circunlacustre.

#### **1.1.17. Amarilla Sakaka.**

INIAP (1991), menciona que esta variedad se genera, a partir de la cruce de dos líneas, Real 547 x dulce 559, es de origen Boliviano, es precoz de alto rendimiento, de grano amarillo y grande, de 2 a 2.2 mm de diámetro, es una variedad amarga, su panoja es glomerulada, de 170 días de periodo vegetativo, llega a una altura de 1.10 m, es resistente al ataque ornitológico y mildiu por su carácter amargo, tiene un rendimiento de 3 000 kg/ha.

#### **1.1.18. INIA-433 Santa Ana.**

En INIA Huancayo (2000), mencionan que la variedad es resultado de una selección masal predominante en la zona del valle (Mantaro), de grano mediano de 1.5 a 1.8 mm de diámetro es de color morado a rosado, panoja tipo amarantiforme, es amarga y se le cultiva por la zona de Ilave, con rendimientos de 1 200 a 1 800 kg/ha, periodo vegetativo de 180 días, resistente al ataque de mildiu.

### **3.8. Fenología.**

La fenología, es el estudio de los cambios externos diferenciables y visibles que muestran las plantas como resultado de sus relaciones con las condiciones ambientales (temperatura, luz, humedad, suelo) del lugar donde se desarrollan. La fenología mide las diferentes fases de desarrollo de la planta, a través de la observación y determina los distintos eventos de transformación fenotípica de la planta, dando rangos de tiempo comprendidos entre una y otra etapa (Mujica, 2006). Las fases pueden ser vegetativas o reproductivas y cuando se manifiestan exteriormente son llamadas fases visibles (desarrollo del botón floral, floración, etc.). Las fases invisibles son aquellas que no se pueden apreciar a simple vista como la germinación, lo cual hace más complejo su observación y registro (Gastiazoro, 2002 citado por Quillatupa, 2009). El tiempo que transcurre entre dos fases sucesivas de una planta se denomina etapa (Fuentes, 1996 citado por Quillatupa, 2009).

Mujica (2006), determinó que la fenología de la quinua atraviesa por 13 fases importantes y claramente distinguibles. Las fases son las siguientes:

#### **1.1.19. Emergencia.**

Es cuando los cotiledones emergen del suelo a manera de una cabeza de fósforo y es distinguible solo cuando uno se pone al nivel del suelo, en esta etapa es muy susceptible de ser consumido por las aves por su succulencia y exposición

de la semilla encima del talluelo, ello ocurre de los 5-6 días después de la siembra, en condiciones adecuadas de humedad.

#### **1.1.20. Hojas cotiledóneas.**

Es cuando los cotiledones emergidos se separan y muestran las dos hojas cotiledóneas extendidas de forma lanceolada angosta, pudiendo observarse en el surco las plántulas en forma de hilera nítida., en muchos casos se puede distinguir la coloración que tendrá la futura planta sobre todo las pigmentadas de color rojo o púrpura, también en esta fase es susceptible al daño de aves, debido a la carnosidad de sus hojas, esto ocurre de los 7-10 días después de la siembra.

#### **1.1.21. Dos hojas verdaderas.**

Es cuando, fuera de las dos hojas cotiledóneas, aparecen dos hojas verdaderas extendidas que ya tienen forma romboidal y con nervaduras claramente distinguibles y se encuentran en botón foliar el siguiente par de hojas, ocurre de los 15-20 días después de la siembra, mostrando un crecimiento rápido del sistema radicular, en esta fase puede ocurrir el ataque de los gusanos cortadores de plantas tiernas (*Copitarsia*, *Feltia*) “Ticuchis”.

#### **1.1.22. Cuatro hojas verdaderas.**

Es cuando ya se observa dos pares de hojas verdaderas completamente extendidas y aún se nota la presencia de las hojas cotiledóneas de color verde, encontrándose en botón foliar las siguientes hojas del ápice de la plántula e inicio de formación de botones en las axilas del primer par de hojas; ocurre de los 25-30

días después de la siembra, en esta fase ya la planta tiene buena resistencia a la sequía y al frío, porque ha extendido fuertemente sus raíces y muestra movimientos násticos nocturnos cuando hace frío, dada la presencia de hojas tiernas, se inicia el ataque de insectos masticadores de hojas, *Epitrix* y *Diabrotica* "Pulguilla saltana y Loritos" sobre todo cuando hay escasez de lluvias.

#### **1.1.23. Seis hojas verdaderas.**

Se observa tres pares de hojas verdaderas extendidas, tornándose amarillas y flácidas, las hojas cotiledóneas, se puede notar los botones axilares e incluso algunos en apertura, siendo evidente la presencia de hojas axilares, la cual inicia en la base de la planta y se dirige hacia el ápice de la misma. Esta fase ocurre de los 35-45 días después de la siembra, en la cual se nota con mayor claridad la protección del ápice vegetativo por las hojas más adultas, especialmente cuando se presentan bajas temperaturas, sequía y sobre todo al anochecer.

#### **1.1.24. Ramificación.**

Se nota 8 hojas verdaderas extendidas y las hojas axilares extendidas hasta la tercera fila de hojas en el tallo, las hojas cotiledóneas se caen y dejan cicatrices claramente notorias en el tallo, también se observa la presencia de la inflorescencia protegida por las hojas sin dejar al descubierto la panoja, ocurre de los 45 a 50 días después de la siembra.

#### **1.1.25. Inicio de panojamiento.**

La inflorescencia va emergiendo del ápice de la planta, observándose alrededor aglomeraciones de hojas pequeñas con bastantes cristales de oxalato de calcio, las cuales van cubriendo a la panoja en sus tres cuartas partes. Ello ocurre de los 55 a 60 días después de la siembra; así mismo se puede ver amarillamiento del primer par de hojas verdaderas (hojas que dejaron de ser fotosintéticamente activas) y se produce una fuerte elongación del tallo, así como engrosamiento. En esta fase ocurre el ataque de la primera generación de *Eurissacca quinoae* Povolmy “kconakona”. En esta fase, la parte más sensible a las heladas no es el ápice, sino por debajo de este y sólo en caso de que temperaturas bajas severas afecten a la planta, se produce el colgado del ápice.

#### **1.1.26. Panojamiento.**

La inflorescencia sobresale con mucha nitidez por encima de las hojas superiores, notándose los glomérulos de la base de la panoja, los botones florales individualizados sobre todo los apicales que corresponderán a las flores pistiladas. Esta etapa ocurre de los 65 a 70 días después de la siembra; a partir de esta etapa se puede consumir las panojas tiernas como verdura.

#### **1.1.27. Inicio de floración.**

Es cuando las flores hermafroditas apicales de los glomérulos se encuentran abiertos, mostrando los estambres separados de color amarillo, ocurre de los 75 a 80 días después de la siembra, en esta fase es bastante sensible a la sequía y

heladas. Ocurre amarillamiento y defoliación de las hojas inferiores sobre todo aquellas de menor eficiencia fotosintética.

#### **1.1.28. Plena floración.**

Es cuando el 50 por ciento de las flores de la inflorescencia principal (cuando existan inflorescencias secundarias) se encuentran abiertas, esto ocurre de los 90 a 100 días después de la siembra, esta fase es muy sensible a las heladas, pudiendo resistir solo hasta  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , esta fase debe observarse al medio día, ya que en horas de la mañana y al atardecer las flores se encuentran cerradas, por ser heliófilas. Adicionalmente, la planta elimina en mayor cantidad las hojas inferiores que son menos activas fotosintéticamente y existe abundancia de polen en los estambres que tienen una coloración amarilla.

#### **1.1.29. Grano lechoso.**

Fase durante la cual los frutos al ser presionados entre las uñas de los dedos pulgares, explotan y dejan salir un líquido lechoso, ocurre de los 100 a 130 días después de la siembra. En esta fase el déficit de agua es perjudicial para la producción.

#### **1.1.30. Grano pastoso.**

Es cuando los frutos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blanco, ocurre de los 130 a 160 días después de la siembra, en esta fase el ataque de la segunda generación de *Eurissacca quinoae* Povolny “Kcona - Kcona”

causa daños considerables, así mismo el difícil de humedad afecta fuertemente a la producción.

#### **1.1.31. Madurez fisiológica.**

Es la fase en la que la planta completa su madurez, y se reconoce cuando los granos al ser presionados por las uñas presentan resistencia a la penetración, ocurre de los 160 a 180 días después de la siembra, en esta etapa el contenido de humedad del grano varía de 14 a 16 por ciento; el lapso comprendido desde la floración hasta la madurez fisiológica, viene a constituir el período de llenado de grano. Bonifacio *et. al.* (2007) citado por Quillatupa (2009) diferenciaron entre las fases de floración y grano lechoso una fase claramente distinguible y la denominaron fase de grano acuoso.

#### **3.9. Índice de cosecha.**

El índice de cosecha, es un marco fisiológico útil para investigar los efectos del ambiente y del genotipo en el comportamiento del cultivo, es definida como la eficiencia biológica con respecto a la cantidad de grano producida (Apaza, 1995; Charles – Edwards, 1982 citados por Bertero, *et. al.*, 2004). El índice de cosecha es calculado como la proporción de la materia seca del grano sobre la materia seca (Bertero, *et. al.*, 2004). En quinua se obtiene de la relación entre el peso de la semilla (rendimiento económico) y el peso seco de toda la planta, incluyendo la semilla (rendimiento biológico). (PIWANDES, 2008)

El índice de cosecha de quinua en el campo se encuentra entre 0,3 y 0,5. El desarrollo del índice de cosecha toma poco tiempo para los cultivares precoces y desde 80 a 100 días para los tardíos (FAO *et. al.*, 2012). En un estudio realizado en Brasil por (Spehar y Santos, 2005), se encontraron valores de índice de cosecha bajos para genotipos tardíos y valores altos para genotipos precoces, esto demuestra que es posible desarrollar quinua para producciones altas de grano y biomasa en los sistemas agrícolas de zonas donde las temperaturas son altas, como Brasil.

### **3.10. Peso de mil granos.**

El peso de mil granos es un parámetro con el que se mide indirectamente la calidad del grano ya que a mayor peso de mil granos se tendrá granos mejor llenados y de mayor calidad (Apaza, 1995). Delgado et al, (2009), evaluando 16 genotipos de quinua en Nariño Colombia reporta pesos de mil granos de 2.52 hasta 3.45 gramos. Y en condiciones de La Molina Lima Perú (Mendoza, 2013) en época de verano comparando accesiones de quinua reporta peso de mil granos de 1.22 hasta 2.71 gramos.

### **3.11. Rendimiento.**

Los rendimientos varían en función a la variedad, fertilidad, drenaje, tipo de suelo, manejo del cultivo en el proceso productivo, factores climáticos, nivel tecnológico, control de plagas y enfermedades, obteniéndose entre 800 kg/ha a 1 500 kg/ha en años buenos. Sin embargo según el material genético se puede

obtener rendimientos de hasta de 3 000 kg/ha (Tapia *et. al.*, 2000). El potencial de rendimiento de grano de la quinua alcanza a 11 t/ha según (Mujica, 1983). Sin embargo la producción más alta obtenida, en promedio, en condiciones óptimas de suelo, humedad, temperatura y en forma comercial está alrededor de 6 t/ha. Con adecuadas condiciones de cultivo (suelo, humedad, clima, fertilización y labores culturales oportunas), se obtiene rendimientos de 3.5 t /ha. En campos de secano, en el altiplano, la producción no excede los 850 kg/ha (Mujica *et. al.*, 2001), sin embargo se han obtenido rendimientos en el rango de 600 a 2 500 kg/h (Tapia y Fries, 2007). Tal es así que durante la segunda mitad del 2012 se tuvo rendimientos de entre 1 200 y 1 500 kg/ha en Puno (comunicación oral de una productora de quinua de Puno). Mientras que en los valles interandinos el rendimiento promedio es de 1 500 kg/ha (Mujica *et. al.*, 2001) y el rango va desde 700 a 2 800 kg/ha (Tapia y Fries, 2007). El Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior (SIICEX) menciona que el rendimiento general promedio nacional se encuentra entre los 800 y 1 000 kg/ha.

### **3.12. Adaptación.**

La quinua tiene una capacidad grande para adaptarse a condiciones ecológicas muy diferentes. En comparación con otros cereales, la quinua no ha sido objeto de un mejoramiento genético sistemático y exhibe una gran variedad de entradas con las características más diversas. (Wahli, 1990)

Delgado, et al. (2009) evaluó la adaptabilidad de la quinua a condiciones de Nariño, Colombia en base a rendimiento, precocidad, altura de planta y tolerancia al mildiu.

La región Andina principalmente en el Altiplano peruano - boliviano presentan una de las ecologías más difíciles para la agricultura moderna, cuyos límites altitudinales son de 3 000 a 4 000 msnm, con suelos frecuentemente aluviales y de escaso drenaje (Espíndola, 1986 citado por PROINPA, 2011), sin embargo es en esa zona donde han desarrollado las especies del Género *Chenopodium*, familia Amaranthacea, subfamilia Chenopodioideaea (APG, 2003), cuya característica principal es su resistencia a condiciones climáticas y edáficas adversas. Las quenopodiaceae pueden sobrevivir en lugares donde otros cultivos no pueden prosperar e incluye cultivos importantes para la producción de alimentos y forraje. (National Research Council, 1989 citado por Bonifacio, 2003)

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **2.1. Tipo de investigación.**

La investigación es del tipo experimental-aplicada porque se recurre a la ciencia sobre trabajos de variedades de quinua, adaptación y rendimiento.

#### **2.2. Ubicación geográfica ecológica y poblacional.**

##### **2.2.1. Ubicación geográfica.**

La presente investigación se realizó en condiciones de campo, en el Fundo “Benavides” Distrito de Yanahuanca.

El distrito de Yanahuanca, se encuentra ubicado en.

Región : Pasco

Provincia : Daniel Alcides Carrión

Altitud : 3243 m.s.n.m.

UTM : 8839782

### **2.2.2. Características consideradas de la zona en estudio.**

El distrito de Yanahuanca se caracteriza por presentar un clima predominantemente frío con vegetación de porte bajo, la época de lluvias corresponden entre los meses de diciembre-marzo. La temperatura máxima varía de 16 a 18 °C en los meses de septiembre a octubre y la mínima de -7 a 10 °C en los meses de mayo a julio. Durante el resto del año la temperatura alcanza un promedio de 12 °C.

### **2.3. Métodos, técnicas e instrumentos de trabajo.**

#### **2.2.3. Tratamientos en estudio.**

Se utilizarán 8 variedades de quinua, procedentes del Banco de Germoplasma del Programa de Cereales y Granos Nativos del Instituto Nacional de Innovación Agraria – Huancayo. Para los tratamientos corresponden a las variedades en estudio y se muestran a continuación:

T1 = Hualhuas

T2 = Blanca de Junín

T3 = Huancayo

T4 = Pasancalla

T5 = Negra coyana

T6 = Salsedo INIA

T7 = Amarilla Sakaka

T8 = INIA-433 Santa Ana

#### 2.2.4. Análisis del suelo.

Se tomaron 8 muestras en un área de 254,1 m<sup>2</sup>, cada una de ellas a 30 cm de profundidad; de diferentes puntos del terreno. La forma del muestreo fue en zigzag. Se procedió a la mezcla, reduciendo a 1 kilogramo de muestra que se envió al laboratorio de suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria Estación Experimental Santa Ana Huancayo (INIA), para su respectivo análisis.

Los resultados se muestran en la sección anexos, donde se observa que la recomendación máxima para el cultivo fue: 120-100-80 kg/ha de NPK.

**Tabla 1. Interpretación de análisis de suelo**

Valores		Interpretación del Análisis Químico
Ph	7.2	Corresponde a un pH neutro
M.O	2.4 %	El contenido es medio
P	6.9 ppm	Tiene un contenido medio
K	186 ppm	El contenido es medio
N	0.12 %	El contenido es medio
Tipo de suelo		Franco arcilloso

Fuente: INIA Huancayo.

Mujica *et. al.*, (2001) menciona que en estudios realizados se indica que el pH ideal para la quinua son los cercanos a la neutralidad, sin embargo se obtienen producciones buenas en suelos alcalinos de hasta 9 de pH, en los salares de Bolivia y Perú, como también en condiciones de suelos ácidos hasta 4,5 de pH, en la zona de Michiquillay en Cajamarca, Perú. Los mismos autores señalan que la quinua prospera en suelos francos, poco arenosos, arenosos o franco arcillosos;

semiprofundos, con alto contenido de materia orgánica, con pendientes moderadas; y que en estos suelos se obtienen los mejores rendimientos.

Por los reportes antes señalados, se observa que el campo donde se instaló el experimento fue adecuado.

### **2.2.5. Materiales y Equipos:**

#### **2.2.5.1. Materiales.**

El conjunto de instrumentos, materiales y equipos que se consideran necesarios para la evaluación de las diferentes variables son las siguientes:

- Estacas.
- Herramientas para labranza (pico, rastrillo, asadon, etc.)
- Wincha.
- Libreta de apuntes.
- Lápiz.
- Cordel.
- Balanza analítica.
- Malla raschel.
- insumos (fertilizantes, pesticidas).
- mochila fumigadora.
- Materia orgánica.
- Cal.

#### **2.2.5.2. Equipos.**

- Cámara fotográfica
- Programa SAS
- GPS
- USB

#### **2.4. Diseño experimental.**

El presente es un tipo de investigación experimental, para ello se usó una parcela de aproximadamente 254.1 m<sup>2</sup>, cada parcela contiene distintas variedades. Se utilizó el diseño de Bloques completamente al azar. Con ocho variedades de quinua (tratamientos) y cuatro repeticiones.

#### **Modelos estadísticos**

##### **Diseño Bloques Completos al Azar**

Cuyo modelo aditivo lineal es:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Dónde:

**i** = 1, 2, 3, ... (Variedad)

**j** = 1, 2, 3, ... (Bloques o repeticiones)

**Y<sub>ij</sub>** = Rendimiento de una unidad experimental de la *i* –ésima variedad en el *j* –ésimo bloque.

**μ** = Media general.

**T<sub>i</sub>** = Efecto del genotipo de la *i* –ésima variedad.

$B_j$  = Efecto del  $j$  – ésimo bloque.

$E_{ij}$  = Efecto aleatorio del error experimental asociado a  $Y_{ij}$

Todos los datos se obtuvieron de la evaluación de los dos surcos centrales de las parcelas.

#### 2.4.1. Análisis de varianza ANVA.

Las fuentes de variación que se utilizaron para determinar la suma de cuadrados, los cuadros medios y los componentes de varianza, se presentan a continuación.

**Tabla 2. Esquema del análisis de varianza**

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.
<b>Bloques</b>	r-1	$\frac{\sum_j^n X_{.j}^2}{t} - T.C.$	$\frac{SC_{Bloques}}{G.L_{Bloques}}$	$\frac{C.M_{Bloques}}{C.M_{Error}}$
<b>Tratamientos</b>	t-1	$\frac{\sum_i^n X_{i.}^2}{r} - T.C.$	$\frac{SC_{Tratam}}{G.L_{Tratam}}$	$\frac{C.M_{Tratam}}{C.M_{Error}}$
<b>Error Experimental</b>	(r-1)(t-1)	Por Diferencia	$\frac{SC_{Error}}{G.L_{Error}}$	
<b>Total</b>	r t - 1	$\sum_{ij}^n X_{ij}^2 - T.C.$		

#### 2.4.2. Prueba estadística.

Para contrastar la hipótesis se usaron las pruebas estadísticas de Tukey.

Prueba de Tukey:  $t_\alpha = [gl \times E_{exp}] \times sd$

Dónde:

$$sd = \sqrt{\frac{CME}{b}}$$

## **2.5. Variables que se evaluaron.**

### **2.5.1 Porcentaje de germinación.**

Se realizó en placas Petri para lo cual se colocó papel absorbente en la base y luego cien semillas por placa y fueron mantenidas con humedad y se evaluó cada día, después de diez días se determinó el % de germinación de cada variedad en estudio.

### **2.5.2 Días a la emergencia de plantas.**

Esta observación se realizó a los 4, 5, 6 y 7 días contados desde el día de la siembra, se realizó en base al 50 % de plántulas emergidas; se evaluaron los surcos centrales de cada parcela y repetición.

### **2.5.3 Altura de plantas.**

Este dato se tomó de seis plantas de los surcos centrales, midiendo desde la base del tallo hasta la punta terminal de la panoja, utilizando una regla, la evaluación se realizó de acuerdo a lo planteado en el proyecto y la última evaluación se realizó cuando las plantas habían completado su desarrollo.

#### **2.5.4 Días a la floración.**

Se consideró el número de días desde la siembra hasta el inicio y el término de la floración, la evaluación fue constante a partir de los ochenta días hasta evaluar la última variedad.

#### **2.5.5 Peso de biomasa aérea.**

Se extrajo tallos, hojas, flores y frutos de la parte aérea de la planta, es decir al ras del suelo, luego se procedió a pesar por cada planta, luego se determinó la biomasa respecto al peso de la planta.

#### **2.5.6 Longitud de la panoja.**

Se tomó al azar seis plantas de los surcos centrales y mediante una regla se midió la longitud de la panoja desde la base hasta la punta, esta labor se realizó cuando las variedades alcanzaron su máximo desarrollo.

#### **2.5.7 Control de plagas y enfermedades.**

Se evaluó constantemente la presencia de plagas y enfermedades a partir de la emergencia de las plantas, para el caso de enfermedades se evaluó la incidencia que indica el porcentaje de plantas afectadas y severidad indica el grado o desarrollo de la enfermedad de tal manera que nos permitió tomar las medidas necesarias para el control.

### **2.5.8 Índice de Cosecha (IC).**

Se evaluó el índice de cosecha de cada variedad una vez realizada la trilla, venteado y limpieza de los granos de las plantas individuales, se procedió a realizar el cálculo del Índice de cosecha mediante la fórmula siguiente:

$$IC = \frac{Ps}{Pt} * 100$$

Dónde:

IC = Relación del índice de cosecha.

Ps = Peso seco del grano.

Pt = Peso total de la planta (peso del grano y de la broza) sin la raíz.

### **2.5.9 Peso de mil granos.**

Es una característica hereditaria y es un factor que determina el rendimiento. Una vez cosechado el grano seco y limpio se contó 1000 granos de semilla al azar, luego se pesó utilizando una balanza de precisión.

### **2.5.10 Tamaño de grano.**

Esta característica fenotípica se determinó utilizando una regla milimétrica y un estereoscopio para el caso se tomó cinco granos al azar de cada variedad y se observó el diámetro.

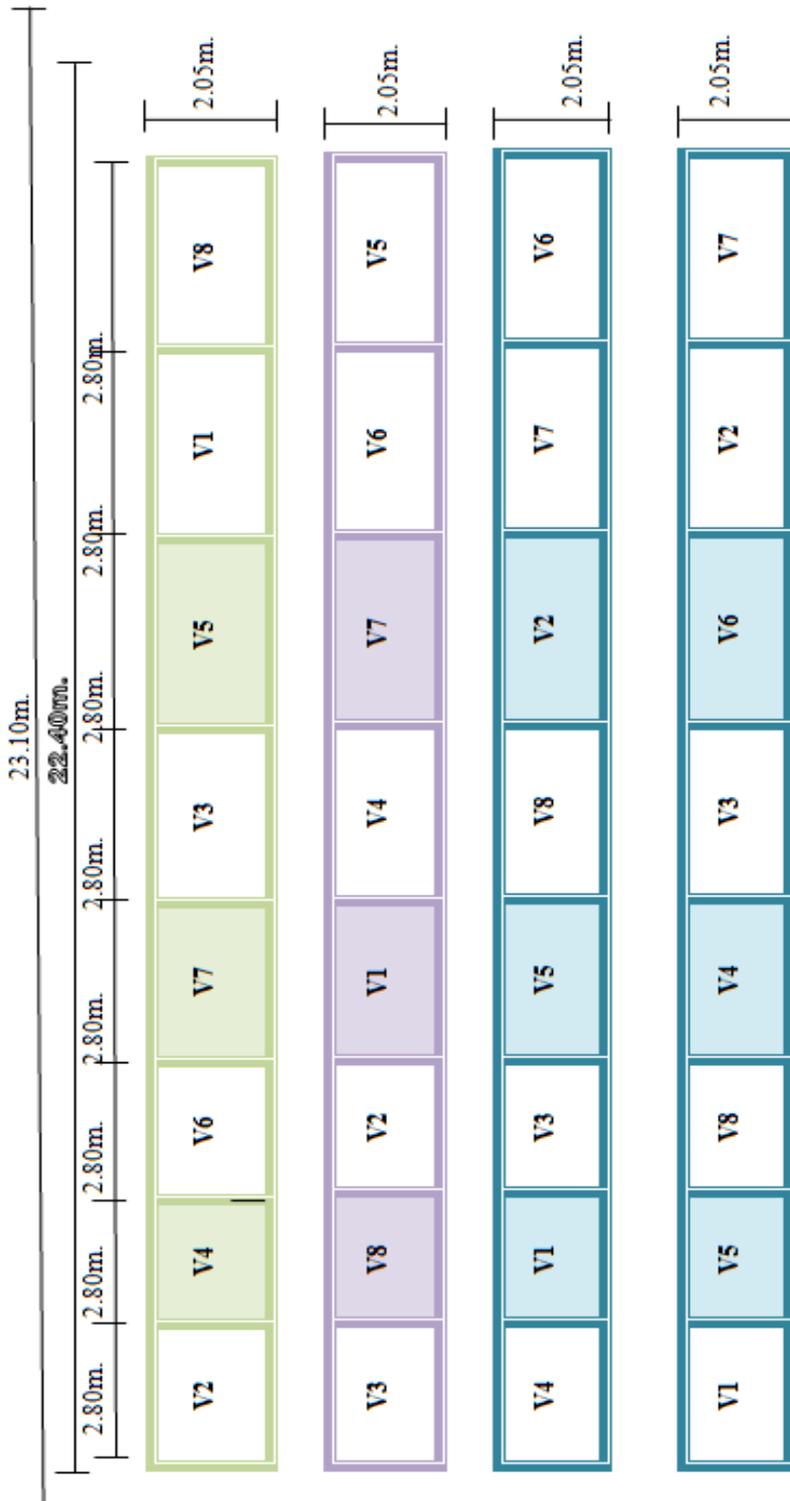
### **2.5.11 Rendimiento por planta y hectárea.**

Esta característica se determinó mediante pesadas de granos cosechados de cada uno de los tratamientos, para este caso se utilizó una balanza de precisión, esta labor se realizó al momento de la cosecha de los dos surcos centrales previo venteado y limpiado del grano así mismo se determinó el rendimiento por hectárea

### **2.6. Croquis del campo experimental.**

La distribución de los tratamientos en las parcelas se muestra a continuación:

Figura 1. Croquis del campo experimental.



### **2.6.1. Características del experimento.**

#### **Área del campo experimental.**

- Largo : 23.10 m.
- Ancho : 11m.
- Área total : 254.10 m<sup>2</sup>.
- Área experimental : 183.68 m<sup>2</sup>.
- Área neta experimental : 91.84 m<sup>2</sup>.
- Área de caminos : 70.42 m<sup>2</sup>.

#### **Área de la parcela.**

- Largo : 2.80 m.
- Ancho : 2.05 m.
- Área neta : 5.74 m<sup>2</sup>.

#### **Bloques.**

- Largo : 22.40 m.
- Ancho : 2.05 m.
- Total : 45.92 m<sup>2</sup>.
- N° de parcelas por bloque : 08
- N° total de parcelas del experimento : 32
- Área de la unidad experimental/bloque neta : 1.47 m<sup>2</sup>.
- Área total del experimento neto : 47.04 m<sup>2</sup>.
- N° de repeticiones : 04

### **Surco.**

- N° de surcos /parcela neta : 04
- N° de surcos / experimento : 128
- N° de surcos /bloque : 32
- Distancia entre surcos : 0.70 m.
- Distancia entre planta : chorro continuo

## **2.7. Diseño de la investigación.**

### **2.7.1. Población y muestra.**

La población comprendió todas las plantas de la parcela, en ella se tuvo treinta y dos unidades experimentales. Cada unidad experimental representó una población sujeta a evaluación. La muestra fue tomada aleatoriamente, tomando como muestra seis plantas por cada surco considerándose en promedio dieciocho plantas por tratamiento, dejando los surcos de los extremos, por estar sujeta a variaciones.

### **2.7.2. Técnicas de muestreo.**

Se usó el randomizado simple, este método considera que todas las unidades de muestreo tienen la misma probabilidad de ser elegidas. Por lo que en cada evaluación las plantas que fueron evaluadas tuvieron las mismas probabilidades de ser evaluadas que las otras.

## **2.8. Datos meteorológicos.**

Los datos fueron obtenidos del ministerio de agricultura de Yanahuanca.

**Tabla 3. Datos meteorológicos durante el desarrollo del trabajo de investigación Año 2014-2015.**

Meses	Temperatura °C			Precipitación Total mensual (mm)
	Extremos			
	Mínima	Máxima	Media	
DICIEMBRE 2014	6.1	21.0	13.6	180.4
ENERO 2015	6.1	21.4	13.7	206.7
FEBRERO 2015	6.3	21.6	14.0	150.2
MARZO 2015	6.5	22.0	14.2	177.7
ABRIL 2015	6.5	21.8	14.1	172.7
MAYO 2015	6.0	21.4	13.7	44.5
			Total pp	<b>932.2</b>

Fuente: Estación meteorológica Yanahuanca. Ministerio de Agricultura.

### **2.8.1. Interpretación de los datos meteorológicos.**

De acuerdo a los datos meteorológicos durante la campaña de producción del cultivo de quinua se reportó temperaturas mínimas en el mes de diciembre del 2014 y enero 2015 con 6.1 °C y temperatura máxima en el mes de marzo del 2015 con 22.0 °C, la precipitación total durante el desarrollo del cultivo fue de 932.2 mm desde el mes de diciembre del 2014 hasta el mes de mayo del 2015. Aún no hay umbrales definidos de temperaturas óptimas para el desarrollo de la quinua, sin embargo los investigadores sostienen que la temperatura media adecuada para la quinua está alrededor de 15 – 20 °C, sin embargo se ha observado que con temperaturas medias de 10 °C, el cultivo se desarrolla perfectamente; lo mismo, ocurre con temperaturas medias y altas de hasta 25 °C, prosperando adecuadamente. Las variedades de valles están adaptadas a temperaturas que fluctúan entre 10 y 18 °C y no son resistentes a las heladas. Jacobsen et al (2004) señalan que los ecotipos de Valle pueden presentar hasta 56 por ciento de pérdidas

en el rendimiento debido a incidencias de temperaturas de  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$  en la etapa de antesis, mientras que los ecotipos del altiplano presentan pérdidas de 27 por ciento bajo las mismas condiciones en la fase de antesis. Al respecto se ha determinado que esta planta posee mecanismos de escape y tolerancias a bajas temperaturas. (Mujica *et. al.* 2001)

Por los datos reportados afirmamos que las condiciones meteorológicas de Yanahuanca son óptimas para el cultivo de quinua de las ocho variedades que se estudiaron.

## **2.9. Conducción del experimento.**

### **2.9.1. Preparación del terreno experimental.**

Esta actividad se llevó a cabo de acuerdo a la preparación tradicional en los terrenos de la sierra. La preparación del terreno se llevó a cabo en noviembre del 2014.

Primero se aplicó un riego de machaco, después se roturó el suelo con pico, luego se mulló el suelo, seguidamente se niveló el terreno, luego se surcó el terreno con la ayuda de un pico, se bloqueó el terreno con yeso y finalmente, se distribuyó el material vegetal (observar anexo).

### **2.9.2. Fertilización.**

El cultivo anterior al experimento, fue maíz. Durante la preparación del terreno se incorporó los rastrojos del cultivo previo. Adicionalmente, a la siembra se aplicó 120-100- 80 NPK/Ha según el análisis de suelo realizado en INIA Santa Ana Huancayo.

### **2.9.3. Siembra.**

La siembra de las ocho variedades de quinua se realizó en forma manual y a chorro continuo sobre el lomo del surco. Se llevó a cabo en diciembre del 2014. La densidad fue de 10 kg/ha para todos las variedades. Previo a la siembra se desinfectó con Benomil (Benlate) para prevenir el ataque de los chupaderos fungos. El distanciamiento entre surcos fue de 0,70 m. Al momento del tapado de las semillas se procuró que éstas queden a no más de 2 cm de profundidad.

### **2.9.4. Desahíje.**

Se llevó a cabo cuando las plantas estuvieron en las fases de desarrollo vegetativo no mayor a 15 cm, también cuando estuvieron en botón floral e inicios del desarrollo de la inflorescencia, se dejó aproximadamente 10 cm de distancia entre planta y planta.

### **2.9.5. Purificación.**

Consistió en eliminar plantas débiles del mismo genotipo y plantas diferentes al genotipo sembrado, en los dos surcos centrales de cada parcela.

#### **2.9.6. Control de malezas.**

Esta actividad se realizó de forma manual, en forma simultánea con el desahíje. Se aprovechó la humedad del suelo después del riego.

#### **2.9.7. Riegos.**

Los riegos aplicados fueron por gravedad o aspersión dependiendo si el cultivo necesitó o no, ya que el experimento se instaló en época de lluvia.

#### **2.9.8. Aporque.**

Se llevó a cabo después de un mes y medio de haber sembrado. Esta labor permitió dar mayor fijación a las plantas y controlar las malezas ubicadas entre los surcos.

#### **2.9.9. Control fitosanitario.**

Las variedades de quinua evaluados en el experimento, sufrieron el ataque de las babosas terrestres que son moluscos gasterópodos del orden *Pulmonata* en la emergencia de la planta, se realizó control manualmente recogiendo por las noches en 6 a 7 días después de la siembra, también se utilizó cal rodeando las parcelas o surcos. Para la madures fisiológica ya se tenían estudios previos de literatura (Mujica, 2006), que se presentaban problemas con aves, para lo cual se utilizó mallas raschel en cubrimiento de todo el experimento.

Respecto a las enfermedades, Se presentó la enfermedad como mildiu (Peronospora farinosa), se realizó control curativo con producto sistémico Metalaxyl con dos aplicaciones se controló efectivamente.

#### **2.9.10. Cosecha.**

La cosecha se realizó de acuerdo a la madurez fisiológica de cada variedad. Se cortaron todas las plantas de los surcos centrales de todas las parcelas, al ras del suelo, para luego pesarlas. Luego se dejaron en el campo durante días, para que sequen completamente. Una vez secas, se llevó a cabo la trilla. Finalmente se procedió a limpiar los granos usando el viento, para después ser guardados dentro de bolsas de papel kraff, debidamente etiquetadas (observar anexo).

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Porcentaje de germinación (%).

Esta variable se evaluó en laboratorio para observar la calidad de la semilla específicamente el poder germinativo, se distribuyeron cien semillas en placas petri y se contabilizó las semillas germinadas.

**Tabla 4. Porcentaje de germinación de las variedades en estudio (%).**

<b>Trat</b>	<b>Variedad</b>	<b>% de germinación</b>
<b>T1</b>	Hualhuas	98
<b>T2</b>	Blanca de Junín	100
<b>T3</b>	Huancayo	97
<b>T4</b>	Pasancalla	99
<b>T5</b>	Negra coyana	100
<b>T6</b>	Salsedo INIA	100
<b>T7</b>	Amarilla Sakaka	98
<b>T8</b>	INIA-433 Santa Ana	100

Realizada la prueba de germinación en semillas se observa que las ocho variedades en estudio presentan porcentajes de germinación de más del 97% lo cual es favorable ya que permite tener al número adecuado de plantas en campo, estas semillas fueron obtenidas del INIA Huancayo.

Gabriel *et al*, (2012) en Cochabamba Bolivia estudiando 36 cultivares de quinua para resistencia a mildiu encontró porcentajes de germinación entre 15.67 y 59.62 %.

Mendoza (2013) en condiciones de La Molina Lima Perú en época de verano comparando 17 accesiones de quinua reporta que la germinación ocurrió entre el quinto hasta el treceavo día.

Los datos obtenidos en la presente tesis concuerdan con los reportes de investigaciones de otras latitudes.

### **3.2. Días a la emergencia de plantas.**

Esta variable se evaluó a diario después de la siembra, se consideró que las plantas ya emergieron cuando más del 90 % del tratamiento ya emergieron, los resultados se presentan a continuación.

**Tabla 5. Días a la emergencia después de la siembra.**

<b>Trat</b>	<b>Variedad</b>	<b>días</b>
<b>T1</b>	Hualhuas	5
<b>T2</b>	Blanca de Junín	5
<b>T3</b>	Huancayo	4
<b>T4</b>	Pasancalla	4
<b>T5</b>	Negra coyana	5
<b>T6</b>	Salsedo INIA	4
<b>T7</b>	Amarilla Sakaka	5
<b>T8</b>	INIA-433 Santa Ana	4

En el cuadro anterior se observa que las variedades en estudio emergieron después de la siembra entre el cuarto y el quinto día, esto debido a que todas presentaron un alto poder germinativo superior a los 97 % y fueron semillas certificadas por el INIA.

Delgado et al, (2009) evaluando dieciséis genotipos de quinua en Nariño Colombia encontró que los genotipos estudiados emergieron entre los cinco y ocho días después de la siembra.

Mullo (2011) estudiando el cultivo de quinua con tres tipos de abono orgánico reporta que la emergencia ocurre entre el quinto y sexto día.

Por los resultados obtenidos y contrastando con los reportes de otras latitudes podemos afirmar que la emergencia fue normal para todas las variedades en estudio.

### 3.3. Altura de planta a los 40 días después de la siembra (cm).

Los resultados de la evaluación de altura de planta a los 40 días después de la siembra se muestran en la sección de Anexo. Se evaluó desde el ras del suelo hasta la yema apical y se utilizó una cinta métrica.

**Tabla 6. Análisis de varianza para altura de planta a los 40 días después de la siembra (cm).**

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Tratamiento	7	37.79	5.39	1.78	2.49	3.64	n.s.
Bloques	3	37.62	12.54	4.13	3.07*	4.87	n.s.
Error	21	63.77	3.03				
Total	31	139.18					

CV: 17.49 %

S= 1.74

$\bar{x}$  : 9.96

Realizada el análisis de varianza para la altura de planta a los cuarenta días se observa que no existe diferencia estadística en la fuente de variación tratamientos y en la fuente bloques tanto al nivel de 0.01 y 0.05. Así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad es de 17.49 % lo que está considerado como bueno. En promedio general de altura fue de 9.96 cm a los cuarenta días de la siembra.

**Tabla 7. Prueba de Tukey para la altura de planta a los 40 días (cm).**

OM	Trat	Variedad	Promedio Cm	Sig. $\alpha=0.01$
1	T1	HUALHUAS	11.59	A
2	T6	SALCEDO INIA	11.00	A
3	T8	INIA-433 SANTA ANA	10.52	A
4	T3	HUANCAYO	10.34	A
5	T2	BLANCA DE JUNIN	9.67	A
6	T7	AMARILLA SAKAKA	9.65	A
7	T4	PASANCALLA	8.96	A
8	T5	NEGRA COYANA	7.94	A

La prueba de Tukey muestra que entre las variedades en estudio no existe diferencia estadística en cuanto a la altura de planta a los cuarenta días, así mismo se observa que la variedad Hualhuas tuvo el mayor tamaño con 11.59 cm y la variedad Negra Coyana es la que ocupa el último lugar con 7.94 cm de altura a los cuarenta días después de la siembra.

### 3.4. Altura de planta a los 80 días (cm).

La altura se evaluó cuando la planta de quinua estaba en fase de inicio de floración, los datos evaluados se presentan en la sección anexo.

**Tabla 8. Análisis de varianza para altura de planta a los 80 días después de la siembra (cm).**

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Tratamiento	7	2825.867	403.695	5.74	2.49*	3.64	**
Bloques	3	1130.273	376.757	5.36	3.07*	4.87	**
Error	21	1475.851	70.2786				
Total	31	5431.992					

CV: 8.73%                      S= 8.38                       $\bar{x}$  =96.01

Realizada el análisis de varianza para la altura de planta a los ochenta días después de la siembra se observa que existe diferencia estadística en la fuente de bloques, así mismo en la fuente de variación tratamientos tanto a nivel de 0.01 y 0.05. Así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad es de 8.73 % lo que está considerado como bueno. En promedio general de altura fue 96.01 cm a los ochenta días de la siembra. Según van desarrollándose los cultivos la altura va variando de acuerdo a cada variedad, ya que, cada una de ellas responde de diferente manera a las condiciones agrometeorológicas y de suelo, es por eso que

ya se muestra significancia estadística en comparación a los cuarenta días donde no hubo diferencia estadística.

**Tabla 9. Prueba de Tukey para la altura de planta a los 80 días (cm).**

OM	Trat	Variedad	Promedio cm	Sig. $\alpha=0.01$
1	T8	INIA-433 SANTA ANA	111.13	A
2	T3	HUANCAYO	105.93	A B
3	T1	HUALHUAS	104.93	A B
4	T7	AMARILLA SAKAKA	95.12	A B
5	T6	SALCEDO INIA	92.00	A B
6	T5	NEGRA COYANA	86.93	A B
7	T2	BLANCA DE JUNIN	86.87	A B
8	T4	PASANCALLA	85.18	B

Prueba de Tukey muestra que entre las variedades en estudio, INIA-433 Santa Ana, Huancayo, Hualhuas, Amarilla Sakaka, Salcedo INIA, Negra Coyana y Blanca de Junín no existe diferencia estadística en cuanto a la altura de planta a los ochenta días, así mismo se observa que la variedad INIA-433 Santa Ana tuvo el mayor tamaño con 111.13 cm y la variedad Pasancalla es la que ocupa el último lugar con 85.18 cm de altura a los ochenta días. Esta diferencia estadística se debe a la interacción de los genotipos con el medio ambiente.

### **3.5. Altura de planta a los 120 días (m).**

La altura se evaluó cuando la planta de quinua estaba en fase de maduración, los datos evaluados se presentan en la sección anexo.

**Tabla 10. Análisis de varianza para altura de planta a los 120 días después de la siembra (m).**

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	sig
<b>Tratamiento</b>	7	2.278	0.325	84.91	2.49*	3.64	**
<b>Bloques</b>	3	0.069	0.023	6.08	3.07*	4.87	**
<b>Error</b>	21	0.080	0.003				
<b>Total</b>	31	2.428					

CV: 4.40%

S= 0.06

$\bar{x} = 1.40$

Realizada el análisis de varianza para la altura de planta a los ciento veinte días, se observa que existe diferencia estadística en la fuente de bloques, así mismo en la fuente de variación tratamientos tanto al nivel de 0.05 y 0.01, lo que indica que las variedades alcanzan diferente altura a los ciento veinte días de la siembra. Así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad es de 4.40 % lo que está considerado como bueno. En promedio general de altura 1.40 m.

**Tabla 11. Prueba de Tukey para en la altura de planta a los 120 días (m).**

OM	Trat	Variedad	Promedio m	Sig. $\alpha=0.01$
<b>1</b>	T8	INIA-433 SANTA ANA	1.71	A
<b>2</b>	T7	AMARILLA SAKAKA	1.71	A
<b>3</b>	T1	HUALHUAS	1.59	A B
<b>4</b>	T2	BLANCA DE JUNIN	1.55	A B
<b>5</b>	T3	HUANCAYO	1.43	B
<b>6</b>	T5	NEGRA COYANA	1.12	C
<b>7</b>	T6	SALCEDO INIA	1.07	C
<b>8</b>	T4	PASANCALLA	1.03	C

La prueba de Tukey muestra que entre las variedades en estudio, INIA-433 Santa Ana, Amarilla Sakaka, Hualhuas y Blanca de Junín no existe diferencia estadística en cuanto a la altura de planta a los ciento veinte días, así mismo se observa que la variedad INIA-433 Santa Ana tuvo el mayor tamaño con

1.71 m y la variedad Pasancalla es la que ocupa el último lugar con 1.03 m de altura.

Delgado et al, (2009), evaluando 16 genotipos de quinua en Nariño Colombia reporta alturas de plantas entre 1.11 y 1.76 m. Mullo (2011) estudiando el cultivo de quinua con tres tipos de abono orgánico reporta alturas de planta entre 1.42 y 1.45 m. Ramos (2004) estudiando el cultivo de quinua para forraje en diferentes densidades de siembra en Coahuila México reportó alturas de planta de 1.0 hasta 1.17 m. Mendoza (2013) en condiciones de La Molina Lima Perú en época de verano comparando accesiones de quinua reporta alturas de planta entre 1.18 y 1.66 m. Mina (2014) evaluando líneas F5 de quinua en la serranía de Ecuador encontró alturas de planta de 1.02 hasta 1.81 m.

Los datos reportados en la presente investigación concuerdan con los reportes antes mencionados.

### **3.6. Días inicio de la floración.**

Se contabilizó los días desde la siembra hasta el inicio de floración, se consideró el inicio de floración cuando el 50 % de las plantas empezaron a florecer, los datos evaluados se presentan en la sección anexo.

**Tabla 12. Análisis de variancia para días al inicio de floración.**

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	sig.
<b>Tratamiento</b>	7	646.875	92.4107143	156.8	2.49*	3.64	**
<b>Bloques</b>	3	1.625	0.5416667	0.92	3.07	4.87	n.s.
<b>Error</b>	21	12.375	0.5892857				
<b>Total</b>	31	660.8750					

CV: 0.88%

S= 0.76      $\bar{x}$  = 87.18

Realizada el análisis de variancia para días al inicio de floración, se observa que no existe diferencia estadística en la fuente de bloques y sí existe diferencia estadística en la fuente de variación tratamientos tanto al nivel de 0.05 y 0.01, lo que indica que las variedades inician la floración en diferentes días. Así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad es de 0.88 % lo que está considerado como bueno. En promedio general de 87.18 días a la floración.

**Tabla 13. Prueba de Tukey para días al inicio de floración.**

OM	Trat	Variedad	Promedio m	Sig. $\alpha=0.01$
1	T2	BLANCA DE JUNIN	94.25	A
2	T1	HUALHUAS	91.50	B
3	T3	HUANCAYO	90.50	B
4	T6	SALCEDO INIA	88.00	C
5	T7	AMARILLA SAKAKA	85.75	D
6	T5	NEGRA COYANA	85.50	D
7	T8	INIA-433 SANTA ANA	81.25	E
8	T4	PASANCALLA	80.75	E

En el cuadro anterior se observa que la variedad Pasancalla e INIA 433 Santa Ana son las más precoces para la floración que ocurre a los 80.75 y 81.25 días

respectivamente, diferenciándose de los demás y la variedad Banca de Junín es la más tardía cuya floración ocurre a los 94.25 días.

Delgado et al, (2009), evaluando 16 genotipos de quinua en Nariño Colombia reporta que el inicio de floración en los genotipos estudiados ocurre entre los 70 y 84 días dependiendo de los genotipos.

Mendoza (2013) en condiciones de La Molina Lima Perú en época de verano comparando 17 accesiones de quinua reporta que el inicio de floración ocurre entre 43 a 67 días después de la siembra.

Mina (2014) evaluando líneas F5 de quinua en la serranía de Ecuador encontró que la floración ocurre entre 61 hasta 76 días después de la siembra.

El inicio de floración en la presente investigación es un poco tardío respecto a otras latitudes debido a las condiciones ambientales y al material genético en estudio.

### 3.7. Peso de la biomasa aérea por planta (kg).

**Tabla 14. Análisis de varianza para peso de la biomasa aérea/planta (kg).**

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
<b>Tratamiento</b>	7	11.216	1.602	12.40	2.49 *	3.64	**
<b>Bloques</b>	3	0.352	0.117	0.91	3.07	4.87	n.s.
<b>Error</b>	21	2.712	0.129				
<b>Total</b>	31	14.282					

CV: 28.11%      S=0.35       $\bar{x}$  =1.27

Realizada el análisis de varianza para el peso de la biomasa aérea/planta se observa que no existe diferencia estadística en la fuente de bloques y si existe diferencia en la fuente de variación tratamientos tanto a nivel de 0.01 y 0.05, lo que indica que las variedades presentan diferente peso de biomasa aérea/planta. Así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad es de 28.11 % lo que está considerado como bueno. En promedio general del peso de la biomasa aérea es de 1.27 kg/planta.

Esta característica es importante ya que de ello depende la actividad fotosintética de la planta y el llenado de grano de la quinua, además la biomasa aérea se utiliza como forraje para los animales domésticos por el contenido proteico.

**Tabla 15. Prueba de Tukey para para peso de la biomasa aérea/planta (kg).**

OM	Trat	Variedad	Promedio kg	Sig. $\alpha=0.01$
1	T8	INIA-433 SANTA ANA	1.83	A
2	T7	AMARILLA SAKAKA	1.83	A
3	T1	HUALHUAS	1.77	A
4	T2	BLANCA DE JUNIN	1.73	A
5	T3	HUANCAYO	1.40	A B
6	T5	NEGRA COYANA	0.81	A B
7	T4	PASANCALLA	0.42	B
8	T6	SALCEDO INIA	0.40	B

La prueba de Tukey muestra que entre las variedades en estudio, INIA-433 Santa Ana, Amarilla Sakaka, Hualhuas, Blanca de Junín, Huancayo y Negra Collana no existe diferencia estadística en cuanto al peso de la biomasa aérea, así mismo se observa que la variedad INIA-433 Santa Ana presentó mayor peso de

biomasa aérea por planta con 1.83 kg y la variedad Salcedo INIA 2009 es la que ocupa el último lugar con 0.40 kg/planta de peso de biomasa aérea. Por los resultados obtenidos podemos recomendar como forraje verde a las que ocuparon los cinco primeros lugares, las variedades INIA-433 Santa Ana, Amarilla Sakaka, Hualhuas, Blanca de Junín y Huancayo.

### 3.8. Longitud de panoja (m).

**Tabla 16. Análisis de varianza para la longitud de panoja (m).**

<b>F. V.</b>	<b>G. L.</b>	<b>S. C.</b>	<b>C. M.</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft 0.05</b>	<b>Ft 0.01</b>	<b>Sig.</b>
<b>Tratamiento</b>	7	0.423	0.060	9.19	2.49*	3.64	**
<b>Bloques</b>	3	0.043	0.014	2.20	3.07	4.87	n.s
<b>Error</b>	21	0.138	0.006				
<b>Total</b>	31	0.605					

**V: 11.50 %**

**S= 0.08**

**$\bar{x}$ : 0.70**

La tabla 16 para el análisis de varianza para la longitud de la panoja muestra que existe diferencia en la fuente de variación tratamientos tanto a nivel de 0.01 y 0.05, así mismo no existe diferencia en la fuente de variación bloques, así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad es de 11.50% lo que según la escala de Calzada está considerada como buena y un promedio general de 0.70 m de longitud de panoja.

**Tabla 17. Prueba de Tukey para longitud de panoja (m).**

OM	Trat	Variedad	Promedio (m)	Sig. $\alpha=0.01$
1	T3	HUANCAYO	0.83	A
2	T2	BLANCA DE JUNIN	0.82	A
3	T8	INIA-433 SANTA ANA	0.82	A
4	T5	NEGRA COYANA	0.73	A B
5	T1	HUALHUAS	0.71	A B
6	T7	AMARILLA SAKAKA	0.64	A B
7	T6	SALCEDO INIA	0.54	B
8	T4	PASANCALLA	0.53	B

Realizada la prueba de Tukey para la longitud de la panoja se observa que entre las variedades Huancayo, Blanca de Junín, INIA-433 Santa Ana, Negra Coyana, Hualhuas y Amarilla Sakaka no existe diferencia estadística, sin embargo la variedad Huancayo es la que presenta mayor longitud de panoja con 0.83 m y la variedad Pasancalla es la que presenta menor longitud de panoja con 0.53 m.

Mina (2014) evaluando líneas F5 de quinua en la serranía de Ecuador encontró longitudes de panoja de 0.32 hasta 0.40 m.

Mullo (2011) estudiando el cultivo de quinua con tres tipos de abono orgánico reporta longitudes de panoja entre 0.38 hasta 0.41 m.

Gabriel et al, (2012) en Cochabamba Bolivia estudiando 36 cultivares de quinua para resistencia a mildiu encontró longitudes de panoja entre 0.13 hasta 0.65 m. Las longitudes de panoja encontradas en la presente investigación es variable al igual que en otras latitudes y depende de cada genotipo.

### 3.9. Peso de mil granos (g).

**Tabla 18. Análisis de varianza para el peso de mil granos (g).**

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Ft. 0.05	Ft 0.01	Sig.
Tratamiento	7	6.882	0.983	16.17	2.49*	3.64	**
Bloques	3	0.505	0.168	2.77	3.07	4.87	n.s
Error	21	1.276	0.060				
Total	31	8.663					

CV: 7.53 %      S= 0.24       $\bar{x}$  : 3.27

Realizada el análisis de varianza para el peso de mil granos se observa que existe diferencia estadística en la fuente tratamientos tanto a nivel de 0.05 y 0.01 así mismo no existe diferencia estadística en la fuente de variación de bloques, lo que indica que las variedades presentan diferente peso de mil granos. Así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad es de 7.53 % lo que está considerado como bueno. En promedio general el peso de mil granos alcanzó 3.27 g.

**Tabla 19. Prueba de Tukey para el peso de mil granos (g).**

OM	Trat	Variedad	Promedio (g)	Sig. $\alpha=0.01$
1	T4	PASANCALLA	3.92	A
2	T1	HUALHUAS	3.60	A B
3	T7	AMARILLA SAKAKA	3.40	A B
4	T8	INIA-433 SANTA ANA	3.40	A B
5	T3	HUANCAYO	3.32	B
6	T6	SALCEDO INIA	3.32	B
7	T2	BLANCA DE JUNIN	2.95	C
8	T5	NEGRA COYANA	2.25	C

La prueba de Tukey muestra que entre las variedades en estudio, Pasancalla, Hualhuas, Amarilla Sakaka e INIA-433 Santa Ana no existe diferencia estadística en cuanto al peso de mil granos, así mismo se observa que la variedad Pasancalla presentó mayor peso de mil granos con 3.92 g y la variedad Negra Coyana es la que ocupa el último lugar con 2.25 g de peso de mil granos.

Delgado et al, (2009), evaluando 16 genotipos de quinua en Nariño Colombia reporta pesos de 1000 granos de 2.52 hasta 3.45 gramos.

Mendoza (2013) en condiciones de La Molina Lima Perú en época de verano comparando accesiones de quinua reporta peso de mil granos de 1.22 hasta 2.71 gramos.

Por los resultados obtenidos podemos afirmar que el peso de mil granos es mayor en condiciones de sierra y la temperatura influye en el llenado del grano. Además el contenido de materia seca o fotoasimilados no está relacionado con el tamaño del grano.

### 3.10. Tamaño de grano (mm).

**Tabla 20. Análisis de varianza para el tamaño de grano (mm).**

<b>F. V.</b>	<b>G. L.</b>	<b>S. C.</b>	<b>C. M.</b>	<b>Fc.</b>	<b>Ft. 0.05</b>	<b>Ft 0.01</b>	<b>Sig.</b>
<b>Tratamiento</b>	7	0.439	0.062	1.75	2.49	3.64	n.s
<b>Bloques</b>	3	0.011	0.003	0.10	3.07	4.87	n.s
<b>Error</b>	21	0.753	0.035				
<b>Total</b>	31	1.203					

CV: 8.61%

S= 0.18

$\bar{x}$  : 2.20

Realizada el análisis de varianza para el tamaño de grano se observa que no existe diferencia estadística en la fuente de bloques y no existe diferencia en la fuente de variación tratamientos, lo que indica que las variedades presentan tamaño de grano similar. Así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad es de 8.61 % lo que está considerado como bueno. En promedio general de tamaño de peso fue de 2.20 mm.

**Tabla 21. Prueba de Tukey para el tamaño de grano (mm).**

OM	Trat	Variedad	Promedio (mm)	Sig. $\alpha=0.01$
1	T7	AMARILLA SAKAKA	2.34	A
2	T4	PASANCALLA	2.33	A
3	T1	HUALHUAS	2.25	A
4	T6	SALCEDO INIA	2.24	A
5	T3	HUANCAYO	2.21	A
6	T8	INIA-433 SANTA ANA	2.16	A
7	T2	BLANCA DE JUNIN	2.04	A
8	T5	NEGRA COYANA	2.00	A

La prueba de Tukey muestra que entre las variedades en estudio, Amarilla Sakaka, Pasancalla, Hualhuas, Salcedo INIA, Huancayo, INIA-433 Santa Ana, Blanca de Junín y Negra Coyana no existe diferencia estadística en cuanto al tamaño del grano, así mismo se observa que la variedad Amarilla Sakaka presentó mayor tamaño de grano con 2.34 mm y la variedad Negra Coyana es la que ocupa el último lugar con 2.00 mm de tamaño de grano.

Según, (2007) el grano varía en tamaño entre 1,5 y 2,5 milímetros de diámetro y en color, dependiendo de la variedad.

Gabriel et al, (2012) en Cochabamba Bolivia estudiando 36 cultivares de quinua para resistencia a mildiu encontró valores de tamaño de grano entre 1.9 y 3.0 mm. Mina (2014) evaluando líneas F5 de quinua en la serranía de Ecuador encontró tamaños de grano entre 1.7 hasta 2.0 mm.

Los reportes antes mencionados concuerdan con los datos obtenidos en la presente investigación.

### 3.11. Control de plagas y enfermedades.

La incidencia de mildiu se evaluó tomando 30 plantas de cada tratamiento para observar la presencia o no de la enfermedad y la severidad se evaluó en las plantas que presentaron incidencia es decir el porcentaje de daño de toda la planta, en ambos casos se midió en porcentaje. Los resultados se muestran a continuación.

**Tabla 22. Análisis de varianza para enfermedades (%).**

TRATAMIENTOS	INCIDENCIA %	SEVERIDAD%
T2 BLANCA DE JUNIN	6.6	15
T8 INIA-433 SANTA ANA	6.6	17
T3 HUANCAYO	3.3	15
T4 PASANCALLA	3.3	17
T1 HUALHUAS	3.3	10
T5 NEGRA COYANA	0	--
T7 AMARILLA SACAKA	0	--
T6 SALCEDO INIA	0	--

Como se puede observar la incidencia de la enfermedad fue baja y la severidad fue relativamente alta sin embargo se tomó la decisión de controlar la enfermedad con Metalaxil (Fitoclin) de tal forma que no avanzó la enfermedad y se controló oportunamente.

### 3.12. Índice de cosecha.

**Tabla 23. Análisis de varianza para índice de cosecha (%).**

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	sig.
<b>Tratamiento</b>	7	4.632	0.662	4.35	2.49*	3.64	**
<b>Bloques</b>	3	0.123	0.041	0.27	3.07	4.87	n.s.
<b>Error</b>	21	3.194	0.152				
<b>Total</b>	31	7.950					

CV: 12.19 %

S=0.38  $\bar{x} = 3.19$

Realizada el análisis de varianza para el índice de cosecha se observa que existe diferencia estadística en la fuente tratamientos tanto a nivel de 0.05 y 0.01 así mismo no existe diferencia estadística en la fuente de variación de bloques, lo que indica que las variedades presentan diferente índice de cosecha. Así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad es de 12.19 por ciento lo que está considerado como bueno. En promedio general del índice de cosecha alcanzó 3.19 %.

**Tabla 24. Prueba de Tukey para el índice de cosecha (%).**

OM	Trat	Variedad	Promedio	Sig. $\alpha=0.01$
1	T1	HUALHUAS	3.92	A
2	T6	SALCEDO INIA	3.62	A B
3	T8	INIA-433 SANTA ANA	3.30	A B C
4	T2	BLANCA DE JUNIN	3.12	A B C
5	T5	NEGRA COYANA	3.02	A B C
6	T7	AMARILLA SAKAKA	3.00	B C
7	T4	PASANCALLA	2.90	B C
8	T3	HUANCAYO	2.67	C

La prueba de Tukey muestra que entre las variedades en estudio, Hualhuas, Salcedo INIA, INIA -433 Santa Ana, Blanca de Junín y Negra Collana no existe diferencia estadística en cuanto al índice de cosecha, así mismo se observa que la variedad Hualhuas presentó mayor índice de cosecha con 3.92 por ciento y la variedad Huancayo es la que ocupa el último lugar con 2.67 por ciento de índice de cosecha.

### 3.13. Rendimiento por planta.

El rendimiento por planta se calculó de la cosecha realizada por planta, los datos se pueden observar con más detalle en la sección anexos.

**Tabla 25. Análisis de varianza para el rendimiento por planta (kg/planta).**

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	Ft 0.05	Ft 0.01	sig.
<b>Tratamiento</b>	7	0.0121	0.00174	19.59	2.49*	3.64	**
<b>Bloques</b>	3	0.0001	0.00006	0.72	3.07	4.87	n.s
<b>Error</b>	21	0.0018	0.00008				
<b>Total</b>	31	0.0140					

CV: 22.74 %                      S= 0.009                       $\bar{x}$  : 0.041

Realizada el análisis de varianza para el rendimiento por planta se observa que existe diferencia estadística en la fuente de tratamientos tanto a nivel de 0.01 y 0.05 así mismo no existe diferencia en la fuente de variación bloques, lo que indica que el rendimiento por planta es diferente entre las variedades en estudio. Así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad es de 22.74 % lo que está

considerado como bueno. En promedio general de rendimiento fue de 0.041 kg/planta.

**Tabla 26. Prueba de Tukey para el rendimiento por planta (Kg).**

1

OM	Trat	Variedad	Promedio kg	Sig. $\alpha=0.01$
1	T1	HUALHUAS	0.062	A
2	T8	INIA-433 SANTA ANA	0.060	A B
3	T7	AMARILLA SAKAKA	0.054	A B
4	T2	BLANCA DE JUNIN	0.053	A B
5	T3	HUANCAYO	0.037	B C
6	T5	NEGRA COYANA	0.025	C
7	T6	SALCEDO INIA	0.019	C
8	T4	PASANCALLA	0.012	C

La prueba de Tukey muestra que entre las variedades en estudio, Hualhuas, INIA-433 Santa Ana, Amarilla Sakaka y Blanca de Junín no existe diferencia estadística en cuanto al rendimiento por planta, así mismo se observa que la variedad Hualhuas presentó mayor rendimiento por planta con 0.062 kg y la variedad Pasancalla es la que ocupa el último lugar con 0.012 kg/planta.

Mina (2014), evaluando líneas F5 de quinua en la serranía de Ecuador encontró rendimientos por planta de 0.011 hasta 0.021 kg/planta.

Mullo (2011) estudiando el cultivo de quinua con tres tipos de abono orgánico reporta rendimientos por planta entre 0.096 hasta 0.102 kg/planta.

Los datos obtenidos concuerdan con los reportes de otras latitudes y es preciso afirmar que es variable dependiendo de la variedad.

### 3.14. Rendimiento por parcela (kg).

Para determinar el rendimiento de parcela se cosecho (5.74 m<sup>2</sup>) y se pesó en una balanza de precisión digital.

**Tabla 27. Análisis de varianza para el rendimiento por parcela (kg).**

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	sig.
<b>Tratamiento</b>	7	0.781	0.111	19.57	2.49*	3.64	**
<b>Bloques</b>	3	0.012	0.004	0.72	3.07	4.87	n.s.
<b>Error</b>	21	0.119	0.005				
<b>Total</b>	31	0.912					

CV: 22.81 %

S= 0.07     $\bar{x}$  : 0.330

Realizada el análisis de varianza para el rendimiento por parcela (5.74 m<sup>2</sup>) se observa que existe diferencia estadística entre los tratamientos a nivel de 0.01 y 0.05 pero no existe diferencia entre los bloques, también se observa que el coeficiente de variabilidad es de 22.81 % que está considerado como bueno y un promedio de peso de granos por parcela de 0.33 kg/parcela.

**Tabla 28. Prueba de Tukey para el rendimiento por parcela (kg).**

OM	Trat	Variedad	Promedio kg	Sig. $\alpha=0.01$
1	T1	HUALHUAS	0.555	A
2	T8	INIA-433 SANTA ANA	0.482	A B
3	T7	AMARILLA SAKAKA	0.431	A B
4	T2	BLANCA DE JUNIN	0.426	A B
5	T3	HUANCAYO	0.298	B C
6	T5	NEGRA COYANA	0.198	C
7	T6	SALCEDO INIA	0.156	C
8	T4	PASANCALLA	0.098	C

Realizada la prueba de Tukey para el rendimiento por parcela se puede observar que entre las variedades Hualhuas, INIA-433 Santa Ana, Amarilla Sakaka y Blanca de Junín no existe diferencia estadística. También se observa que la Variedad Hualhuas ocupó el primer lugar con 0.555 kg/parcela y el último lugar lo ocupó la variedad Pasancalla con 0.98 kg/parcela.

### 3.15. Rendimiento por hectárea (kg).

**Tabla 29. Análisis de varianza para el rendimiento por hectárea kg/ha.**

<b>F. V.</b>	<b>G. L.</b>	<b>S. C.</b>	<b>C. M.</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft 0.05</b>	<b>Ft 0.01</b>	<b>Sig.</b>
<b>Tratamiento</b>	7	249554605.9	35650658.0	19.57	2.49*	3.64	**
<b>Bloques</b>	3	3930868.1	1310289.4	0.72	3.07	4.87	n.s
<b>Error</b>	21	38254485.9	1821642.2				
<b>Total</b>	31	291739959.9					

CV: 22.81                      S=1349.6                       $\bar{x}$  5915.5

Realizada el análisis de varianza para el rendimiento por hectárea se observa que existe diferencia estadística entre los tratamientos tanto a nivel de 0.01 y 0.05 así mismo no existe diferencia entre los bloques, así mismo se observa el coeficiente de variabilidad de 22.81 % lo cual está considerado como bueno y un promedio general de 5 915.5 kg/ha. Esta diferencia se debe a que cada variedad se adapta de diferente manera a las condiciones de suelo y a las condiciones meteorológicas de Yanahuanca y de acuerdo a cada genotipo el rendimiento va variando.

**Tabla 30. Prueba de Tukey para el rendimiento por hectárea (kg).**

OM	Trat	Variedad	Promedio kg/ha	Sig. $\alpha=0.01$
1	T1	HUALHUAS	9 920.8	A
2	T8	INIA-433 SANTA ANA	8 624.8	A B
3	T7	AMARILLA SAKAKA	7 708.5	A B
4	T2	BLANCA DE JUNIN	7 619.3	A B
5	T3	HUANCAYO	5 340.3	B C
6	T5	NEGRA COYANA	3 553.0	C
7	T6	SALCEDO INIA	2 793.0	C
8	T4	PASANCALLA	1 765.0	C

Realizada la prueba de Tukey para el rendimiento por hectárea se puede observar que entre las variedades Hualhuas, INIA-433 Santa Ana, Amarilla Sakaka y Blanca de Junín no existe diferencia estadística. También se observa que la Variedad Hualhuas ocupó el primer lugar con 9 920.8 kg/ha y el último lugar lo ocupó la variedad Pasancalla con 1 765 kg/ha.

Gabriel et al, (2012) en Cochabamba Bolivia estudiando 36 cultivares de quinua para resistencia a mildiu encontró rendimientos entre 3 400 hasta 6 340 kg/ha.

Delgado et al, (2009), evaluando 16 genotipos de quinua en Nariño Colombia reporta rendimientos por hectárea entre 1 705 hasta un máximo de 2 699 Kg/ha.

Mullo (2011) estudiando el cultivo de quinua con tres tipos de abono orgánico reporta rendimientos por hectárea entre 4 799 hasta 5 223 kg/ha.

Mendoza (2013) en condiciones de La Molina Lima Perú en época de verano comparando accesiones de quinua reporta rendimientos entre 19.3 hasta 1 535 kg/ha.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación y por los reportes de otras latitudes se afirma que el rendimiento depende del manejo del cultivo, de la zona, época de producción y del genotipo.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que:

- ✓ Las variedades que mejor se adaptaron a las condiciones edafoclimáticas de Yanahuanca y tuvieron buenos rendimientos son: Hualhuas con 9 920.8 kg/ha, INIA-433 Santa Ana con 8 624.8 kg/ha, Amarilla sakaka con 7 708.5 kg/ha y Blanca Junín con 7 619.3 kg/ha respectivamente.
- ✓ Las características fenotípicas muestran que las variedades con mayor altura fueron INIA-433 Santa Ana y Amarilla Sakaka ambas con 1.71 m, en cuanto al peso de la biomasa también fueron esas dos variedades las que llegaron a 1.83 kg/planta. En la longitud de panoja fue la variedad Huancayo la que tuvo mayor longitud con 0.83 m seguido por Blanca de Junín e INIA-433 Santa Ana ambas con 0.82 m, en el peso de mil granos fue la variedad Pasancalla la que alcanzó 3.90 g. y en el tamaño del grano la variedad Amarilla Sakaka llegó a 2.34 mm. En índice de cosecha la variedad Hualhuas presentó mayor índice de cosecha con 3.92 por ciento y la variedad Huancayo es la que ocupa el último lugar con 2.67 por ciento de índice de cosecha.
- ✓ La incidencia de la enfermedad fue baja y la severidad fue relativamente alta.

- ✓ La variedad más precoz en condiciones de Yanahuanca fue la Pasancalla con 80 días al inicio de floración y la más tardía fue la Blanca de Junín con 94 días de inicio de floración.

## **RECOMENDACIONES**

- ✓ Debido a los resultados obtenidos de adaptación, rendimiento y otras características se recomienda la siembra de las variedades de quinua INIA-433 Santa Ana, Amarilla Sakaka, Hualhuas y Pasancalla.
- ✓ Realizar mayores ensayos en las parcelas de los agricultores y promover el cultivo de quinua como una alternativa a los cultivos tradicionales.
- ✓ Promover el mayor consumo de la quinua por presentar alto contenido de aminoácidos y vitaminas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar y Jacobsen, S.-E. 2003. Cultivation of Quinoa on the Peruvian Altiplano. Food Reviews Interntional. New York. Vol. 19, N°. 1 y 2. Páginas: 31 – 41.
2. Álvarez, R. 2009. Tesis para optar el grado de ingeniero agrónomo “Identificación de genotipos del Banco de Germoplasma de quinua (*Chenopodium quinoa* Wild) de la UNALM por tolerancia a sales. UNALM. Lima – Perú. 103 páginas.
3. Apaza W. 1995. “Efectos de densidad y niveles de fertilidad en el rendimiento de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) en Costa Central. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo UNALM. Lima, Perú. 112 páginas.
4. (APG III): An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. (2009). Botanical Journal of the Linnean Society. Vol. 161. Páginas: 105–121.
5. Bonifacio, A. 2003. *Chenopodium* Sp.: Genetic Resources, Ethnobotany and Geographic Distribution. Food Reviews Interntional. New York. Vol. 19, N° 1 y 2. Páginas: 1 – 7.126.
6. Canahua, A y Jacobsen, S.-E. 2006. Producción de quinua de calidad. Estación experimental Illpa – Puno, Perú. 14 páginas.
7. Delgado I, Palacios J, Betancour G. 2009. Evaluación de 16 genotipos de quinua dulce (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el municipio de Iles, Nariño (Colombia). Agronomía Colombiana 27(2), 159-167.

8. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), University of Cordoba and IAS – CSIC, KU Leuven University y University of California. 2012. Crop Yield Response to Water. Herbaceous crops. FAO IRRIGATION AND DRAINAGE. PAPER 66. Páginas: 230 – 235.
9. Fontúrbel F. 2003. Problemática de la producción y comercialización de *Chenopodium quinoa* W. (Chenopodiaceae), debida a la presencia de las saponinas. 10 páginas.
10. Gabriel J., Luna N., Vargas A. y Magne J. 2012. Quinoa de Valle (*Chenopodium quinoa* Willd) fuente valiosa de resistencia genética al mildiu (*Peronospora farinosa* Willd). Journal of the Selva Andina Research Society. Bolivian.
11. Geerts, S. 2008. Deficit Irrigation strategies via crop water productivity modeling: Field research of quinoa in the Bolivian Altiplano. Disertaciones en Agricultura. Facultad de Bio – ingenieursswetenschappen de Katholieke Universiteit Leuven. 211 páginas.
12. Gonzales U. J y De la Torre H. J. 2009. Efecto del fotoperiodo y la temperatura sobre la concentración de saponinas en tres genotipos de quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild) provenientes de diferentes latitudes. Iquique – Chile. Página 2.
13. INIAP, 1991. Programa de granos andinos. Revista informativa del instituto nacional autónomo de investigación agropecuaria.

14. Jacobsen, S.-E. y Risi, J. 1998. FAO. Distribución geográfica de la quinua fuera de los países andinos.
15. Jacobsen, S.-E. y Valdez, A. 1999. Primer taller internacional de quinua. Libro de Resúmenes. CIP. Lima, Perú. 126 páginas.
16. Jacobsen, S-E. 2003a. The Worldwide Potential for Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). CIP, Lima, Perú. Food Reviews International. New York. Vol. 19, N° 1 y 1. Páginas: 167 – 177.
17. León, J. 2003. Cultivo de Quinoa en Puno – Perú. Descripción, manejo y producción. UNA. Puno –Perú. 62 páginas.
18. mendoza, v. 2013. “Comparativo de Acciones de quinua (*chenopodium quinoa* willd.) en condiciones de Costa Central” tesis. Universidad Nacional Agraria la Molina Facultad de Agronomía Lima- Perú.
19. Mina D. (2014). Evaluación Agronómica de líneas F5 de quinua (*chenopodium quinoa* willd.), en dos localidades de la serranía. Ecuador. tesis. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Carrera de Ingeniería Agronómica.
20. MINAGRI. 2018. Ministerio de Agricultura y riego, consultas en línea.
21. Morales, R. Miranda, J Cusicanqui y C. Taboada. 2008b. Introducing deficit irrigation to stabilize yields of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Science Direct. European Journal of Agronomy. Vol. 28. Pp: 427 – 436.

22. Mujica, A. 1983. Selección de Variedades de Quinoa ( *Chenopodium quinoa* Willd.) en Chapingo, México. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados, Centro de Genética. Chapingo, México.
23. Mujica, A. 2006. Descriptores para la caracterización del cultivo de quinoa. Manual para caracterización in situ de cultivos nativos. INIEA. Lima, Perú. Páginas: 90 – 94.
24. Mujica, A., Jacobsen, S.-E., Izquierdo, J. y Marathee, J. P. 2001. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) Ancestral Cultivo Andino, Alimento del Presente y Futuro. Capítulo II: Agronomía del Cultivo de la Quinoa. FAO. Santiago – Chile. (Instituto boliviano de comercio exterior).
25. Mullo, A. 2011. Respuesta del cultivo de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) a tres tipos de abonos orgánicos con tres niveles de aplicación, bajo un sistema de labranza mínima, en la comunidad de Chacabamba Quishuar provincia Chimborazo. Tesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Recursos Naturales Escuela de Ingeniería Agronómica. Riobamba Ecuador.
26. PIWANDES. Enero – 2008. Validar y sintetizar los atributos económicos y mercadeables de la biodiversidad andina con énfasis en los pobres y marginados. Informe Final. Puno, Perú. 256 páginas.
27. PROINPA. Julio - 2011. La quinoa, cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. FAO oficina regional para América Latina y el Caribe. 58 páginas.

28. Quillatupa, R. 2009. Caracterización de las fases fenológicas, determinación de unidades de calor y rendimiento de 16 genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en condiciones de la molina. Lima – Perú. 158 páginas.
29. Ramos, E. 2004. Rendimiento de forraje de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) bajo tres densidades de población. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. División de Agronomía. Coahuila México.
30. Repo – Carrasco, R., Espinoza, C. y Jacobsen, S.-E. 2003. Nutritional Value and Use of the Andean Crops Quinoa (*Chenopodium quinoa*) y Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). Food Reviews International. New York. Vol. 19. N° 1 y 2. Páginas: 179 – 189.
31. Soto M, J.L. 2010. Granos andinos avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañahua y amaranto en Bolivia. Capítulo IX Tecnología del cultivo de granos andinos. *Biodiversity Internacional* (Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI)). Bolivia. 178 páginas.
32. Spehar C. R. y Lorena de Barros Santos, R. 2002 (Junio). Quinoa BRS Piabiru; alternativa para diversificar os sistemas de producao de graos. Pesquisa Agropecuaria. brasileira. Brasília, Brasil. Vol. 37. N° 6. Páginas: 889 – 893.
33. Tapia, F. 2003. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae “Influencia de dos tecnologías de cultivo en la producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Will) en Costa.” UNALM. Lima – Perú. 113 páginas.

- 34.** Tapia, M. E., Sánchez, I., Morón., C., Ayala, G., Fries, A. M. y Bacigalupo, A. 2000. Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. FAO. Segunda Edición. Santiago – Chile. 170 páginas.
- 35.** Tapia, M. y Fries, A. 2007. Guía de Campo de los cultivos Andinos. FAO - Roma, ANPE - Lima. Primera Edición. 209 páginas.
- 36.** Wahli, C. 1990. Quinoa hacia su cultivo comercial. Latinreco, Quito.

# **ANEXO**

## Datos meteorológicos 2014-2015

**Tabla 31. Datos diciembre 2014.**

<b>Fecha</b>	<b>PP (mm)</b>	<b>T° MAX (°C)</b>	<b>T° MIN (°C)</b>
01/12/2014	10.5	19.9	6.1
02/12/2014	5.8	23.1	5.8
03/12/2014	0	20.5	5.9
04/12/2014	4.5	20.7	5.5
05/12/2014	19.2	18.3	8.1
06/12/2014	0	24.3	6.5
07/12/2014	0	22.1	5.9
08/12/2014	7.1	19.1	6.3
09/12/2014	15.7	23.1	6
10/12/2014	6.5	19.9	5.8
11/12/2014	0	20.1	5.8
12/12/2014	12.1	20.9	6.1
13/12/2014	0	19.9	5.8
14/12/2014	0	20.3	5.9
15/12/2014	8.2	20.3	5.8
16/12/2014	10.2	21	5.6
17/12/2014	0	18.9	6.2
18/12/2014	0	20.2	5.9
19/12/2014	0	22.5	7
20/12/2014	0	23.6	6.3
21/12/2014	0	22.8	6.8
22/12/2014	0	20.1	6.4
23/12/2014	7.1	23.5	6.1
24/12/2014	0	24.3	5.9
25/12/2014	18.2	24.2	6.5
26/12/2014	7.8	20.9	5.7
27/12/2014	5.9	20.2	6.1
28/12/2014	10	19.9	6.6
29/12/2014	3.7	18.8	6
30/12/2014	17	20	5.8
31/12/2014	10.9	17.3	5.9
	<b>180.4</b>	<b>21.0</b>	<b>6.1</b>

**Tabla 32. Datos enero 2015.**

<b>FECHA</b>	<b>PP (mm)</b>	<b>T° MAX (°C)</b>	<b>T° MIN (°C)</b>
01/01/2015	4.9	20.8	7
02/01/2015	0	18.9	6.5
03/01/2015	10.2	24.3	6.6
04/01/2015	23.3	17.3	5.8
05/01/2015	9.1	21.1	5.8
06/01/2015	14.3	18.9	6
07/01/2015	0	19.9	5.7
08/01/2015	0	23.6	6.3
09/01/2015	4	20	5.5
10/01/2015	0	23.6	6.1
11/01/2015	0	20.9	5.8
12/01/2015	8.1	23.3	5.7
13/01/2015	3	24.1	5.9
14/01/2015	0	24.4	6.9
15/01/2015	0	24.7	5.5
16/01/2015	14	25	6
17/01/2015	0	19.9	6.2
18/01/2015	16.1	21	6.3
19/01/2015	0	20.7	5.8
20/01/2015	0	20.6	6.5
21/01/2015	9.3	18.2	6
22/01/2015	11.2	20	5.9
23/01/2015	23.6	20.8	6.4
24/01/2015	9.9	20.7	5.7
25/01/2015	0	24	5.9
26/01/2015	0	20.9	5.8
27/01/2015	0	20.7	6.3
28/01/2015	0	20.8	6.6
29/01/2015	9.6	22	5.8
30/01/2015	23.3	19.8	6.6
31/01/2015	12.8	21.1	5.8
	<b>206.7</b>	<b>21.4</b>	<b>6.1</b>

**Tabla 33. Datos febrero 2015.**

<b>FECHA</b>	<b>PP (mm)</b>	<b>T° MAX (°C)</b>	<b>T° MIN (°C)</b>
01/02/2015	4.9	23	5.9
02/02/2015	19.4	20.9	6.4
03/02/2015	3.9	21.1	7
04/02/2015	3.8	23	7.5
05/02/2015	0	24	7.1
06/02/2015	10.3	24.2	5.5
07/02/2015	7.9	18.9	5.9
08/02/2015	10.9	17.9	6
09/02/2015	7.3	18.2	5.8
10/02/2015	12.9	20.6	5.7
11/02/2015	10.9	21.2	6
12/02/2015	0	21.8	5.5
13/02/2015	0	23.4	5.4
14/02/2015	14.7	24.1	6
15/02/2015	6.2	22.9	5.6
16/02/2015	7.8	24.3	6.1
17/02/2015	0	18.9	6.5
18/02/2015	0	23.1	7.3
19/02/2015	0	24.2	7.6
20/02/2015	0	24.4	7
21/02/2015	0	21.1	6.3
22/02/2015	3.8	24.1	6
23/02/2015	3.6	23.9	7.3
24/02/2015	15	17.8	6.2
25/02/2015	6.9	18.2	5.9
26/02/2015	0	21.5	5.8
27/02/2015	0	18.2	6.6
28/02/2015	0	20.6	6.1
	<b>150.2</b>	<b>21.6</b>	<b>6.3</b>

**Tabla 34. Datos marzo 2015.**

<b>FECHA</b>	<b>PP (mm)</b>	<b>T° MAX (°C)</b>	<b>T° MIN (°C)</b>
01/03/2015	8.7	20.9	6.1
02/03/2015	4.9	21.1	7.1
03/03/2015	0	22	7.5
04/03/2015	12.1	23	5.9
05/03/2015	14.4	23.6	6.2
06/03/2015	18.1	20.9	5.7
07/03/2015	0		6.3
08/03/2015	0	21.7	6
09/03/2015	9.9	24.2	5.9
10/03/2015	6.8	20.1	5.8
11/03/2015	6.9	20.5	6.2
12/03/2015	0	19.7	6.9
13/03/2015	0	20.8	6
14/03/2015	0	24.1	7
15/03/2015	0	19.8	7.5
16/03/2015	0	23.9	6.2
17/03/2015	27	24.1	6.7
18/03/2015	21	22.9	5.8
19/03/2015	0	18.2	5.9
20/03/2015	10.1	19.9	6.1
21/03/2015	0	19.8	5.8
22/03/2015	0	18.9	7
23/03/2015	0	23.4	7.1
24/03/2015	12.8	24.4	7.3
25/03/2015	3.9	18.5	6
26/03/2015	0	23.2	5.7
27/03/2015	10	24	7.7
28/03/2015	11.1	20.9	6.1
29/03/2015	0	24.4	5.8
30/03/2015	0	24.5	7.7
31/03/2015	0	25	7.6
	<b>177.7</b>	<b>22.0</b>	<b>6.5</b>

**Tabla 35. Datos abril 2015.**

<b>FECHA</b>	<b>PP (mm)</b>	<b>T° MAX (°C)</b>	<b>T° MIN (°C)</b>
01/04/2015	4.3	18.3	5.9
02/04/2015	0	21	5.6
03/04/2015	0	24.8	6.7
04/04/2015	3.9	19.8	7.5
05/04/2015	10.8	20.8	6.1
06/04/2015	0	18.5	7.7
07/04/2015	10.1	21.2	5.9
08/04/2015	13	21.4	6.1
09/04/2015	9.8	18.9	6.2
10/04/2015	3	20	5.9
11/04/2015	10.1	23	6.5
12/04/2015	8.9	23.3	5.8
13/04/2015	0	24.6	6.6
14/04/2015	0	24.1	7.6
15/04/2015	0	24	5.2
16/04/2015	6.9	23.8	6.8
17/04/2015	0	22.8	7.6
18/04/2015	9.3	22.9	7.7
19/04/2015	9.2	22.2	7
20/04/2015	10	24.3	6.9
21/04/2015	20.4	23.3	6.9
22/04/2015	3.9	24.1	5.9
23/04/2015	6.8	23.1	6.3
24/04/2015	15	20.9	5.8
25/04/2015	17.3	20.1	5.9
26/04/2015	0	19.4	6
27/04/2015	0	20.9	7.3
28/04/2015	0	20.2	7.4
29/04/2015	0	20.6	6
30/04/2015	0	22.1	5.2
	<b>172.7</b>	<b>21.8</b>	<b>6.5</b>

**Tabla 36. Datos mayo 2015.**

<b>FECHA</b>	<b>PP (mm)</b>	<b>T° MAX (°C)</b>	<b>T° MIN (°C)</b>
01/05/2015	0	22.2	6.1
02/05/2015	0	20.6	7.6
03/05/2015	0	24.1	5
04/05/2015	0	24.3	6.6
05/05/2015	0	24.4	5.9
06/05/2015	0	23.5	5.9
07/05/2015	0	20.8	6.1
08/05/2015	0	20	6
09/05/2015	0	19.8	6.3
10/05/2015	0	24.1	5.8
11/05/2015	4.7	21.4	7.1
12/05/2015	0	24.3	5.8
13/05/2015	4.9	21.5	5.9
14/05/2015	3.8	17.9	5.8
15/05/2015	0	18.2	6
16/05/2015	0	17.8	5.6
17/05/2015	8.1	18.4	5.6
18/05/2015	19.6	16.8	5.7
19/05/2015	0	19.2	6.1
20/05/2015	0	21.2	5.1
21/05/2015	3.4	20.4	6.5
22/05/2015	0	20.4	6
23/05/2015	0	21.3	5.8
24/05/2015	0	23.3	6
25/05/2015	0	21	5.6
26/05/2015	0	21.1	5.8
27/05/2015	0	24.3	5.6
28/05/2015	0	24.4	7.2
29/05/2015	0	21.5	6.5
30/05/2015	0	23.1	6.1
31/05/2015	0	21.2	6
	<b>44.5</b>	<b>21.4</b>	<b>6.0</b>

Fuente: Estaciones meteorológica Yanahuanca. Ministerio de Agricultura 2014-2015



**TABLA DE EVALUACIONES DE CAMPO**

**Tabla 38. Altura de planta a los 40 días.**

TRAT	B I	B II	B III	B IV	PROM
T1	9.630	11.000	11.650	14.080	11.59
T2	11.500	5.550	9.880	11.750	9.67
T3	8.750	10.880	11.630	10.125	10.35
T4	8.375	8.250	9.500	9.750	8.97
T5	6.250	6.380	8.000	11.130	7.94
T6	8.750	13.000	11.500	10.750	11.00
T7	6.500	10.130	8.000	14.000	9.66
T8	9.380	11.350	9.875	11.500	10.53

**Tabla 39. Altura de planta a los 80 días.**

TRAT	B I	B II	B III	B IV	PROM
<b>T1</b>	99.50	104.75	110.75	104.75	<b>104.94</b>
<b>T2</b>	83.75	64.75	98.50	100.50	<b>86.88</b>
<b>T3</b>	94.25	99.50	117.00	113.00	<b>105.94</b>
<b>T4</b>	73.50	91.00	94.50	81.75	<b>85.19</b>
<b>T5</b>	86.25	81.25	89.25	91.00	<b>86.94</b>
<b>T6</b>	76.25	98.25	92.50	101.00	<b>92.00</b>
<b>T7</b>	87.25	92.50	86.00	114.75	<b>95.13</b>
<b>T8</b>	108.25	104.00	112.00	120.25	<b>111.13</b>

**Tabla 40. Altura de planta a los 120 días.**

TRAT	B I	B II	B III	B IV	PROM
<b>T1</b>	1.52	1.58	1.72	1.56	<b>1.60</b>
<b>T2</b>	1.50	1.46	1.65	1.61	<b>1.56</b>
<b>T3</b>	1.39	1.30	1.53	1.50	<b>1.43</b>
<b>T4</b>	0.93	0.99	1.12	1.10	<b>1.04</b>
<b>T5</b>	1.10	1.11	1.16	1.14	<b>1.13</b>
<b>T6</b>	1.07	1.10	0.97	1.17	<b>1.08</b>
<b>T7</b>	1.61	1.70	1.75	1.78	<b>1.71</b>
<b>T8</b>	1.65	1.75	1.74	1.72	<b>1.72</b>

**Tabla 41. Días al inicio de floración.**

<b>TRAT</b>	<b>B I</b>	<b>B II</b>	<b>B III</b>	<b>B IV</b>	<b>PROM</b>
<b>T1</b>	91	92	91	92	<b>91.50</b>
<b>T2</b>	94	95	94	94	<b>94.25</b>
<b>T3</b>	90	90	91	91	<b>90.50</b>
<b>T4</b>	80	81	82	80	<b>80.75</b>
<b>T5</b>	85	86	85	86	<b>85.50</b>
<b>T6</b>	88	89	88	87	<b>88.00</b>
<b>T7</b>	85	86	87	85	<b>85.75</b>
<b>T8</b>	82	81	80	82	<b>81.25</b>

**Tabla 42. Peso de la biomasa (kg).**

<b>TRAT</b>	<b>B I</b>	<b>B II</b>	<b>B III</b>	<b>B IV</b>	<b>PROM</b>
<b>T1</b>	1.64	1.57	1.76	2.13	<b>1.82</b>
<b>T2</b>	1.46	1.95	1.45	2.09	<b>1.83</b>
<b>T3</b>	1.21	1.42	1.60	1.42	<b>1.48</b>
<b>T4</b>	0.34	0.38	0.45	0.52	<b>0.42</b>
<b>T5</b>	0.75	0.87	0.65	1.01	<b>0.82</b>
<b>T6</b>	0.14	0.47	0.50	0.520	<b>0.37</b>
<b>T7</b>	1.74	2.92	1.35	1.33	<b>1.83</b>
<b>T8</b>	1.61	1.43	2.46	1.85	<b>1.83</b>

**Tabla 43. Longitud de panoja (m).**

<b>TRAT</b>	<b>B I</b>	<b>B II</b>	<b>B III</b>	<b>B IV</b>	<b>PROM</b>
<b>T1</b>	0.74	0.78	0.63	0.71	<b>0.72</b>
<b>T2</b>	0.77	0.70	0.88	0.95	<b>0.83</b>
<b>T3</b>	0.64	0.84	1.00	0.84	<b>0.83</b>
<b>T4</b>	0.50	0.51	0.52	0.59	<b>0.53</b>
<b>T5</b>	0.69	0.65	0.84	0.77	<b>0.74</b>
<b>T6</b>	0.57	0.51	0.52	0.56	<b>0.54</b>
<b>T7</b>	0.61	0.51	0.71	0.75	<b>0.65</b>
<b>T8</b>	0.87	0.81	0.80	0.80	<b>0.82</b>

**Tabla 44. Peso de mil granos (g).**

<b>TRAT</b>	<b>B I</b>	<b>B II</b>	<b>B III</b>	<b>B IV</b>	<b>PROM</b>
<b>T1</b>	3.4	3.5	3.8	3.7	<b>3.60</b>
<b>T2</b>	2.9	3.2	3.0	2.7	<b>2.95</b>
<b>T3</b>	3.2	3.8	2.8	3.5	<b>3.33</b>
<b>T4</b>	4.0	4.3	3.8	3.6	<b>3.93</b>
<b>T5</b>	2.2	2.2	2.1	2.5	<b>2.25</b>
<b>T6</b>	3.3	3.6	3.2	3.2	<b>3.33</b>
<b>T7</b>	3.2	3.7	3.2	3.5	<b>3.40</b>
<b>T8</b>	3.3	3.3	3.1	3.9	<b>3.40</b>

**Tabla 45. Tamaño de grano (mm).**

<b>TRAT</b>	<b>B I</b>	<b>B II</b>	<b>B III</b>	<b>B IV</b>	<b>PROM</b>
<b>T1</b>	2.30	1.80	2.50	2.43	<b>2.26</b>
<b>T2</b>	2.10	2.13	2.00	1.93	<b>2.04</b>
<b>T3</b>	2.17	2.27	2.23	2.20	<b>2.22</b>
<b>T4</b>	2.50	2.40	2.10	2.33	<b>2.33</b>
<b>T5</b>	1.90	2.00	2.10	2.00	<b>2.00</b>
<b>T6</b>	2.17	2.60	2.17	2.03	<b>2.24</b>
<b>T7</b>	2.40	2.50	2.30	7.00	<b>3.55</b>
<b>T8</b>	2.27	1.93	2.17	2.30	<b>2.17</b>

**Tabla 46. Rendimiento por planta (kg).**

<b>TRAT</b>	<b>B I</b>	<b>B II</b>	<b>B III</b>	<b>B IV</b>	<b>PROM</b>
<b>T1</b>	0.059	0.061	0.081	0.076	<b>0.07</b>
<b>T2</b>	0.048	0.054	0.051	0.061	<b>0.05</b>
<b>T3</b>	0.034	0.045	0.034	0.036	<b>0.04</b>
<b>T4</b>	0.009	0.011	0.015	0.015	<b>0.01</b>
<b>T5</b>	0.023	0.024	0.020	0.033	<b>0.02</b>
<b>T6</b>	0.023	0.018	0.019	0.018	<b>0.02</b>
<b>T7</b>	0.058	0.074	0.037	0.047	<b>0.05</b>
<b>T8</b>	0.048	0.048	0.075	0.071	<b>0.06</b>

**Tabla 47. Rendimiento por parcela (kg)- 8 plantas.**

<b>TRAT</b>	<b>B I</b>	<b>B II</b>	<b>B III</b>	<b>B IV</b>	<b>PROM</b>
<b>T1</b>	0.475	0.485	0.650	0.610	<b>0.555</b>
<b>T2</b>	0.380	0.435	0.405	0.485	<b>0.426</b>
<b>T3</b>	0.275	0.360	0.270	0.290	<b>0.299</b>
<b>T4</b>	0.070	0.085	0.120	0.120	<b>0.099</b>
<b>T5</b>	0.180	0.195	0.160	0.260	<b>0.199</b>
<b>T6</b>	0.185	0.145	0.150	0.145	<b>0.156</b>
<b>T7</b>	0.465	0.590	0.295	0.375	<b>0.431</b>
<b>T8</b>	0.380	0.385	0.600	0.565	<b>0.483</b>

**Tabla 48. Rendimiento por hectárea (kg).**

<b>TRAT</b>	<b>B I</b>	<b>B II</b>	<b>B III</b>	<b>B IV</b>	<b>PROM</b>
<b>T1</b>	8491	8669	11619	10904	<b>9920.6</b>
<b>T2</b>	6793	7776	7239	8669	<b>7619.2</b>
<b>T3</b>	4916	6435	4826	5184	<b>5340.2</b>
<b>T4</b>	1251	1519	2145	2145	<b>1765.2</b>
<b>T5</b>	3218	3486	2860	4648	<b>3552.7</b>
<b>T6</b>	3307	2592	2681	2592	<b>2793.0</b>
<b>T7</b>	8312	10546	5273	6703	<b>7708.6</b>
<b>T8</b>	6793	6882	10725	10099	<b>8624.7</b>

## FOTOGRAFIAS



Figura 2. Preparación del terreno para la investigación.



Figura 3. Demarcación del croquis experimental.



Figura 4. Semilla de las ocho variedades en estudio.



Figura 5. Emergencia del cultivo.



Figura 6. Ataque de babosas en la primera etapa de desarrollo.



Figura 7. Control cultural de babosas en la noche.



**Figura 8. Raleo del cultivo de quinua.**



**Figura 9. Apoque del cultivo de quinua.**



Figura 10. Evaluaciones de altura de planta a los 40 días.



Figura 11. Evaluación de ataque de mildiu.



Figura 12. Cultivo en la fase vegetativa.



Figura 13. Cultivo en la fase reproductiva, floración y formación de grano.



Figura 14. Cultivo próximo a la cosecha, etapa de maduración.



Figura 15. Ataque de insectos (*Diabrotica* sp) comedores de grano.



Figura 16. Evaluación de longitud de panoja.



Figura 17. Evaluación de altura de planta.



Figura 18. Evaluación de rendimiento por parcela.



Figura 19. Cosecha escalonada según maduración de cada variedad.



Figura 20. Secado de las variedades.



Figura 21. Campo cosechado en su totalidad.



Figura 22. Trillado del cultivo.

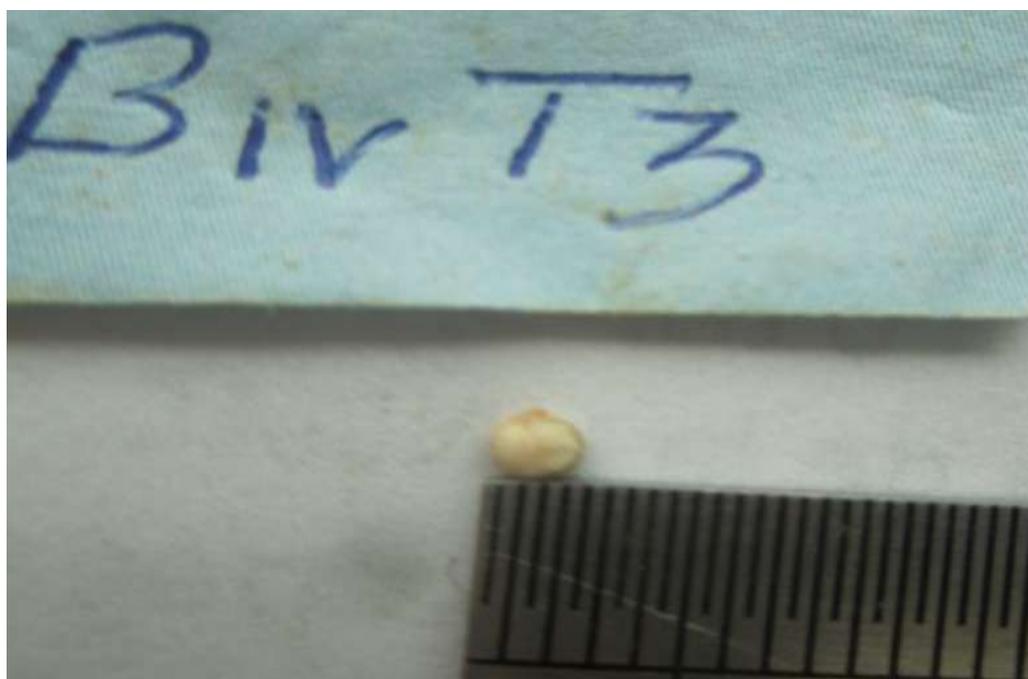


Figura 23. Evaluación del tamaño de grano.



Figura 24. Conteo de mil granos.



Figura 25. Peso de mil semillas.



Figura 26. Evaluación de rendimiento por planta.



Figura 27. Evaluación de rendimiento por parcela (de 8 plantas).



Figura 28. Supervisión de los miembros del jurado de tesis y del asesor.