

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA



TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGRÓNOMO

**Comportamiento agronómico de ocho genotipos de quinua
(*Chenopodium quinoa* Willd.) en el distrito Molinopampa, provincia
Chachapoyas, Amazonas, 2017.**

AUTOR: Bach. Elen Francisco Guevara Fernández

ASESOR: M. Sc. Segundo Manuel Oliva Cruz

COASESOR: Ing. Roicer Collazos Silva

CHACHAPOYAS - AMAZONAS – PERÚ

2017

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA



TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGRÓNOMO

**Comportamiento agronómico de ocho genotipos de quinua
(*Chenopodium quinoa* Willd.) en el distrito Molinopampa, provincia
Chachapoyas, Amazonas, 2017.**

AUTOR: Bach. Elen Francisco Guevara Fernández

ASESOR: M. Sc. Segundo Manuel Oliva Cruz

COASESOR: Ing. Roicer Collazos Silva

CHACHAPOYAS - AMAZONAS – PERÚ

2017

AGRADECIMIENTO

Mis agradecimientos van a la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias (FICA) por brindarme la oportunidad de formarme como profesional, al Programa Nacional de Becas y Crédito Educativo (PRONABEC) por permitirme alcanzar mi sueño, al Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES - CES) de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM) por financiar la ejecución de esta tesis, al Fundo América S.A.C. de Arequipa por proporcionar las semillas de quinua para esta tesis, además al Laboratorio de Investigación en Suelos y Aguas (LABISAG) y al Laboratorio de Entomología y Fitopatología de la UNTRM.

¡A todos muchas gracias!

Elen Francisco Guevara Fernández

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI
Rector**

**Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN
Vicerrector Académico**

**Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN
Vicerrectora de Investigación**

**Ing. Ms. EFRAÍN MANUELITO CASTRO ALAYO
Decano (e) de la Facultad
de Ingeniería y Ciencias Agrarias**

VISTO BUENO DEL ASESOR

El docente de la UNTRM-A que suscribe, hace constar que ha asesorado la tesis titulada “Comportamiento agronómico de ocho genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el distrito Molinopampa, provincia de Chachapoyas, Amazonas, 2017”, del Bachiller en Ingeniería Agrónoma egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de la UNTRM-A.

- Bach. Elen Francisco Guevara Fernández

El docente de la UNTRM-A que suscribe da su Visto Bueno para que la Tesis mencionada sea presentada al Jurado Evaluador, manifestando su voluntad de apoyar al tesista en el levantamiento de observaciones y en el Acto de sustentación de Tesis.

Chachapoyas, 20 de diciembre de 2017

Ing. M. Sc. Segundo Manuel Oliva Cruz

Docente nombrado a tiempo completo de la UNTRM

VISTO BUENO DEL CO-ASESOR

El Investigador del Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Selva, INDES-CES - UNTRM que suscribe, hace constar que ha co-asesorado la tesis titulada “Comportamiento agronómico de ocho genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el distrito Molinopampa, provincia de Chachapoyas, Amazonas, 2017”, del Bachiller en Ingeniería Agrónoma egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de la UNTRM-A.

- Bach. Elen Francisco Guevara Fernández

El Investigador del Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Selva, INDES-CES - UNTRM que suscribe da su Visto Bueno para que la Tesis mencionada sea presentada al Jurado Evaluador, manifestando su voluntad de apoyar al tesista en el levantamiento de observaciones y en el Acto de sustentación de Tesis.

Chachapoyas, 20 de diciembre de 2017

Ing. Roicer Collazos Silva

Investigador INDES-CES - UNTRM

JURADO DE TESIS

Ing. Guillermo Idrogo Vásquez
PRESIDENTE

Ing. Mg. Santos Triunfo Leiva Espinoza
SECRETARIO

Ing. Mg. Lizette Daniana Méndez Fasabi
VOCAL

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, Elen Francisco Guevara Fernández, identificado con DNI 74735392 estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada:

Comportamiento agronómico de ocho genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el distrito Molinopampa, provincia de Chachapoyas, Amazonas, 2017

La misma que presento para optar:

Título profesional de Ingeniero Agrónomo

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Así mismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNTRM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción deriven.

Chachapoyas, 20 de diciembre de 2017



ANEXO 2-N

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 15 de Diciembre del año 2017, siendo las 10:00 am horas, el aspirante: Elen Francisco Guevara Fernández defiende públicamente la Tesis titulada: Comportamiento Agronómico de ocho genotipos de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en el distrito de Molinospampa, provincia de Chachapoyas, Amazonas, 2017 para optar el Título Profesional en Ingeniero Agrónomo otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado, constituido por:

Presidente: Ing. Guillermo Ichazo Vásquez
 Secretario: Ing. Mg. Santos Triunfo Jesús Espinoza
 Vocal: Ing. Lizetti Dariana Méndez Fosabi



Procedió el (los) aspirante (s) a hacer la exposición de los antecedentes, contenido de la tesis y conclusiones obtenidas de la misma, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la tesis presentada, los miembros del jurado pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones u objeciones consideraran oportunas, las cuales fueron contestadas por el (los) aspirante (s).

Tras la intervención de los miembros del jurado y las oportunas contestaciones del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los miembros del jurado presentes en el acto, a fin de que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el jurado determinará la calificación global concedida a la tesis, en términos de:

Notable o sobresaliente () Aprobado () No apto ()

Otorgada la calificación el presidente del Jurado comunica, en sesión pública, la calificación concedida. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las horas 11:50 pm del mismo día, el jurado concluye el acto de sustentación del Trabajo de Investigación.

[Signature]
PRESIDENTE

[Signature]
SECRETARIO

[Signature]
VOCAL

OBSERVACIONES:

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|------|
| AGRADECIMIENTO | ii |
| AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS | iii |
| VISTO BUENO DEL ASESOR | iv |
| VISTO BUENO DEL CO-ASESOR..... | v |
| JURADO DE TESIS | vi |
| DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO | vii |
| ÍNDICE GENERAL | ix |
| ÍNDICE DE TABLAS | xiii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xiv |
| ÍNDICE DE ANEXOS | xv |
| RESUMEN | xvi |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. OBJETIVOS | 3 |
| 2.1 Objetivo general..... | 3 |
| 2.2 Objetivos específicos | 3 |
| III. MARCO TEÓRICO..... | 4 |
| 3.1 Antecedentes de investigación..... | 4 |
| 3.2 Bases teóricas..... | 6 |
| 3.2.1 Clasificación taxonómica..... | 7 |
| 3.2.2 Origen de la quinua..... | 7 |
| 3.2.3 Grupos de variedades según las zonas de adaptación ecológica | 8 |
| 3.2.4 Variabilidad genética | 9 |
| 3.2.5 Mejoramiento genético | 13 |
| 3.2.6 Densidad poblacional de plantas de quinua..... | 13 |
| 3.2.7 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo..... | 14 |
| 3.2.8 Características botánicas..... | 19 |
| 3.2.9 Fisiología | 20 |

| | |
|---|----|
| 3.2.10 Época de siembra..... | 23 |
| 3.2.11 Labores culturales..... | 23 |
| 3.2.12 Rendimiento de la quinua..... | 28 |
| 3.2.13 Importancia nutricional..... | 28 |
| 3.2.14 Adaptabilidad..... | 28 |
| 3.3 Definición de términos básicos..... | 29 |
| 3.3.1 Adaptación de un genotipo..... | 29 |
| 3.3.2 Comportamiento agronómico del cultivo..... | 29 |
| 3.3.3 Genotipo..... | 29 |
| IV. MATERIAL Y MÉTODOS..... | 30 |
| 4.1 Ubicación del experimento..... | 30 |
| 4.2 Características socioeconómicas y ambientales de la zona..... | 30 |
| 4.3 Materiales..... | 33 |
| 4.3.1 Material genético..... | 33 |
| 4.3.2 Otros materiales y equipos..... | 33 |
| 4.4 Diseño experimental..... | 33 |
| 4.5 Unidad experimental..... | 34 |
| 4.6 Diseño de tratamientos..... | 35 |
| 4.7 Conducción del experimento..... | 35 |
| 4.7.1 Muestreo del suelo..... | 35 |
| 4.7.2 Características del suelo..... | 36 |
| 4.7.3 Preparación del terreno..... | 36 |
| 4.7.4 Siembra..... | 36 |
| 4.7.5 Deshierbe, raleo y purificación..... | 37 |
| 4.7.6 Aporque..... | 37 |
| 4.7.7 Fertilización..... | 37 |
| 4.7.8 Control de plagas y enfermedades..... | 38 |
| 4.7.9 Cosecha..... | 38 |
| 4.7.10 Postcosecha..... | 39 |
| 4.7.11 Análisis de datos..... | 39 |
| 4.8 Evaluaciones..... | 39 |
| 4.8.1 Mildiu (<i>Peronospora</i> sp.)..... | 39 |
| 4.8.2 Daño por gorrión (<i>Zonotrichia</i> sp.)..... | 39 |

| | | |
|--------|--|----|
| 4.8.3 | Días a la floración..... | 40 |
| 4.8.4 | Días a la madurez fisiológica..... | 40 |
| 4.8.5 | Diámetro del tallo | 40 |
| 4.8.6 | Peso de panoja | 40 |
| 4.8.7 | Altura de planta..... | 40 |
| 4.8.8 | Longitud de la panoja | 40 |
| 4.8.9 | Peso de mil semillas..... | 41 |
| 4.8.10 | Rendimiento de grano..... | 41 |
| V. | RESULTADOS..... | 42 |
| 5.1 | Plagas y enfermedades predominantes. | 42 |
| 5.1.1 | Plaga principal | 42 |
| 5.1.2 | Enfermedad principal..... | 43 |
| 5.2 | Efecto de dos distanciamientos entre surcos sobre el rendimiento de ocho genotipos de quinua bajo condiciones ambientales del anexo Santa Cruz del Tingo, distrito Molinopampa. | 44 |
| 5.3 | Comportamiento agronómico de ocho genotipos de quinua bajo condiciones ambientales del anexo Santa Cruz del Tingo, distrito Molinopampa..... | 46 |
| 5.3.1 | Días a la floración (DF) | 46 |
| 5.3.2 | Días a la madurez fisiológica (DMF) | 47 |
| 5.3.3 | Altura de planta (AP)..... | 48 |
| 5.3.4 | Diámetro de tallo (DT) | 49 |
| 5.3.5 | Peso de panoja (PP) | 50 |
| 5.3.6 | Longitud de panoja (LP)..... | 51 |
| 5.3.7 | Peso de mil semillas (PMS)..... | 52 |
| 5.3.8 | Rendimiento de grano (RTO) | 52 |
| VI. | DISCUSIÓN | 54 |
| 6.1 | Plagas y enfermedades predominantes. | 54 |
| 6.2 | Efecto de dos distanciamientos de siembra sobre el rendimiento de ocho genotipos de quinua bajo condiciones ambientales del anexo Santa Cruz del Tingo, distrito Molinopampa. | 55 |
| 6.3 | Comportamiento agronómico de ocho genotipos de quinua bajo condiciones ambientales del anexo Santa Cruz del Tingo, distrito Molinopampa..... | 55 |
| 6.3.1 | Días a la floración..... | 55 |

| | | |
|-------|------------------------------------|----|
| 6.3.2 | Días a la madurez fisiológica..... | 56 |
| 6.3.3 | Altura de planta..... | 57 |
| 6.3.4 | Diámetro de tallo | 57 |
| 6.3.5 | Peso de panoja | 57 |
| 6.3.6 | Longitud de panoja | 58 |
| 6.3.7 | Peso de mil semillas..... | 58 |
| 6.3.8 | Rendimiento de grano..... | 59 |
| VII. | CONCLUSIONES | 60 |
| VIII. | RECOMENDACIONES | 61 |
| IX. | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 62 |
| | ANEXOS..... | 70 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Absorción y remoción de nutrientes esenciales N, P y K por quinua con un rendimiento de 4 t/ha de granos. | 15 |
| Tabla 2. Genotipos de quinua y sus procedencias | 33 |
| Tabla 3. Características de la parcela experimental | 35 |
| Tabla 4. Diseño bifactorial de los tratamientos | 35 |
| Tabla 5. Dosis y productos aplicados durante el establecimiento | 37 |
| Tabla 6. Control de plagas y enfermedades..... | 38 |
| Tabla 7. Comparación de Duncan para daño de gorrión por distanciamiento entre surcos | 43 |
| Tabla 8 . Prueba de comparaciones múltiples de Duncan para mildiu por genotipo | 44 |
| Tabla 9. Medias de ABCPE y significancia por distanciamiento de siembra entre surcos | 44 |
| Tabla 10. Prueba de Duncan para días a la madurez fisiológica por genotipo..... | 47 |
| Tabla 11. Prueba de comparaciones múltiples de Duncan para rendimiento de grano por distanciamiento entre surcos | 53 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Larva de <i>Eurysacca melanocampta</i> en quinua..... | 26 |
| Figura 2. Imagen satelital de ubicación del campo experimental del cultivo de quinua, Molinopampa (Google earth, s.f.)..... | 30 |
| Figura 3. Fluctuación de la temperatura promedio mensual durante los meses de ejecución de la investigación | 31 |
| Figura 4. Distribución de las precipitaciones durante los meses de ejecución de la investigación | 32 |
| Figura 5. Fluctuación de la humedad relativa promedio mensual durante la ejecución de la investigación | 32 |
| Figura 6. Porcentaje de daño causado por gorrion (<i>Zonotrichia</i> sp.) en genotipos de quinua..... | 42 |
| Figura 7. Efecto del distanciamiento entre surcos sobre el rendimiento de ocho genotipos de quinua | 45 |
| Figura 8. Días a la floración de ocho y comparaciones múltiples de Duncan de genotipos de quinua. | 46 |
| Figura 9. Días a la madurez fisiológica de ocho genotipos de quinua | 47 |
| Figura 10. Altura de planta de ocho genotipos de quinua y significancia de Duncan (0.05)..... | 48 |
| Figura 11. Diámetro de tallo promedio y significación de la prueba Duncan entre genotipos de quinua | 49 |
| Figura 12. Peso de panoja por genotipo y comparaciones múltiples de Duncan | 50 |
| Figura 13. Longitud de panoja por genotipo y significancia de Duncan al 0,05..... | 51 |
| Figura 14. Peso de mil semillas y significancia de Duncan por genotipo de quinua | 52 |
| Figura 15. Rendimiento y significancia de Duncan de rendimiento por genotipo | 53 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo 1. Análisis químico del suelo | 70 |
| Anexo 2. Esquema del diseño de la parcela experimental | 71 |
| Anexo 3. Composición química de Nitrosol - Hoja | 72 |
| Anexo 4. Composición química de Powergy | 72 |
| Anexo 5. Escala diagramática de área foliar afectada por mildiu en quinua..... | 73 |
| Anexo 6. Tabla de ANVA para mildiu en quinua | 74 |
| Anexo 7. Tabla de ANVA para días a la madurez fisiológica | 74 |
| Anexo 8. Tabla de ANVA para diámetro de tallo | 74 |
| Anexo 9. Tabla ANVA para rendimiento de grano..... | 75 |
| Anexo 10. Trazo y acondicionamiento de parcelas experimentales..... | 75 |
| Anexo 11. Ensayo a los 76 días después de la siembra..... | 76 |
| Anexo 12. <i>Astylus</i> sp. en quinua..... | 76 |
| Anexo 13. Daño por mildiu (<i>Peronospora</i> sp.) en quinua variedad Amarilla Maranganí | 77 |
| Anexo 14. Daño por mildiu (<i>Peronospora</i> sp.) en quinua variedad Pasankalla | 78 |
| Anexo 15. Medición de la altura de planta a la madurez fisiológica..... | 79 |
| Anexo 16. Cosecha de panojas a la madurez fisiológica..... | 80 |
| Anexo 17. Secado de muestras en estufa..... | 81 |

RESUMEN

Esta investigación trata sobre la evaluación de ocho genotipos de quinua a dos distanciamientos entre surcos, en el anexo Santa Cruz del Tingo, distrito Molinopampa, provincia Chachapoyas, durante los meses de enero a junio de 2017, el objetivo fue evaluar su comportamiento agronómico bajo las condiciones edafoclimáticas del mencionado lugar, para lo cual los ocho genotipos de quinua fueron sembrados a dos distanciamientos entre surcos en parcelas experimentales de 4,9 m², en un Diseño en Bloques Completos al Azar con tres repeticiones por lo que se usó 48 parcelas experimentales, la muestra que se evaluó fueron 10 plantas obtenidas al azar del surco intermedio. Se midieron variables de sanidad, de precocidad y agronómicas. Se encontró que la enfermedad principal fue mildiu causado por *Peronospora* sp. y la plaga principal fue el daño por gorrión *Zonotrichia* sp., las variedades más precoces fueron Altiplano y Salcedo INIA mientras que Blanca de Junín y la línea Mantaro tardaron mayor número de días a la madurez fisiológica. También la línea Mantaro alcanzó el mayor diámetro de tallo, mientras que Pasankalla, el menor. En cuanto a peso de panoja, longitud de panoja, peso de mil semillas y rendimiento en grano, la variedad Blanca de Junín superó a las demás. Cuatro genotipos sobresalieron en rendimiento de grano y fueron diferentes significativamente, con valores superiores a 2 582 kg/ha, así mismo se encontró diferencias significativas (Duncan 0,05) con un rendimiento mejor a un distanciamiento de 50 cm que a 70 cm. En promedio la variedad Blanca de Junín tuvo un rendimiento de 4 193 kg/ha a 50 cm, mientras que el rendimiento más bajo fue de la variedad Pasankalla a 70 cm con 1 510 kg/ha. Por lo que Blanca de Junín tuvo el mejor comportamiento.

Palabras clave: genotipo, selección, adaptación, quinua

ABSTRACT

This research focuses on the evaluation of eight genotypes of quinoa to two distances between furrows, in annex Santa Cruz del Tingo, district Molinopampa, Province of Chachapoyas, during the months of January to June 2017, the objective of this study was to evaluate the agronomic performance under the edaphoclimatic conditions of the above-mentioned place, for which the eight quinoa genotypes were planted at two distances between furrows in experimental plots of 4.9 m², in a Randomized Complete Block Design with three replications in use 48 experimental plots, the sample was evaluated in 10 plants were obtained at random in the intermediate furrow. Health, precocity and agronomic variables were measured. It was found that the disease was caused by mildew *Peronospora* sp. and the pest was the main damage by sparrow *Zonotrichia* sp., most early varieties were Altiplano and Salcedo INIA while Blanca de Junín and the Mantaro line took a greater number of days to physiological maturity. Also, the line Mantaro reached the highest diameter of stem, while Pasankalla, the minor. In terms of weight of panicle, panicle length, weight of one thousand seeds and grain yield, the variety Blanca de Junín surpassed the others. Four genotypes excelled in grain yield and were significantly different, with values greater than 2582 kg/ha, as well as significant differences were found (Duncan 0.05) with a better performance to a distance of 50 cm to 70 cm. On average the variety Blanca de Junín had a yield of 4193 kg/ha to 50 cm, while the performance was the Pasankalla variety to 70 cm with 1510 kg/ha. By what Blanca de Junín had the best performance.

Key words: genotype, selection, adaptation, quinoa

I. INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), grano andino milenario o grano de oro, es reconocida mundialmente por ser un producto con excepcionales cualidades nutritivas (Fundación Promoción e Investigación de Productos Andinos [PROINPA], 2011), también es calificada como el alimento más completo que tiene la humanidad (Cogliatti y Heter, 2014), es por ello que se presenta como opción alimentaria especialmente en la nutrición infantil. Históricamente, la quinua constituyó uno de los principales alimentos del hombre andino, lo que contribuyó a la seguridad y soberanía alimentarias.

La quinua tiene buena demanda tanto nacional como internacional en mercados de la Unión Europea, Japón, Canadá y USA (Apaza, Cáceres, Estrada y Pinedo, 2013; Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], 2015), principalmente por sus excelentes características nutricionales, que se compara a la calidad nutricional de la leche materna, según PROINPA (2011, p.7) “el balance de los aminoácidos esenciales de la proteína de la quinua es superior al trigo, cebada y soya, comparándose favorablemente con la proteína de la leche”.

En el año 1996, la quinua (*Chenopodium quinoa*) fue catalogada por la FAO como uno de los cultivos promisorios de la humanidad no sólo por sus grandes propiedades benéficas y por sus múltiples usos, sino también por considerarla como una alternativa para solucionar los graves problemas de nutrición humana.

El año 2013 fue declarado como el ‘Año Internacional de la Quinua’ por la Asamblea General de las Naciones Unidas en reconocimiento al gran valor nutritivo de la quinua, un pseudocereal que contiene los ocho aminoácidos esenciales para la alimentación humana, además de proteínas de alta calidad, carbohidratos y minerales, siendo relativamente pobre en grasas (FAO, 2013; Fischer, Wilckens, Jara y Aranda, 2013).

Paralelamente la OMS calificó a la quinua como un “alimento único” dada su capacidad a ser un sustituto especial de las proteínas de origen animal (MINAGRI, 2015). Además de ello, en el 2013 la quinua fue declarada producto bandera del Perú por el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo.

La quinua es un cultivo multipropósito y versátil, dadas sus cualidades alimenticias, su diversidad de formas de utilización tradicional, no tradicional y en innovaciones industriales; por su bajo costo de producción, al ser poco exigente en insumos y mano

de obra, la quinua se constituye en un cultivo indispensable para contribuir a la seguridad y soberanía alimentarias debido a su calidad nutritiva, su amplia variabilidad genética y su gran adaptabilidad (PROINPA, 2011).

La quinua es una planta rústica, crece a grandes altitudes, donde las condiciones ambientales son adversas y los suelos tienen baja fertilidad, pero tiene una gran capacidad de adaptación a climas más favorables como los de la costa peruana. La quinua posee una gran variabilidad y plasticidad genética que le permite producir en diferentes zonas agroecológicas (Rosas, 2015). Es por esto que la quinua tiene un gran potencial en muchos lugares de la región Amazonas.

Por su gran variabilidad genética la quinua responde de manera diferente a las condiciones edafoclimáticas donde se cultiva, por lo cual hay genotipos que se adaptan mejor que otros a determinadas características de suelo y clima. Si bien es cierto el rendimiento promedio nacional es bajo, la productividad puede ser aumentada mediante variedades y tecnologías apropiadas para cada sistema de producción (Quispe, 2015). Una de las cualidades más resaltantes de las variedades de quinua además del rendimiento y calidad es su adaptación a diferentes ambientes (Lazo, 2016). Debido a la creciente importancia que tiene este producto, se incrementa la necesidad de identificar genotipos o variedades apropiadas para cada agro ecosistema y ofrecer más alternativas o variedades diferentes a los agricultores (Mujica, Canahua y Saravia, 2010).

Por todo lo anterior, la quinua es una de las pocas especies que se desarrolla sin muchos inconvenientes en las condiciones extremas de clima y suelos. La gran adaptación a las variaciones climáticas y su eficiente uso de agua convierten a la quinua en una excelente alternativa de cultivo frente al cambio climático que está alterando el calendario agrícola y provocando temperaturas cada vez más extremas (PROINPA, 2011), así como a la inseguridad alimentaria en el mundo. Pero el problema es que la quinua se encuentra en la categoría de especies olvidadas o subutilizadas (Díaz *et al.*, 2017) mientras que la población mundial tiene problemas de salud por el consumo excesivo de cereales, lo cual se ha correlacionado con componentes del síndrome metabólico.

Considerando la amplia adaptación ecológica de la quinua, los beneficios de su cultivo por el precio de mercado y la formulación de sistemas de producción que permitan obtener rendimientos óptimos, se deben realizar propuestas que lleven al aprovechamiento de la quinua como cultivo para mejorar las condiciones de vida del

agricultor, para ello es fundamental adaptar y evaluar los genotipos de quinua (Soto, Alonso y Gómez, 2017). En este sentido, se realizó una investigación orientada a evaluar el comportamiento agronómico de ocho genotipos comerciales de quinua en el distrito de Molinopampa, provincia de Chachapoyas, región Amazonas, ubicado sobre los 2 000 msnm, se dedica principalmente a la producción de leche, donde la quinua podría ser un cultivo nuevo y promisorio, pudiendo ser desarrollado sin inconvenientes.

Los genotipos de quinua evaluados en esta investigación provinieron de distintas regiones del Perú, los cuales fueron sembrados a dos distanciamientos entre surcos (50 cm y 70 cm) y manejadas en iguales condiciones de cultivo. La presente investigación muestra el comportamiento agronómico de ocho genotipos de quinua bajo las condiciones ambientales del distrito Molinopampa.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar el comportamiento agronómico de ocho genotipos de quinua bajo condiciones edafoclimáticas del anexo Santa Cruz del Tingo, distrito Molinopampa, provincia Chachapoyas, Amazonas, 2017.

2.2 Objetivos específicos

- Reportar los problemas sanitarios principales presentes en los genotipos de quinua evaluados.
- Evaluar el efecto de dos distanciamientos entre surcos sobre el rendimiento de ocho genotipos de quinua bajo condiciones ambientales del anexo Santa Cruz del Tingo, distrito Molinopampa.
- Comparar el comportamiento agronómico de ocho genotipos de quinua bajo condiciones ambientales del anexo Santa Cruz del Tingo, distrito Molinopampa.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes de investigación

La quinua es considerada un cultivo de amplia variabilidad genética que posibilita la adaptación a diversos ambientes ecológicos como valles interandinos, altiplano, yungas, salares y a nivel del mar. La quinua es una alternativa a los cultivos tradicionales en el escenario de cambio climático por su capacidad de adaptarse a suelos marginales, déficit hídrico y heladas (Sosa, Brito, Fuentes y Steinfort, 2017).

Según la FAO y Universidad Nacional Agraria La Molina [UNALM] (2016), en el Perú, en 2013, el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) y algunas universidades publicaron catálogos de accesiones de quinua conservadas en sus bancos de germoplasma, accesiones de gran valor para fines académicos, investigativos y generación de nuevas variedades. En el Perú según Apaza *et al.*:

Existe escasa información de la caracterización agrobotánica, fenológica, reacción a factores bióticos y abióticos, así como valor nutricional de las variedades comerciales, que sea de utilidad para la orientación de agricultores y empresarios agrícolas, para elegir aquellas con mejor adaptación o respuesta a cada agro ecosistema productivo y a la demanda del mercado (2013, p. 9).

Brandán de Antoni *et al.* (2013) realizaron una investigación con el cv. CICA en Tucumán, Argentina, donde sembraron a chorrillo en dos bordos de surcos separados 70 cm, en parcelas de 3 m de longitud, al efectuar el raleo dejaron 13 – 15 pantas por metro.

Valencia (2015) en una investigación sobre aclimatación de cinco variedades de quinua que realizó en el caserío La Victoria, provincia Santiago de Chuco, región La Libertad, concluyó que la variedad Blanca de Junín tardó mayor número de días a la madurez fisiológica que Salcedo INIA, Hualhuas, Huancayo e Illpa INIA, además reportó diferencias altamente significativas para el rendimiento, donde la variedad Blanca de Junín obtuvo mayor rendimiento y Salcedo INIA obtuvo el menor rendimiento por hectárea.

Lazo (2016) investigó la adaptación de cuatro variedades y cinco líneas de quinua en tres ecozonas, en donde para la variable altura de planta en Puno la variedad Pasankalla presentó un menor tamaño con 89 cm, las variedades Salcedo INIA, Kancolla, Koytu,

Huariponcho, Choclito y Chulpi rojo, se desempeñaron de manera parecida en Camaná, Arequipa y Puno. En cuanto a la variable grosor de tallo la variedad Salcedo INIA presentó mayor grosor en Arequipa y Puno y en cuanto a rendimiento la variedad Pandela rosada presentó los mayores rendimientos en Arequipa con 7,5 t/ha y en Puno con 2,1 t/ha, además las variedades Huariponcho, Salcedo INIA, y Pasankalla presentaron buena adaptación en las tres ecozonas evaluadas.

Soto *et al.* (2017) obtuvieron mayores rendimientos de Amarilla Maranganí que de Salcedo INIA, INIA-Altiplano e INIA 420-Negra Collana. En una investigación en Cutervo, Cajamarca, Sánchez y Chapoñan (2017) reportaron un rendimiento menor de la variedad Pasankalla que Mantaro sembradas a 80 cm entre surcos.

Gómez, Julon, Aguilar, Falconi e Ibañez (2017) estudiaron el comportamiento de ocho líneas mutantes de quinua Pasankalla en dos sistemas de cultivo, ecológico y convencional, donde en el sistema convencional la variedad Pasankalla obtuvo un rendimiento de 2 075,2 kg/ha y el mildiu tuvo 15,3% de severidad.

Rosas (2015) hizo una evaluación agronómica de diez variedades de quinua bajo dos sistemas de cultivo en La Unión-Leticia, Tarma, de la cual reportó que el sistema de tecnología media fue superior al sistema tradicional, obteniéndose mayores rendimientos, calidad de grano y rentabilidad, además las variedades de quinua: Amarilla de Maranganí, Blanca de Hualhuas, INIA-Altiplano e Illpa-INIA sobresalieron con respecto a las demás, al alcanzar mayores rendimientos, mayor tamaño de grano; mayor contenido proteico de grano y mayor rentabilidad.

Huamán, Vásquez, Salas y Bobadilla (2017) investigaron el efecto de las dosis de un biofertilizante y abonos orgánicos, en el rendimiento de quinua variedad Negra Collana, en Chachapoyas, Amazonas y reportaron que el tratamiento con mejor respuesta agronómica fue el T7 (humus 5 tn/ha mas guano de isla 2 tn/ha y biol a una dosis de 5 L/20 L de agua) con el cual la variedad produjo 3,01 tn/ha.

Con respecto al mildiu de la quinua Danielsen & Ames (2000) encontraron que el mildiu bajo condiciones de alta presión de la enfermedad redujo los rendimientos de 33 a 58% en varios cultivares de quinua (LP-4B, La Molina 89, Blanca de Juli, Kancolla, Jujuy, Amarilla de Maranganí e Ingapirca).

En Amazonas desde 2012 se ha venido sembrando quinua en parcelas de productores de las provincias de Luya, Bongará y Chachapoyas, los ecotipos fueron Mantaro, Salcedo INIA, Blanca de Junín, Pasankalla, Negra Collana.

Lazo (2016) en su investigación sobre adaptación de variedades y líneas de quinua utilizó un distanciamiento de 20 cm entre golpe de siembra y 70 cm entre surco, por cada golpe colocó 15 semillas. Sánchez y Chapoñan (2017) encontraron que con un distanciamiento entre surcos de 40 cm rindió 2 454,61 kg/ha, mientras que a 80 cm entre surcos sólo rindió 1 210,78 kg/ha en promedio.

Tapia; Lozada, E.; Lozada, C. y Aguirre (2017) demostraron que utilizando riego tecnificado se puede obtener rendimientos comerciales sobre los 4 500 kg/ha, así mismo en su investigación destacaron los cultivares de valle como Amarilla Maranganí.

En su investigación Huamán *et al.* (2017) en quinua Negra Collana, reportaron como enfermedad al mildiu (*Peronospora variabilis*) y como plagas a *Agrotis* sp. y cigarritas (*Empoasca* spp.). El daño por aves plagas y sus medidas de control fue investigado por Robles, Jacobsen, Rasmussen, Otazu y Mandujano (2003), quienes reportaron que palomas, jilgueros y gorriones causaron una pérdida de 41% en la variedad Kancolla pero no reportaron diferencias significativas entre el daño a variedades dulces y amargas. Por otro lado Delgado *et al.* (2017) reportaron al complejo de palomas como las que más consumen granos, los daños ocasionados fueron de 11%, 21% y 28% en Arequipa, Cusco y Puno respectivamente.

En resumen, Valencia (2015) reportó mayor rendimiento de la variedad Blanca de Junín que de Salcedo INIA, en cambio Rosas (2015), Tapia *et al.* (2017) y Soto *et al.* (2017) encontraron que la variedad Amarilla Maranganí tuvo mejor rendimiento que INIA-Altiplano; por otro lado, Lazo (2016) reportó mayor rendimiento de Salcedo INIA que Kancolla y ésta mayor rendimiento que Pasankalla. En cuanto a enfermedades el mildiu es reportado como la enfermedad principal, mientras que para plagas se reporta a kona kona y a aves.

3.2 Bases teóricas

La quinua, grano andino milenario o grano de oro, que en quechua significa “grano madre” (Muñoz y Acevedo, 2002, p. 8) cuyo nombre científico es *Chenopodium quinoa* Willd., es una planta dicotiledónea anual, resistente a factores adversos de suelo y clima

(PROINPA, 2011). Se le denomina como un pseudocereal porque, si bien no pertenece a la familia de las Poaceae que agrupa a los cereales "tradicionales", su alto contenido de almidón permite que sea usada habitualmente como un cereal. Este cultivo se produce en los Andes de Bolivia, Perú, Argentina, Chile, Colombia y Ecuador, así como en EE UU (MINAGRI, 2015).

La existencia de diferentes tipos mayores o grupos de quinua (que se podrían denominar razas) cultivados en zonas determinadas: nivel del mar, valles interandinos, altiplano y zonas casi desérticas como los salares en Bolivia, confirma su gran adaptación a diferentes climas (Tapia, 2007).

3.2.1 Clasificación taxonómica

Según Germoplasm Resources Information Network [GRIN] (2017) la quinua se clasifica de la siguiente manera:

Reino: Vegetal

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Caryophyllales

Familia: Chenopodiaceae

Sub familia: Chenopodioideae

Género: *Chenopodium*

Sección: *Chenopodia*

Subsección: *Cellulata*

Especie: *Chenopodium quinoa* Willd. subsp. *quinoa*

3.2.2 Origen de la quinua

La quinua es originaria de los andes (Gómez y Eguiluz, 2011), adaptada a condiciones agroecológicas extremas (sequías, heladas), se le atribuye su origen a la zona andina del Altiplano peruano-boliviano, donde su principal centro de origen es la cuenca del lago Titicaca (Navruz & Sanlier, 2016; Toro, 2017), cuenca caracterizada por la gran

cantidad de especies silvestres y gran variabilidad genética de quinua, principalmente en ecotipos, reconociéndose cinco categorías básicas.

3.2.3 Grupos de variedades según las zonas de adaptación ecológica

Las quinuas, según su adaptación ecológica en las principales zonas de producción, se pueden agrupar en cinco tipos mayores (FAO, 2017):

Quinuas de valles secos (Junín) y de valles húmedos (Cajamarca)

En las quinuas de valle hay diferencias entre aquellas que se desarrollan en valles interandinos con riego, como ocurre en Urubamba (Perú) y Cochabamba (Bolivia), y entre aquellas que se cultivan en seco como en Huaraz, valle del Mantaro, Ayacucho y Abancay (Perú). Las primeras alcanzan una altura de hasta tres metros.

Crecen en los valles interandinos de 2 000 a 3 600 msnm, se caracterizan porque tienen gran desarrollo, pueden llegar de 2,0 a 2,5 m de altura, son ramificadas, su periodo vegetativo es largo, con panojas laxas, con inflorescencia amarantiforme, son tolerantes al mildiu, en este grupo tenemos a la Blanca de Junín, Amarilla de Maranganí y Rosada de Junín.

Las variedades de los valles están adaptadas a temperaturas que fluctúan entre 10 y 18°C y no son resistentes a las heladas. Algunas variedades de quinua de los valles tienen resistencia, mayormente cuantitativa, al mildiu (*Peronospora variabilis* = *Peronospora farinosa*) (FAO y UNALM, 2016).

Quinuas de Altiplano (blancas alrededor del lago Titicaca y de colores en la zona agroecológica Suni)

Las quinuas del altiplano también se producen bajo condiciones variables: baja precipitación y condiciones climáticas de temperatura favorables como alrededor del lago Titicaca, en lagunas o quebradas cercanas a ríos de donde son originarias las variedades Kancolla, Blanca de Juli y Tahuaco. Aquellas que se adaptan a las planicies altas, a 3 900 msnm, son la Cheweca, Ccoitu, Wariponcho, Chullpi y Witulla, con panojas coloreadas y que soportan temperaturas más bajas.

Estos cultivos se caracterizan por tener buena resistencia a las heladas, son bajos en tamaño, no ramificados (tienen un solo tallo y panoja terminal que es glomerulada densa), llegan a tener una altura de 1,0 a 2,0 m, con periodo vegetativo corto, se tiene

quinuas precoces como: Illpa-INIA y Salcedo INIA, semi-tardías: Blanca de Juli, tardías: como la Kancolla, Chewecca, Tahuaco, Amarilla de Maranganí.

Quinuas de los Salares (al sur de Bolivia)

Son nativas de los salares de Bolivia, son resistentes y se adaptan a suelos salinos y alcalinos, los granos son amargos y tienen alto porcentaje de proteínas miden de 1,0 a 1,5 m de altura, presentan un solo tallo desarrollado.

Quinuas del nivel del mar (Chile)

Las quinuas de nivel del mar están más adaptadas a condiciones húmedas y con temperaturas más regulares; se ubican sobre todo en latitudes al sur de los 30° S (Concepción y Valdivia, Chile).

Generalmente no ramificadas y los granos son de color amarillo a rosados y a su vez amargas, las quinuas se caracterizan por tener un fotoperiodo largo y la coloración de los granos de color verde intenso y al madurar toman una coloración anaranjada y los granos son de tamaño pequeño y de color blanco o anaranjado.

Quinuas de la zona agroecológica Yunga y de Ceja de Selva (Bolivia)

Existe un grupo muy reducido de quinuas que se han adaptado a las condiciones de la zona agroecológica Yunga de Bolivia, a alturas entre los 1 500 y 2 000 msnm, con la característica de tener el tallo de color naranja al estado maduro, al igual que el perigonio. Su adaptación a climas subtropicales les permite adecuarse a niveles más altos de precipitación y calor. Existe una sola colección efectuada en Bolivia y las muestras de este grupo crecieron adecuadamente en K'ayra (Perú) a 3 300 msnm, presentando un largo período vegetativo de más de 200 días.

3.2.4 Variabilidad genética

Según Tamayo (2010), la quinua es una especie alotetraploide, tiene 36 cromosomas somáticos, repartidos en cuatro genomios, con un número básico de nueve cromosomas ($4n = 4 \times 9 = 36$). El color de las plantas de quinua es un carácter de herencia simple; en cambio el color de los granos es por la acción de agentes complementarios, siendo el color blanco un carácter recesivo y “el color negro del grano es dominante sobre cualquier otro color” (Tamayo, 2010, p. 13).

En quinua el tipo de inflorescencia glomerulada es dominante sobre el tipo amarantiforme. El contenido de saponina es heredable, siendo recesivo el carácter dulce. La saponina se ubica en la primera membrana. Su contenido y adherencia en los granos es muy variable y ha sido motivo de varios estudios y técnicas para eliminarla, por el sabor amargo que confiere al grano (Gandarillas, 1979).

El Perú es el principal foco de diversidad con más de 3 000 muestras de ecotipos tanto cultivados como silvestres (PROINPA, 2011). Algunas variedades con mayor difusión y mayor aceptación por el mercado son: Salcedo INIA, INIA 431 – Altiplano, Illpa-INIA, Blanca de Junín, Kancolla, Chewecca, Tahuaco, Camacani I y Camacani II.

INIA 431-Altiplano

Variedad de quinua de Altiplano, blanca, se liberó en Puno el año 2013 por el INIA. Su zona de adaptación es la zona agroecológica circunlacustre y suni del altiplano puneño entre los 3 800 y 3 950 msnm, con clima semi seco frio, precipitación pluvial de 400 a 560 mm, con temperaturas de 6 ° a 17 °C, en suelos de textura franco y franco arenoso con pH de 5,5 a 7,8. Actualmente se cultiva en costa (Apaza *et al.*, 2013).

Tiene un crecimiento herbáceo y hábito de crecimiento simple, altura de planta de 1,50 m, su diámetro de tallo va de 2,10 a 2,50 cm, la forma de panoja es amarantiforme, la longitud de panoja es 33,80 cm. Su ciclo vegetativo en el altiplano es de 150 días y en la costa de 120 días. Rendimiento promedio de grano de 3,0 t/ha. Peso de mil granos es 3,3 g. Es una variedad susceptible a mildiu (SENASA s.f.).

Amarilla de Maranganí

Planta erecta con hábito de crecimiento ramificado hasta el segundo tercio, con abundante follaje, de tallo grueso, planta de color verde oscuro característico, proviene de selección masal de la zona de Sicuani (Cusco), seleccionada en Andenes (INIA) y Kayra (CICA-UNSA), altura de planta de 1,65 a 1,70 m, grano de color amarillo, con alto contenido de saponina, tiene un periodo vegetativo de 190 a 210 días (FAO e INIA, 2013).

Forma de la panoja glomerulada, la longitud de panoja es de 40,0 a 65,0 cm, a la madurez la planta es completamente anaranjada, el peso de mil granos (g) es de 2,70 a 3,10 g grano grande (2,5 mm). Variedad tolerante a mildiu, “resistente a mildiu y susceptible a heladas” (FAO y UNALM, 2016, p. 31).

Adaptación óptima en los pisos de valles interandinos de las regiones de Cusco y Apurímac, hasta los 3650 msnm, rendimiento promedio de grano es de 3,50 t/ha, pero tiene alto potencial de rendimiento que supera las 6,0 t/ha.

INIA 420 - Negra Collana

Variedad de quinua negra liberada en Puno en 2008 por la EEA Illpa (INIA), su zona de adaptación es la zona agroecológica Suni del altiplano entre los 3 800 y 3 900 msnm, con clima frío seco, precipitación pluvial de 400 a 550 mm, con temperaturas de 4 °C a 15 °C, en suelos de textura franco y franco arenoso con pH de 5,5 a 8,0. También se adapta a valles interandinos y a la costa peruana.

Tipo de crecimiento herbáceo, hábito simple, su ciclo vegetativo dura 138 días en el altiplano y 115 en valles interandinos, la altura de planta es de 1,20 – 1,30 m, diámetro de tallo de 1,10 – 1,30 cm, la forma de la panoja es glomerulada, la longitud de panoja de 30 - 35 cm, el peso de mil granos es 2,03 g. Es una variedad tolerante al mildiu y de rendimiento promedio de 3 010 kg/ha (INIA, s.f).

Mantaro

Ecotipo de valle interandino, originada del cruce de Huancayo x Sajama, variedad semidulce color de grano blanco (Tapia, 2007), rendimiento de 3,5 a 4,5 tn/ha, alto contenido en saponinas, altitud de 3 000 a 3 800 msnm, periodo vegetativo de 135 a 145 días, tolerante a mildiu (Fuentes, 2008).

Salcedo INIA

Liberada en Puno en 1995 por la EEA Illpa INIA, adaptada al Altiplano en la zona agroecológica circunlacustre y suni del altiplano entre los 3 800 y 3 950 msnm, con clima semi seco frío, con temperaturas de 6 a 17 °C, en suelos de textura franco y franco arenoso con pH de 5,5 a 7,8, valles interandinos y costa de 640 a 1 314 msnm, temperatura máxima de 24 a 25 °C en suelos de textura arenosa (Apaza *et al.*, 2013).

Hábito de crecimiento simple, su ciclo vegetativo dura 135 días en valles interandinos y 120 días en costa. La altura de planta es de 1,48 a 1,70 m, diámetro de tallo de 1,90 a 2,30 cm, grano de color blanco, el rendimiento promedio del grano es de 2,50 t/ha en zona alto andina y 6,50 t/ha en costa y valles interandinos, la forma de la panoja es glomerulada, la longitud de panoja varía de 34,0 a 40,0 cm, el peso de mil granos (g) es

de 3,10 a 3,70 g, tolerante al mildiu (FAO y UNALM, 2016), pero según el SENASA (s.f) esta variedad es susceptible a mildiu.

Kancolla

Obtenida por la selección masal de ecotipos de Cabanillas (Puno), grano mediano de 1,6 a 1,9 mm de diámetro, de color blanco o rosado, alto contenido en saponina, tipo de panoja glomerulada, periodo vegetativo 160 a 180 días (tardía), rendimiento de 3 500 kg/ha, tolerancia intermedia al mildiu (FAO y UNALM, 2016), muy atacado por *Eurysacca quinoa* Povof. (Apaza *et al.*, 2013)

De acuerdo con Apaza V. *et al.* (2013) es una planta de color verde, de tamaño mediano alcanzando 80 cm de altura, panoja generalmente amarantiforme, resistente al frío y al granizo, rendimiento promedio de 2 500 kg/ha, segrega a otros colores desde el verde hasta el púrpura. Según Mujica, Izquierdo y Marathee (2010) es resistente a adversidades climáticas.

Blanca de Junín

Liberada en Junín por la Universidad Nacional del Centro del Perú, adaptación óptima en los pisos de valles interandinos hasta los 3 500 msnm.

Hábito de crecimiento ramificado hasta el tercio inferior, ciclo vegetativo de 160 a 180 días, altura de planta de 1,50 a 1,70 m, diámetro de tallo de 1,50 a 1,70 cm el rendimiento promedio de grano es 2,50 t/ha. Forma de panoja glomerulada, la longitud de panoja es de 33,40 a 48,50 cm, el peso de mil granos es de 2,10 a 3,80 g. Variedad susceptible a mildiu (Apaza *et al.*, 2013).

INIA 415 Pasankalla

Obtenida por selección planta surco en Puno. Es una variedad de color de grano plumizo a rosado, de sabor amargo, con gran aceptación en el mercado externo por sus cualidades de transformación. Su mejor desarrollo se logra en la zona agroecológica Suni del altiplano y soporta un clima frío seco, su rendimiento potencial es de 4,5 t/ha (INIA, 2013)

La planta alcanza una altura de 130 cm y tiene un periodo vegetativo precoz de 144 días en el altiplano, presenta tolerancia al mildiu (Rosas, 2015).

3.2.5 Mejoramiento genético

Los objetivos del mejoramiento en quinua están centrados en encontrar materiales con alto rendimiento, libre de saponinas, grano grande, resistencia a plagas y enfermedades, plantas uniformes, erectas y cortas, de panoja única terminal y glomérulos concentrados (Bonifacio, Vargas, Alcón y Apaza, 2001) y a la obtención de variedades precoces y semiprecoces (Vargas, 2013). Por otro lado, según Apaza V. *et al.*:

Las preferidas en el mercado nacional e internacional son las variedades que tienen grano grande y colores claros; no obstante, existe una demanda creciente de grano de colores amarillo, rojo y negro. En el caso de quinua perlada y hojuelas, es determinante que el grano sea grande. Sin embargo, para la elaboración de harina, el tamaño de grano es importante, pero no determinante (2013, p.12).

Los métodos de mejoramiento aplicados por el INIA para el desarrollo de variedades de quinua son:

- La selección (puede ser masal, individual y panoja-surco)
- Los cruzamientos
- Selección de compuestos varietales

3.2.6 Densidad poblacional de plantas de quinua

La densidad necesaria para maximizar es la que garantiza coberturas adecuadas para interceptar al máximo la radiación incidente que determina el rendimiento y máxima partición de materia seca a destinos reproductivos. De acuerdo con Tapia (2007) en la siembra por surcos la distancia debe ser de 40 – 60 cm y máximo 10 plantas por metro lineal.

Pero según el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (s.f.) la distancia entre surcos es de 50 – 80 cm, en caso de la variedad Salcedo INIA, recomienda 15 – 20 plantas por metro lineal (Ficha técnica de la variedad Salcedo INIA, s.f), sin embargo la Dirección Regional de Agricultura – Áncash (s.f) recomienda una densidad de 12 - 15 plantas por metro lineal y según Sánchez B. (2013) para un semillero “la finalidad es obtener una densidad final de 25 a 27 plantas por m² (250 a 270 mil plantas por ha)”.

3.2.7 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo

Las condiciones climáticas y el suelo tienen influencias muy marcadas en la producción y productividad de la quinua. En lo siguiente se detalla las tolerancias y necesidades de la quinua frente a estos factores ambientales.

Suelo

La quinua prefiere un suelo franco arenoso a franco arcilloso, con buen drenaje, pH neutro o cercano a la neutralidad, con pendientes moderadas, con profundidad promedia y un contenido medio de nutrientes (FAO y UNALM, 2016). Es exigente en nitrógeno, calcio, moderadamente en fósforo y potasio (Solid OPD, 2010).

También puede adaptarse a suelos franco arenosos, arenosos o franco arcillosos, siempre que se le provea de nutrientes y no exista la posibilidad de encharcamiento del agua, puesto que es muy susceptible al exceso de humedad sobre todo en los primeros estados, cuatro o cinco días de exceso de humedad afectará el desarrollo de la planta (Tapia y Fries, 2007).

Fertilización

La quinua responde muy bien a altas dosis de fertilización, alcanzando rendimientos de 6 a 7 t/ha (FAO y UNALM, 2016). Tapia (2007) menciona que existe una buena respuesta por parte de la quinua a la parcialización del nitrógeno, aplicando la mitad a la siembra y la otra mitad a los 50 días de la emergencia. También necesita pequeñas cantidades de microelementos como hierro, boro, zinc, cobre, sodio, molibdeno, cloro, cobalto y sílice (FAO y UNALM, 2016).

El nitrógeno se aplica en dos etapas, el fósforo y el potasio se aplican a la siembra, en bandas cerca de las semillas (FAO y UNALM, 2016).

Para un nivel tecnológico medio en Sierra Norte (Ficha técnica de la variedad Salcedo INIA, s.f) recomienda para la variedad Salcedo INIA una dosis de fertilizantes NPK de 200:135:80, Mg: 20 S: 30 Ca: 40

A continuación, se presenta una tabla (Tabla 1) con la absorción y remoción de nutrientes por el cultivo de quinua según (FAO y UNALM, 2016):

Tabla 1. Absorción y remoción de nutrientes esenciales N, P y K por quinua con un rendimiento de 4 t/ha de granos.

| Nutrientes | Grano en estado de leche | Madurez de cosecha | | |
|------------|--------------------------|--------------------|---------------------------|--------|
| | | Remoción en granos | Remoción en Tallo-follaje | |
| Nitrógeno | Contenido (g/kg) | 15,00 | 21,00 | 4,00 |
| | Absorción (kg N /ha) | 100,00 | 75,00 | 20,00 |
| Fósforo | Contenido (g/kg) | 5,00 | 5,50 | 1,50 |
| | Absorción (kg P /ha) | 30,00 | 20,00 | 7,00 |
| Potasio | Contenido (g/kg) | 60,00 | 15,00 | 26,00 |
| | Absorción (kg K /ha) | 400,00 | 55,00 | 130,00 |

Fuente: FAO y UNALM (2016)

Aplicación

A la siembra: Los fertilizantes fuente de nitrógeno, fósforo y potasio mezclados deben ser colocados cerca de las semillas y cubiertos con suelo antes de la siembra para evitar el contacto con las mismas.

Al desarrollo vegetativo: En el proceso de deshierbo-desahíje-aporque se debe realizar la segunda aplicación de nitrógeno. Esta aplicación debe ser hecha en suelo húmedo y taparlo con tierra al aporque.

A la formación de inflorescencia: La Ficha técnica de la variedad Salcedo INIA, s.f) recomienda realizar la aplicación de la mezcla de fertilizantes como abono de fondo al momento del surcado en la proporción 35% N, 100% P, 100% K, 100 % Ca (en materia orgánica) 100% S, 100% Mg. De requerirse una tercera aplicación hacerla en suelo húmedo o foliar.

pH del suelo

La quinua tiene un amplio rango de crecimiento y producción a diferentes pH, se ha observado que da producciones buenas en suelos alcalinos de hasta 9 de pH, en los salares de Bolivia y de Perú, como también en condiciones de suelos ácidos encontrando el extremo de acidez donde prospera la quinua, equivalente a 4,5 de pH, en la zona de Michiquillay en Cajamarca, Perú. “La quinua prospera muy bien en un rango de pH de 5,5 a 7,8” (FAO y UNALM, 2016, p. 47).

Es pertinente resaltar que existen genotipos adecuados para cada una de las condiciones extremas de salinidad o alcalinidad, por ello se recomienda utilizar el genotipo más adecuado para cada condición de pH, y esto se debe también a la amplia variabilidad genética de esta planta (Tapia y Fries, 2007).

Agua

En cuanto a la precipitación:

- Óptimo: 300 – 500 mm
- Máximo: 600 – 800 mm

En cuanto al agua, según Tapia (2007) la quinua es un organismo eficiente en el uso, a pesar de ser una planta C3, puesto que posee mecanismos morfológicos, anatómicos, fenológicos y bioquímicos que le permiten no solo escapar a los déficits de humedad, sino tolerar y resistir la falta de humedad del suelo en años más o menos secos de 300 – 500 mm de agua, pero sin heladas se obtiene buena producción.

Riego

Bajo condiciones de riego en costa se ha observado que el cultivo requiere entre 5 000 a 10 000 m³ con riego de gravedad y de 3 500 a 7 500 m³ con riego por goteo. La demanda de agua o cantidad aplicada varía por el clima (invierno, primavera, verano), el suelo (arenosos, francos, arcillosos, etc.), el cultivo-variedad (precoces o tardías), y el sistema de riego empleado (FAO y UNALM, 2016).

Prefloración, floración y grano lechoso son más sensibles al estrés hídrico. La sensibilidad en quinua en la etapa de desarrollo es similar a la del maíz. Es aconsejable el riego suplementario en periodo de días largos de sequía.

Clima

La quinua por ser una planta muy plástica y tener amplia variabilidad genética, se adapta a diferentes climas desde el desértico, caluroso y seco en la costa hasta el frío y seco del altiplano, pasando por los valles interandinos templados y lluviosos, llegando hasta las cabeceras de la ceja de selva con mayor humedad relativa y a la puna y zonas cordilleranas de grandes altitudes (Mujica *et al.*, 2010).

Temperatura

Los mejores rendimientos se obtienen con una temperatura media de 5 - 14 °C, puede soportar hasta - 4 °C, en determinadas etapas fenológicas, siendo más tolerante en ramificación y más susceptibles en floración y llenado de grano (Mujica y Jacobsen, 2006; Mendoza, 2013).

La temperatura está determinada por la altura, la inclinación y exposición del campo y por la densidad del cultivo. La única posibilidad de influir sobre la temperatura es mediante la selección de un campo bien ubicado y de la densidad de la siembra.

Para una germinación aceptable la temperatura mínima para la quinua es de 5 °C. Temperaturas mayores a 15 °C, causan pérdidas por respiración, hay mayor riesgo de daños por insectos (sí las condiciones son secas) u hongos (sí las condiciones son húmedas). La presencia de veranillos prolongados, con altas temperaturas diurnas fuerza la formación de la panoja y su maduración, lo que repercute en bajos rendimientos.

Heladas

Las heladas se dan por temperaturas menores de - 4 °C y causan rupturas del plasma mediante la formación de cristales de hielo en las intercelulares de la planta (Tapia y Fries, 2007). La resistencia de la quinua frente a las heladas depende:

Del estado fenológico: La quinua resiste sin problemas heladas hasta - 5 °C por 20 días, excepto en sus fases críticas, que son los primeros 60 días después de la siembra (dds) y la fase de la floración.

De la variedad: Hay ecotipos que resisten bien a heladas hasta - 8 °C, y que después de daños ocurridos se recuperan a través de la producción de ramas secundarias.

Sequía

La quinua soporta épocas de sequía prolongada hasta 60 días, excepto en los estados fenológicos de germinación hasta 4 hojas verdaderas, floración y madurez de estado lechoso. Durante estas fases necesita casi 5 mm/día para un abastecimiento óptimo.

La resistencia a la sequía de algunas variedades, como las de los salares y las del altiplano, está relacionada a varios factores como mayor desarrollo de las raíces, menor número de hojas y caída de hojas al momento de formación de la inflorescencia, las células de las hojas tienen menor pérdida de humedad por transpiración (Mujica *et al.*, 2006).

Humedad

En lo referente a la humedad relativa, la quinua crece sin mayores inconvenientes desde el 40% en el altiplano hasta el 100% de humedad relativa en la costa, esta alta humedad relativa se presenta en los meses de mayor desarrollo de la planta, lo que facilita que prosperen con mayor rapidez las enfermedades fungosas como es el caso del mildiu, por ello en zonas con alta humedad relativa se debe sembrar variedades resistentes al mildiu (Mujica *et al.*, 2010).

Granizo

Los granizos causan daños en el follaje, reduciendo la fotosíntesis y el rendimiento. Hay una pérdida mayor en el estado de madurez del grano, porque puede causar un desgrane completo (Tapia y Fries, 2007).

Viento

Cuando las lluvias vienen acompañadas de fuertes vientos, producen el volcamiento o “acame” de la quinua. Por lo que los granos no llenan las panojas, produciéndose el vaneamiento. Los vientos secos y calientes pueden adelantar la maduración del grano si se presentan después de su formación, lo cual trae como consecuencia el adelgazamiento del mismo y consecuentemente la pérdida de su calidad (Mujica y Jacobsen, 2006).

En determinados sectores del norte del país donde se cultiva quinua se aprovechan los fuertes vientos que aparecen en los meses de agosto y septiembre para “ventear” el grano después de que este ha sido sometido al proceso de trilla.

Radiación

La quinua soporta radiaciones extremas de las zonas altas de los andes, sin embargo, estas altas radiaciones permiten compensar las horas de calor necesarias para cumplir con su periodo vegetativo y productivo. Los sectores de más alta iluminación solar son los más favorables para el cultivo de la quinua, ya que ello contribuye a una mayor actividad fotosintética (Mendoza, 2013).

Fotoperiodo

El fotoperiodismo de la quinua es variable, depende de su origen, las variedades que vienen de cerca de la línea ecuatorial son cultivos de día corto en dos aspectos de su

desarrollo: necesitan por lo menos 15 días cortos (menor que 10 horas de luz) para inducir la floración y también para la maduración de los frutos (Mendoza, 2013).

Este cultivo prospera adecuadamente con 12 horas de luz por día, en el hemisferio sur. Presenta genotipos de días cortos, de días largos e incluso indiferentes al fotoperiodo, *adaptándose* fácilmente a estas condiciones de luminosidad.

Altitud

La quinua crece y se adapta desde el nivel del mar hasta cerca de los 4 000 msnm, pero su mejor producción se consigue en el rango de 2 500 – 3 800 msnm (Mujica y Jacobsen, 2006). El mayor potencial productivo se obtiene al nivel del mar habiendo obtenido hasta 6 t/ha, con riego y buena fertilización.

3.2.8 Características botánicas

Raíz. – La raíz es pivotante vigorosa y de la cual emergen raíces secundarias (Gómez y Eguiluz, 2011), cuando la raíz está totalmente desarrollada puede alcanzar hasta 1,50 m de profundidad según los tipos de suelos (Tapia, 2007).

Tallo. - Es cilíndrico en la base tornándose anguloso a partir de la zona donde emergen las hojas y ramas (Gómez y Eguiluz, 2011). Según el desarrollo de la ramificación se pueden encontrar plantas con un solo tallo principal y ramas laterales muy cortas en los ecotipos del altiplano, o plantas con todas las ramas de igual tamaño en los ecotipos de valle, dándose todos los tipos intermedios. Este desarrollo de la arquitectura de la planta puede modificarse parcialmente, según la densidad de siembra que tenga el cultivo (Tapia, 2007).

Hojas. - Son de carácter polimorfo en una sola planta; las hojas basales son romboides, mientras las hojas superiores, generalmente alrededor de la inflorescencia, son lanceoladas y también tiene hojas triangulares (Mendoza, 2013)

Flores. – Las flores son incompletas monoclamídeas (no presentan pétalos), sésiles, ginomonoicas, con estigma trífido (Gómez y Eguiluz, 2011; Mujica *et al.*, 2010)

Inflorescencia. - Es de tipo racimosa y por la disposición de las flores en el racimo se le denomina como una panoja, que varía de 15 a 70 cm (Gómez y Eguiluz, 2011), por el hábito de crecimiento algunas inflorescencias difieren por que pueden ser axilares y terminales. En algunas variedades no se tiene una diferencia clara y pueden ser glomeruladas, amarantiformes e intermedias (FAO y UNALM, 2016)

Fruto. - El fruto es un aquenio tipo utrículo, cubierto por el perigonio, del que se desprende con facilidad al frotarlo cuando está seco. El color del fruto esta dado por el del perigonio y se asocia directamente con el de la planta, de donde resulta que puede ser verde o rojo. La semilla está envuelta por un epispermo que contiene saponina que le confiere un sabor amargo y “su función es aparentemente proteger a la semilla del ataque de pájaros y plagas” (Muñoz y Acevedo, 2002, p. 8).

3.2.9 Fisiología

A continuación, se describe las etapas fenológicas del cultivo de quinua según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología [Senamhi] (2014).

Emergencia

La plántula sale del suelo y extiende las hojas cotiledonales y se observa en el surco las plántulas en forma de hileras nítidas, ocurre de los 7 a 10 días de la siembra (de acuerdo al genotipo). Esta observación se realiza visualmente en los surcos centrales cuando el 50% de las platas ha emergido.

Dos hojas verdaderas

Cuando las hojas cotiledonales tienen forma lanceolada, aparecen dos hojas verdaderas extendidas que ya poseen forma romboidal y se encuentra en botón del siguiente par de hojas y muestra un crecimiento rápido de las raíces. Son sensibles a la alta humedad del suelo. Esta observación se realiza visualmente en los surcos centrales cuando el 50% de la población tiene las dos hojas verdaderas.

Cuatro hojas verdaderas

Se observa dos pares de hojas verdaderas extendidas y aún están presentes las hojas cotiledonales de color verde, encontrándose el botón foliar de las siguientes hojas en el ápice. Se da inicio a la formación de botones en la axila del primer par de hojas, en esta fase la plántula muestra buena resistencia al frío y sequía, pero son sensibles a la alta humedad. Esta observación se realiza visualmente en los surcos centrales cuando el 50% de la población tiene las cuatro hojas verdaderas.

Seis hojas verdaderas

En esta fase se observan tres pares de hojas verdaderas extendidas y las hojas cotiledonales se tornan de color amarillento. En esta fase se nota claramente una

protección del ápice vegetativo por las hojas más adultas, especialmente cuando la planta está sometida a bajas temperaturas, stress por déficit hídrico o salino. En variedades susceptibles el mildiu muestra las estructuras de propagación. Esta observación se realiza visualmente en los surcos centrales cuando el 50% de la población tiene las cuatro hojas verdaderas.

Ramificación

Se observa ocho hojas verdaderas extendidas con presencia de hojas axilares hasta el tercer nudo. Se nota presencia de inflorescencia protegida por las hojas sin dejar al descubierto la panoja. En esta fase, la parte más sensible a las bajas temperaturas no es el ápice sino los órganos por debajo de éste. Durante esta fase se efectúa el aporque y fertilización complementaria para las quinuas de valle. Presencia de minas causado por mosca minadora (*Liriomyza* spp.) en las hojas del tercio medio y baja en valles. Esta observación se realiza visualmente en los surcos centrales cuando el 50% de la población se encuentra en la fase de ramificación.

Inicio de panojamiento

La inflorescencia va emergiendo del ápice de la planta, observándose alrededor aglomeración de hojas pequeñas, las cuales van cubriendo a la panoja en sus tres cuartas partes. Se aprecia un amarillamiento del primer par de hojas verdaderas y se produce una fuerte elongación del tallo, así como engrosamiento. En esta etapa ocurre el ataque de la primera generación de *Eurysacca* spp. (kcona kcona), formando nidos, enrollando las hojas y haciendo minas en las hojas. Esta observación se realiza visualmente en los surcos centrales cuando el 50% de la población se encuentra en inicio de panojamiento.

Panoja

La inflorescencia sobresale con claridad por encima de las hojas, notándose los glomérulos que la conforman. Se puede observar en los glomérulos de la base los botones florales individualizados. Esta observación se realiza visualmente en los surcos centrales cuando el 50% de la población se encuentra en panojamiento.

Inicio de floración

La flor hermafrodita apical se abre mostrando los estambres separados. Fase bastante sensible a la sequía y heladas; se puede notar en los glomérulos las anteras protegidas

por el perigonio de un color verde limón. Esta observación se realiza visualmente en los surcos centrales cuando el 50% de la población se encuentra en inicio de floración.

Floración

La floración es cuando el 50% de las flores de la inflorescencia se encuentran abiertas (anthesis). Esta fase es muy sensible a las heladas, pudiendo resistir solo hasta $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, debe observarse la floración a medio día, ya que en horas de la mañana y al atardecer se encuentran cerradas.

La floración en las panojas de las ramas puede iniciarse durante el periodo de floración de la inflorescencia principal y puede durar más que en la principal. Las flores permanecen abiertas durante 5 a 7 días en promedio y la máxima apertura ocurre entre las 10:00 y las 14:00 horas.

Grano lechoso

La fase de grano lechoso es cuando los frutos que se encuentran en los glomérulos de la panoja, al ser presionados explotan y dejan salir un líquido lechoso. Esta observación se realiza visualmente en los surcos centrales contando el número de plantas de cada parcela experimental que cumplan esta característica.

Grano pastoso

La fase de grano pastoso es cuando los frutos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blanco. Esta observación se realiza visualmente en los surcos centrales contando el número de plantas de cada parcela experimental que cumplan esta característica.

Maduración fisiológica

Grano formado, al presionar con las uñas, presenta resistencia a la penetración. El contenido de humedad del grano varía de 14 a 16%, el lapso comprendido de la floración a la madurez fisiológica viene constituir el período de llenado del grano. En esta etapa ocurre un amarillamiento completo de la planta y una gran defoliación (Muñoz y Acevedo, 2002). Esta observación se realiza visualmente en los surcos centrales contando el número de plantas de cada parcela experimental que cumplan esta característica.

Por la amplia diversidad genética, las variedades de quinoa difieren en la duración del ciclo productivo (Fundación PROINPA, 2015).

3.2.10 Época de siembra

En un ambiente no predecible, para lograr una producción aceptable es necesario acertar la fecha de siembra (Solid OPD, 2010). La Ficha técnica de la variedad Salcedo INIA (s.f) recomienda para la sierra norte de Perú la instalación de la variedad Salcedo INIA a mediados de enero, así mismo para la línea Mantaro para Amazonas se recomienda la siembra de diciembre a abril.

3.2.11 Labores culturales

Control de malezas

Según SENASA (s.f, p. 27) “la labor de pre aporque, antes del aporque es importante, porque estimula el desarrollo de raíces, movimientos hormonales importantes y variables, eliminando los primeros estadios de malezas”.

Control de plagas y enfermedades de la quinua

Lazo (2016) en su investigación sobre adaptación de variedades y líneas de quinua reportó áfidos, trips, gusanos de tierra, para su control aplicó los siguientes productos: Dorsan (clorpirifos) 500 ml/200 L, Lancer (imidacloprid) 150 ml/200L; la mayor incidencia de gusanos cortadores se presentó en la primera semana de siembra para lo cual preparó un cebo tóxico a base de afrecho (80 kg), melaza (10 kg), agua (20 L aprox.), Mata gusano (clorpirifos) 1 kg/80 kg de afrecho, Lasser (Metamidophos) 500 ml/80 kg de afrecho. El cual fue esparcido en cada golpe de siembra de las unidades de investigación.

En lo referente a enfermedades Lazo (2016) reportó al mildiu (*P. farinosa*), para el cual hizo una aplicación preventiva con Protexin (carbendazim) 250 ml/200 L y Ridomil (metalaxil) 1 kg/200 L, al presentarse la enfermedad se usó Dk Zate (cymoxanil + mancozeb) 1 kg/200 L. La enfermedad fue principalmente más intensa a los 60 dds. En la zona de Puno utilizó Dorsan (clorpirifos) 500 ml/200 L, para el ataque del Q'hona-Q'hona (*Eurysacca quinoa* Povolny), el cual se presentó en el estado de llenado de grano hasta la madurez fisiológica del grano.

Las medidas de control de las enfermedades, a diferencia de las plagas insectiles, no dependen de evaluaciones previas en campo sino más bien de medidas preventivas (Cruces, Callohuari y Carrera, 2016b).

Agrotis ipsilon (gusano de tierra)

Las larvas en sus primeros estadios se alimentan de las hojas inferiores de la planta de quinua; larvas más desarrolladas cortan las plantas por la base. Ataca al inicio del desarrollo del cultivo (Cruces *et al.*, 2016a). El umbral de acción es 1 – 2 larvas por metro lineal de surco.

Spodoptera eridanea (gusano cortador de plantas)

Las larvas al emerger se alimentan raspando la epidermis de las hojas. “Larvas más desarrolladas consumen vorazmente el follaje, y pueden subir a la panoja para alimentarse de las flores y los granos en desarrollo. Aparece con mayor incidencia en primavera y verano” (Cruces *et al.*, 2016a, p. 6)

En general para el complejo de noctuidos “se recomienda muestrear 10 plantas por hectárea y si el número promedio de larvas por planta es mayor a uno se recomienda aplicar algún método de control” (FAO y UNALM, 2016, p. 77).

Para control utilizar insecticidas de bajo impacto cuando la infestación alcance el umbral de acción, principalmente los inhibidores de síntesis de quitina, rotándolos con *Bacillus thuringiensis*.

Epitrix spp. (pulga saltona)

En las hojas de la quinua, en especial en plantas pequeñas, se observan numerosos pequeños agujeros circulares, dando la impresión de que las hojas han sido perforadas por tiros de munición fina. Estos agujeros son realizados por los adultos.

Utilizar insecticidas de bajo impacto cuando la infestación alcance (sic) el umbral de acción (Cruces *et al.*, 2016b).

Diabrotica spp. (diabrotica)

Aplicar control cuando se encuentre 2 – 4 adultos por planta. Para el control se utiliza insecticidas.

Liriomyza huidobrensis (mosca minadora)

Las hembras realizan picaduras con el ovipositor para colocar los huevos o para alimentarse junto con los machos de la savia emanada. Al emerger, las larvas realizan minaduras serpenteantes (FAO, 2016). Como consecuencia de ello, las hojas pierden

capacidad fotosintética y posteriormente se secan y caen. A la germinación de las plantas, los adultos y larvas dañan las hojas cotidionales y tallitos.

Utilizar insecticidas de bajo impacto cuando la infestación supere el umbral de acción. Para adultos es recomendable la aplicación de insecticidas piretroides, “mientras que las larvas se controlan con insecticidas traslaminares, entre ellos reguladores de crecimiento como la ciromazina, o neurotóxicos como la abamectina” (Cruces *et al.*, 2016b, p. 18).

Nysius sp. (chinche)

Ninfas y adultos succionan la savia de las plantas en crecimiento y los granos de la panoja en proceso de formación.

Eurysacca spp. (kona kona)

Es una especie fitófaga, es la plaga clave del cultivo de quinua, un ataque intenso puede ocasionar la pérdida total de la producción (Tapia y Fries, 2007). Desde las primeras etapas de desarrollo de la planta, las larvas se comportan como minadoras y pegadoras (Ortiz, Danielsen, Ames y Castro, 2010).

Las larvas de *Eurysacca* spp. (Figura 1) se constituyen en una de las plagas más importantes del cultivo de quinua (Saravia *et al.* 2014; Robles *et al.*, 2003), a medida que crecen, abandonan las minas para infestar hojas nuevas y brotes. En la etapa de panojamiento, las larvas se localizan en el interior de las panojas, alimentándose de los granos. Si se cuentan de tres a seis larvas en una muestra de 10 plantas se recomienda la aplicación de insecticida (FAO y UNALM, 2016). Según Vilca y Carrasco (2013) el Umbral de Daño Económico (UDE) para *Eurysacca* spp. en Ayacucho es de cinco a seis larvas por panoja.



Figura 1. Larva de *Eurysacca melanocampta* en quinua

Ataque de aves

Las aves ocasionan daños durante los primeros y últimos períodos vegetativos de la planta, especialmente en el estado lechoso, pastoso y de madurez fisiológica del grano. Cuando picotean la panoja, producen la caída de un gran número de semillas por desgrane o ruptura de los pedicelos de los glomérulos. El ataque es más notorio en las variedades dulces, donde las pérdidas pueden alcanzar hasta un 40%, especialmente en los alrededores del lago Titicaca y en microclimas donde abundan palomas, tortolitas o «kullkus». Se ahuyentan a los pájaros con pitos y latas. También se coloca águilas o cernícalos disecados en sitios estratégicos, cambiándolos de ubicación a diario, con lo cual se logra controlar en cierto grado dicho ataque (Tapia y Fries, 2007).

Pythium sp., *Fusarium* sp. y *Rhizoctonia solani* (chupadera fungosa)

Los síntomas se presentan en la fase cotiledonal (emergencia) con un estrangulamiento en el tallo de las plántulas a nivel del suelo. El estrangulamiento avanza, y al no haber circulación de nutrientes y agua en el tallo, se produce la caída masiva de las plántulas.

Los síntomas pueden presentarse también en pre emergencia, pudriendo la radícula. La enfermedad avanza hasta podrir completamente la semilla. Las “fallas” se presentan en grupos a lo largo de los surcos, que frecuentemente son atribuidos a problemas mecánicos al momento de la siembra.

Se recomienda el uso de fungicidas sintéticos para evitar esta enfermedad como benomyl, captan o carboxim más thiram (Cruces *et al.*, 2016b)

Peronospora spp. (mildiu)

Es la enfermedad de mayor importancia para el cultivo de la quinua (Cruces *et al.*, 2016b; Ortiz *et al.* 2010; Saravia *et al.* 2014), causa grandes pérdidas en rendimiento de grano especialmente cuando las lluvias se concentran en periodo corto de tiempo (Bonifacio *et al.*, 2001). La enfermedad provoca el enanismo (infección sistémica) y la defoliación prematura, los cuales se traducen en la reducción del rendimiento entre el 10 y el 30% (FAO y UNALM, 2016, p. 63).

Generalmente, “las condiciones ambientales con alta humedad favorecen el desarrollo del mildiu” (Ortiz *et al.*, 2010, p. 87). El mildiu se disemina ya que las oosporas pueden estar adheridas a la superficie del grano

El efecto principal de la enfermedad es la reducción del área foliar fotosintéticamente activa ya que aparecen manchas cloróticas y necróticas en las hojas (Saravia *et al.* 2014). Las condiciones óptimas para el desarrollo de la enfermedad son: alta humedad relativa (>80%) y temperaturas entre 13 a 18 °C, que favorecen la formación de las esporas (Ortiz *et al.*, 2010).

La resistencia genética tiene importancia central para el manejo del mildiu (Saravia, Plata, y Gandarillas, 2014), además se debe hacer un control preventivo para mildiu a los 10-15 días de germinado, puede ser con caldo sulfocálcico, también se aplica fungicidas preventivos como mancozeb, azufre, clorotalonil y azoxistrobin. En los controles curativos tiene mejor resultado el metalaxil (Ficha técnica de la variedad Salcedo INIA, s.f).

En cultivares con alto nivel de resistencia, la incidencia de mildiu en años propicios para el desarrollo de la enfermedad frecuentemente alcanza el 100%. La severidad explica mejor el desarrollo de la enfermedad en términos de intensidad (Danielsen & Ames, 2000).

Cercospora sp. (mancha circular)

Los síntomas iniciales son manchas necróticas en las hojas, de forma más o menos circular a irregular. Cuando los ataques son severos se produce una intensa defoliación y por lo tanto se reduce la capacidad fotosintética, y si la panoja está en formación afecta la calidad de los granos.

El raleo en quinua

Para esta labor debe existir humedad adecuada. Las “plantas vigorosas pueden ser trasplantadas a zonas del campo con baja población” (FAO y UNALM, 2016, p. 54). Se realiza un raleo selectivo, las plantas se escogen de acuerdo a sus características de vigorosidad, libres de plagas o enfermedades.

3.2.12 Rendimiento de la quinua

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 1 400 kg/ha en años buenos. Sin embargo, según el material genético se puede obtener rendimientos hasta de 3 t/ha.

A parte del grano de quinua tenemos al kiri 5 000 kg, que está conformado por los tallos y al jipi, 200 – 300 kg, con mayor porcentaje de proteínas utilizado en la alimentación animal. Conformado por pequeñas partes de hojas y restos de inflorescencias (tépalos o perigonio, pedúnculos).

3.2.13 Importancia nutricional

La mayor importancia de la quinua radica en el contenido de aminoácidos que conforman sus proteínas (lisina y metionina), no siendo excepcionalmente alta en proteínas, aunque supera en este nutriente a otros cereales (Fundación PROINPA, 2011). De acuerdo con Navruz & Sanlier (2016, p. 371) el grano de la quinua tiene “alto valor nutricional por su alto contenido de proteínas, lípidos, fibra, vitaminas y minerales y tiene un extraordinario balance de aminoácidos esenciales” *Traducción mía*. Las leguminosas presentan mayor contenido de proteínas, pero de baja calidad. Siendo la quinua un grano de alto valor biológico.

3.2.14 Adaptabilidad

Las quenopodiáceas pueden sobrevivir en lugares donde otros cultivos no pueden prosperar e incluye cultivos importantes para la producción de alimentos y forraje (Fundación PROINPA, 2011). La quinua “muestra adaptabilidad a pisos altitudinales menores, de tal manera que se puede producir en zonas bajas y aun en ceja de selva” (Mujica, 1999, citado por Quispe 2015).

3.3 Definición de términos básicos

3.3.1 Adaptación de un genotipo

La adaptación es un estado de adecuación a un ambiente dado. Se da cuando un genotipo se ajusta a las condiciones actuales del ambiente, es decir cuando un determinado genotipo presenta buen comportamiento agronómico en áreas de cultivo en zonas donde no prosperaba (Lazo, 2016).

3.3.2 Comportamiento agronómico del cultivo

El comportamiento agronómico es la respuesta del cultivo a las condiciones edafoclimáticas donde se siembra o a las condiciones a que es sometido, puede tener un comportamiento precoz, semiprecoz y tardío (Rosas, 2015).

3.3.3 Genotipo

Es el término específico para referirse a un conjunto de genes de un organismo que lo hacen particular de un grupo de otros organismos (Fuentes, 2008). En este trabajo, genotipo hace referencia a variedades, cultivares o líneas de quinua.

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del experimento

El ensayo se instaló en el Anexo Santa Cruz del Tingo, distrito Molinopampa, provincia Chachapoyas, región Amazonas. Geográficamente situado a $6^{\circ}13'27,16''$ de latitud sur, $77^{\circ}37'28,50''$ de longitud oeste y una altitud de 2 495 msnm como se muestra en la Figura 2. La investigación se realizó en este lugar ya que, en el mapa de zonas potenciales de quinua en Perú, el mencionado lugar presenta buena adaptación potencial.

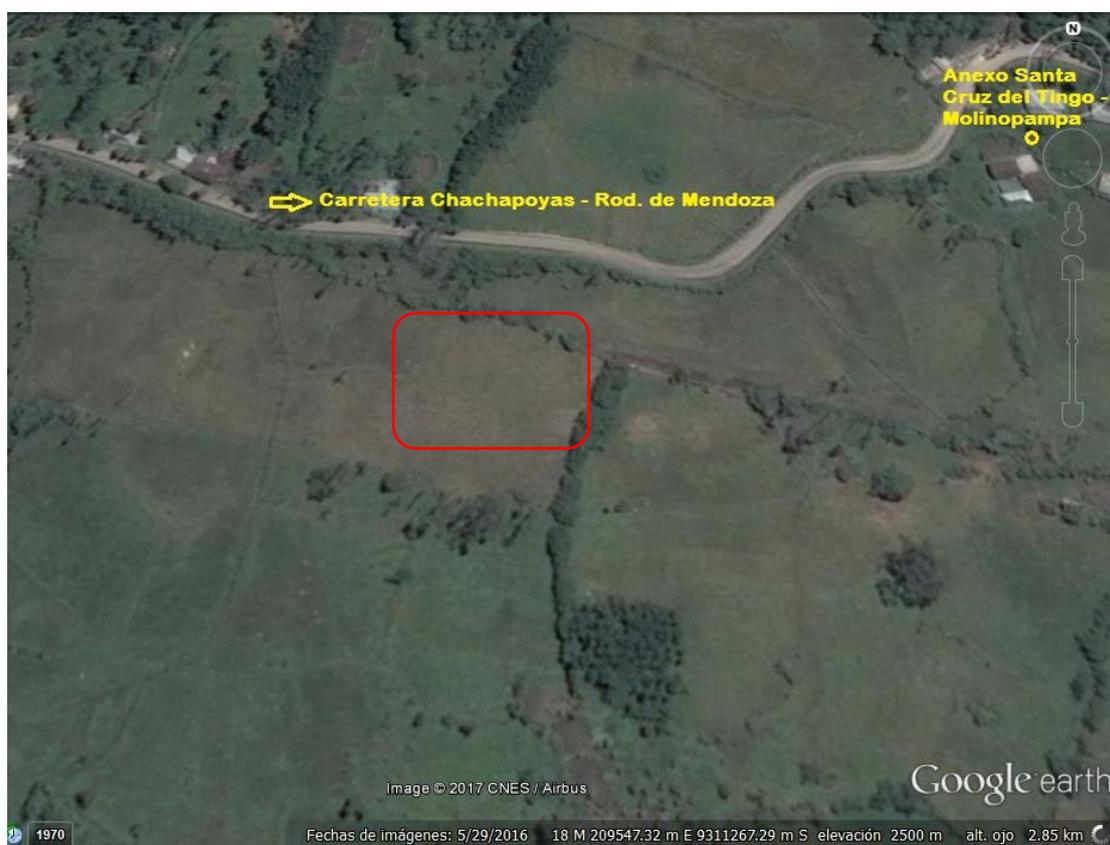


Figura 2. Imagen satelital de ubicación del campo experimental del cultivo de quinua, Molinopampa (Google earth, s.f.)

El campo experimental había sido utilizado para la producción de pasto rye grass por aproximadamente 20 años, antes de la instalación del ensayo.

4.2 Características socioeconómicas y ambientales de la zona

El distrito Molinopampa tiene una población de 2 501 habitantes, el porcentaje de pobreza es de 63,2% y el porcentaje de desnutrición crónica infantil es de 54,6% (Municipalidad Provincial de Chachapoyas, 2015). En el distrito Molinopampa la

actividad principal es la crianza de ganado bovino de leche y el cultivo de productos de pan llevar como papa, frijol y maíz.

Para conocer las características ambientales, los datos meteorológicos se tomaron de manera referencial de la estación meteorológica Chachapoyas, ubicada en la ciudad universitaria de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, se recabaron las temperaturas promedio mensual, precipitación promedio mensual y humedad relativa promedio mensual a lo largo del ciclo del cultivo (enero – junio 2017). En la figura 3 se presenta la fluctuación de la temperatura promedio durante toda la campaña del cultivo, se observa que la temperatura promedio mensual máxima se registró en el mes de mayo, mientras que la temperatura promedio mensual mínima se registró durante el mes de enero. La temperatura promedio durante el ciclo del cultivo fue de 15,7 °C.

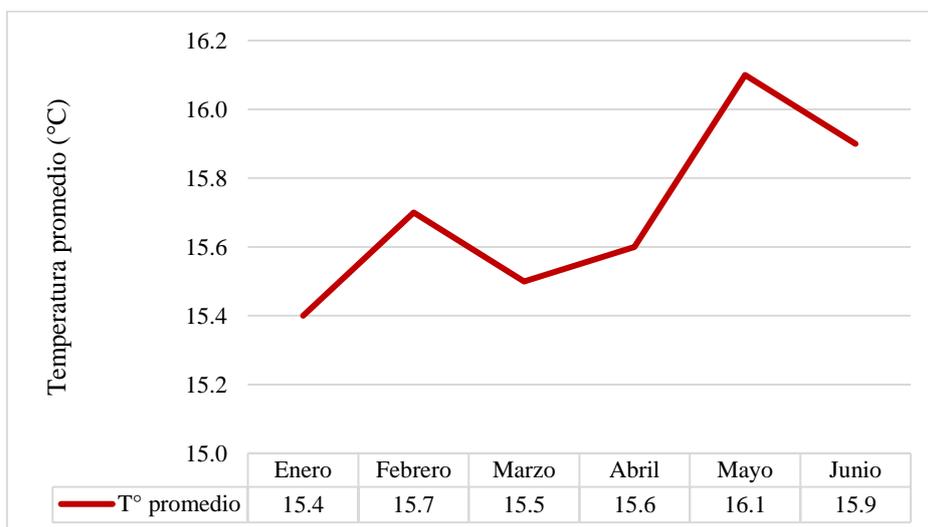


Figura 3. Fluctuación de la temperatura promedio mensual durante los meses de ejecución de la investigación

En la figura 4 se observa la distribución de las precipitaciones a lo largo del ciclo del cultivo, se puede notar que en el mes de marzo las precipitaciones superaron los 200 mm, mientras que en el mes de junio las precipitaciones disminuyeron a 47,7 mm, coincidiendo con la cosecha, en donde se necesita que no haya precipitaciones.

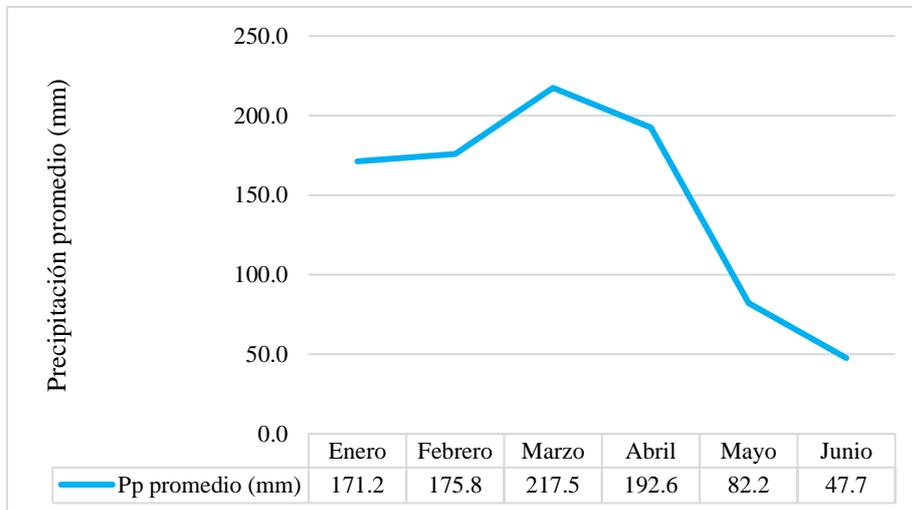


Figura 4. Distribución de las precipitaciones durante los meses de ejecución de la investigación

Además, en la figura 5 se presenta la humedad relativa mensual durante los meses de ejecución de la investigación en campo, la misma que en el mes de marzo superó los 88% de humedad relativa y disminuyó en el mes de junio a 80,3% en promedio.



Figura 5. Fluctuación de la humedad relativa promedio mensual durante la ejecución de la investigación

4.3 Materiales

4.3.1 Material genético

Como material biológico se utilizó ocho genotipos de quinua procedentes de diferentes lugares del Perú (Tabla 2):

Tabla 2. Genotipos de quinua y sus procedencias

| Genotipo | Procedencia |
|------------------------|-------------|
| INIA Altiplano | Arequipa |
| Amarilla Maranganí | Arequipa |
| INIA 420 Negra Collana | Cajamarca |
| Mantaro | Cajamarca |
| Salcedo INIA | Arequipa |
| Kancolla | Arequipa |
| Blanca de Junín | Cajamarca |
| INIA 415 Pasankalla | Arequipa |

4.3.2 Otros materiales y equipos

- Yeso
- Urea
- Fosfato diamónico
- Flexómetro
- Rafia
- Estacas
- Wincha
- Vernier
- Letreros de identificación
- Libreta de campo
- Mochila pulverizadora de 15 L de capacidad
- Balanza digital y analítica
- Nitrosol hoja
- Powergy
- Omex K50
- Cintas brillantes
- Tijera de poda

4.4 Diseño experimental

En este experimento se estudió ocho genotipos de quinua cada uno a dos distanciamientos entre surcos. El experimento fue conducido en un Diseño en Bloque

Completo al Azar (DBCA) con tres réplicas, el cual tiene el siguiente modelo estadístico:

Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + A_j + \beta_k + (AB)_{jk} + E_{ij}$$

Y_{ijk} = Es la observación perteneciente al k-ésimo nivel del factor B, al j-ésimo nivel del factor A en la réplica i.

μ = es la media general

R_i = Es el efecto del i-ésimo bloque

A_j = Es el efecto debido al j-ésimo nivel del factor A

β_k = Es el efecto del k-ésimo nivel del factor B

$(AB)_{ijk}$ = Efecto de la interacción entre k-ésimo nivel del factor B y j-ésimo nivel del factor A

E_{ijk} = Es el error experimental

4.5 Unidad experimental

Cada uno de los ocho genotipos de quinua, a dos distanciamientos entre surcos fueron sembrados en parcelas experimentales. Las parcelas de ambos distanciamientos (Tabla 3) tenían tres surcos de 3,5 m cada uno, con una separación entre surcos de 0,5 m para los tratamientos impares (T1, T3, T5, T7, T9, T11, T13, T15) y 0,7 m para los pares (T2, T4, T6, T8, T10, T12, T14, T16) de acuerdo con el diseño de tratamientos. Se tuvo tres réplicas por cada tratamiento, por lo que al ser 16 el número de tratamientos, se utilizó 48 parcelas experimentales en total. Como parcela útil sólo se consideró el surco central y se descartó como bordura 0,25 cm a cada extremo del surco (Bongianino y Cuadrelli, 2016)

Tabla 3. Características de la parcela experimental

| Característica | Descripción |
|-------------------------------|--------------------|
| Longitud de surco | 3,5 metros |
| Distanciamiento de surcos | 0,50 y 0,70 metros |
| Numero de parcelas por bloque | 16 |
| Numero de surcos por parcela | 3 |
| Área de parcela | 4,9 m ² |

4.6 Diseño de tratamientos

La estructura de tratamientos es 8A2B, el factor A (Genotipo de quinua) con ocho niveles y el factor B (Distanciamiento entre surcos) con dos niveles, los cuales se cruzaron para obtener los 16 tratamientos como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Diseño bifactorial de los tratamientos

| A. Genotipo | B. Distancia entre surcos* | Tratamiento |
|-----------------------|----------------------------|-------------|
| 01 Altiplano | D1 | T1 |
| | D2 | T2 |
| 02 Amarilla Maranganí | D1 | T3 |
| | D2 | T4 |
| 03 Negra Collana | D1 | T5 |
| | D2 | T6 |
| 04 Mantaro | D1 | T7 |
| | D2 | T8 |
| 05 Salcedo INIA | D1 | T9 |
| | D2 | T10 |
| 06 Kancolla | D1 | T11 |
| | D2 | T12 |
| 07 Blanca de Junín | D1 | T13 |
| | D2 | T14 |
| 08 Pasankalla | D1 | T15 |
| | D2 | T16 |

* D1=50 cm y D2=70 cm

4.7 Conducción del experimento

4.7.1 Muestreo del suelo

De toda el área experimental se tomaron cuatro sub muestras de diferentes puntos, a una profundidad de 20 cm, para lo cual se hizo un recorrido en zigzag, las sub muestras se

mezclaron uniformemente, y se obtuvo una muestra compuesta, esta muestra se tomó antes de la instalación del experimento y fue analizada en el Laboratorio de Suelos y Aguas de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

4.7.2 Características del suelo

Para la caracterización fisicoquímica del suelo donde se llevó a cabo el experimento, se realizó un muestreo. La muestra fue analizada en el laboratorio de Suelos y Aguas de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza. Los resultados se presentan en el anexo 1.

El suelo presenta una textura franco arenosa, por consiguiente, se caracteriza como un suelo con baja capacidad de retención de agua, alta velocidad de infiltración y drenaje. El pH de 5,54 es moderadamente ácido. Según el valor de la conductividad eléctrica de 0,48 mS/cm este suelo se clasifica como muy ligeramente salino. El porcentaje de materia orgánica de 4,74% es alto, por ende, la cantidad de nitrógeno en el suelo es significativa. El valor de fósforo de 13,70 ppm es medio y el valor del potasio de 345,20 ppm es alto. La capacidad de intercambio catiónico es alta con un valor de 28 meq/100 g.

4.7.3 Preparación del terreno

Se procedió a roturar el suelo a una profundidad de 20 cm mediante el paso del arado de palo a tracción animal, luego se hizo la cruz con arado de palo, a los tres meses antes de la siembra, el desterronado se hizo con lampa un mes antes de la siembra. Luego se hizo el trazo y mullimiento de las parcelas, un día previo de la siembra de acuerdo al diseño experimental (anexo 2). El surcado se realizó con pico a 10 cm de profundidad a un distanciamiento de 50 y 70 cm de acuerdo con los tratamientos.

4.7.4 Siembra

La siembra se efectuó el 20 de enero de 2017, se sembró 8 genotipos de quinua, cada uno a dos distanciamientos entre surcos de acuerdo con el diseño experimental. Previo a la siembra las semillas fueron desinfectadas con 3,1 mL de Vitaflo SC (carboxin + tiram) por cada 100 g de semilla, luego se aplicó Tifon PS (clorpirifos). Se realizó siembra directa, en terreno húmedo, la semilla fue distribuida a chorrillo y utilizando una rama fue tapada con tierra a 1 – 2 cm de profundidad.

4.7.5 Deshierbe, raleo y purificación

El primer deshierbe se realizó manualmente a los 20 días después de la siembra (dds) y el segundo a los 36 dds. Luego el primer raleo se hizo al mes de la siembra y el segundo raleo se realizó a los 42 dds, hasta obtener 11 plantas por metro lineal.

4.7.6 Aporque

Se realizó manualmente a los 42 dds usando una lampa para colocar tierra a cada surco de plantas con la finalidad de evitar el acame y para cubrir con tierra la segunda fertilización.

4.7.7 Fertilización

Para la fertilización se interpretó los datos del análisis de suelo (Anexo 1). Las dosis de fertilizantes aplicados fueron calculadas considerando el método de ajuste por rendimiento objetivo, el rendimiento meta fue de 4 t/ha. Las fuentes y cantidades aplicadas se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Dosis y productos aplicados durante el establecimiento

| Fertilizante | Dosis del nutriente kg ha ⁻¹ | Nutriente | Fertilizante por parcela g/4,9m ² |
|--------------------|--|-------------------------------|---|
| Urea | 147,1 | N | 72 |
| Fosfato di amónico | 15,1 | P ₂ O ₅ | 7 |

La primera fertilización se realizó antes de sembrar, la mezcla física de urea más fosfato diamónico fue aplicada a chorro continuo al fondo del surco y fue cubierto con una capa de tierra, en la primera fertilización se aplicó la mitad del nitrógeno y todo el fósforo. La segunda fertilización edáfica se realizó a los 42 dds junto con el aporque, se aplicó la segunda mitad del nitrógeno a chorro continuo y se cubrió con suelo después de aplicación.

Aplicación de abono foliar

A los 35 dds se aplicó Nitrosol Hoja (Anexo 3) a una dosis de 75 ml/15 L de agua. A la floración se le aplicó Powergy (8-32-5) (Anexo 4), a una dosis de 150 mL/20 L de gua. Al llenado del grano se aplicó Omex K50 (K₂O 50% p/v) a una dosis de 45 mL/15 L de

agua. Estos tres foliares fueron aplicados como complemento a la fertilización edáfica para mejorar el desarrollo de las plantas.

4.7.8 Control de plagas y enfermedades

Para el control de plagas se utilizó diferentes métodos los cuales se ilustran en la Tabla 6. Estos métodos de control de plagas fueron aplicados considerando el nivel de daño económico de cada plaga.

Tabla 6. Control de plagas y enfermedades

| Tiempo (dds) | Producto / método | Dosis | Plaga / enfermedad |
|--------------|--|-------------|-----------------------------|
| 21 | tolclofos metil + tiram (Rhizolex-T) | 23 g / 15 L | preventiva contra chupadera |
| 25 | Control manual | - | <i>Diabrotica sp.</i> |
| 35 | mancozeb + dimetomorf (Kayzer) | 75 g / 15 L | preventiva contra mildiu |
| 47 | metalaxil + propamocarb (Predostar) | 20 g/15 L | mildiu |
| 60 | mancozeb + dimetomorf (Kayzer) | 75 g/15 L | mildiu |
| 76 | pyraclostrobin + epoxiconazole (Ópera) | 26 mL/15 L | mildiu |
| | azoxistrobin + difeconazol (Luxor) | 15 mL/15 L | |
| 82 | mancozeb + dimetomorf (Kayzer) | 75 g/15 L | mildiu |
| 91 | metalaxil + mancozeb (Hieloxil Mix-72) | 75 mL/15 L | mildiu |
| 91 | Colocación de cintas brillantes | - | gorrión |

4.7.9 Cosecha

La cosecha se realizó utilizando tijera de poda para cortar las plantas cuando estas alcanzaron la madurez fisiológica, se cortó la panoja de 10 plantas por parcela experimental (anexo 16). La madurez fisiológica fue determinada cuando al presionar con las uñas el grano presentó resistencia a la penetración y ocurrió un amarillamiento completo de la planta y una gran defoliación.

4.7.10 Postcosecha

Las panojas cosechadas se colocaron en bolsas de papel kraft debidamente etiquetados y fueron secadas en estufa a 50 °C en el Laboratorio de Entomología y Fitopatología de la UNTRM, luego fueron trilladas y venteadas manualmente para limpiar los granos de las impurezas.

4.7.11 Análisis de datos

El análisis de datos se realizó de acuerdo al comportamiento de cada variable evaluada, para las variables que tuvieron distribución normal se realizó Análisis de Varianza y para las variables que no seguían una distribución normal aun aplicando transformaciones, se usó la prueba no paramétrica de Friedman, una vez que se detectaron diferencias significativas, las medias fueron comparadas utilizando la prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) del software Infostat versión 2015I

4.8 Evaluaciones

Evaluación sanitaria

4.8.1 Mildiu (*Peronospora* sp.)

Se evaluó cuando aparecieron los primeros síntomas a los 47 días después de la siembra (dds), los cuales según Tapia (2007) son manchas en hojas y tallos, primero verde claro, después amarillas.

En el surco central de cada parcela se identificó 10 plantas para evaluar la severidad de mildiu cada 15 días, haciendo un total de cuatro evaluaciones, la primera evaluación se hizo cuando aparecieron los primeros síntomas y la última, en la etapa de llenado de grano, las evaluaciones se realizaron de acuerdo al protocolo propuesto por Danielsen & Ames (2000) (Anexo 5).

4.8.2 Daño por gorrión (*Zonotrichia* sp.)

Los daños por comedura de gorrión (*Zonotrichia* sp.) fueron cuantificados de acuerdo a una escala de evaluación visual, utilizando porcentaje de granos perdidos a la madurez fisiológica (Delgado *et al.*, 2017)

4.8.3 Días a la floración

Se contabilizó los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de plantas hayan alcanzado el 50% de floración en una muestra de 10 plantas (Bioversity Internacional y FAO, 2013).

4.8.4 Días a la madurez fisiológica

Se contabilizó los días desde la siembra a la madurez fisiológica del 50% de las panojas de la misma muestra de 10 plantas (Bioversity Internacional y FAO, 2013), la cual se reconoció cuando el 50% de plantas presentó granos que al presionar con las uñas presentan resistencia a la penetración, así mismo ocurre un amarillamiento completo de la planta y una gran defoliación.

4.8.5 Diámetro del tallo

Se midió con la ayuda de un calibrador vernier el diámetro de tallo de la parte media del tercio inferior de la planta en la madurez fisiológica de la misma muestra de 10 plantas, como recomienda (Bioversity Internacional y FAO, 2013).

4.8.6 Peso de panoja

Se midieron en balanza digital el peso de 10 panojas secas al 12% de humedad y se dividió entre 10. El secado de las muestras (10 panojas por parcela) se realizó en estufa a 50 °C por 48 horas, en el Laboratorio de Fitopatología y Entomología de la UNTRM.

4.8.7 Altura de planta

Se tomaron registros de altura de planta a la cosecha, las mediciones se hicieron desde el cuello hasta el brote superior de la planta, dicha magnitud se expresó en centímetros (cm), luego se obtuvo la media general de diez plantas marcadas por parcela experimental (Bioversity Internacional y FAO, 2013).

4.8.8 Longitud de la panoja

Se midió con wincha la longitud de la panoja principal, cuando las panojas alcanzaron la madurez fisiológica.

4.8.9 Peso de mil semillas

El peso de mil semillas es una “característica con la 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” (Quispe, 2015, p. 18).

El peso de mil semillas fue estimado a partir del peso de 50 granos cogidos al azar de cada muestra, como menciona Muñoz y Acevedo (2002), las 50 semillas fueron pesadas en balanza analítica y ese resultado fue multiplicado por 20 para obtener el peso estimado de mil semillas.

4.8.10 Rendimiento de grano

Una vez limpio el grano, con una humedad aproximada al 12% se pesó cada muestra, el rendimiento por hectárea se estimó de acuerdo a la fórmula propuesta por el Senamhi (2014), Betancourth, Barco y Rosas (2007):

$$RG \text{ (kg/ha)} = \frac{(P * 10\ 000)}{A * 1000}$$

Donde:

P: Peso granos parcela útil en gramos

10 000: Área de una hectárea en m²

A: Área útil del tratamiento en m²

V. RESULTADOS

5.1 Plagas y enfermedades predominantes.

5.1.1 Plaga principal

En la etapa de llenado de grano se observó aves conocidos como gorriones que se alimentaban de los granos de quinua, de ahí que se determinó que la plaga principal en el cultivo de quinua en Molinopampa son los gorriones (*Zonotrichia* sp) los cuales se alimentaban de los granos de quinua, causando daño económico, además en la etapa de crecimiento vegetativo se presentó diabrótica (*Diabrotica* sp.) y en la etapa de floración se observó al escarabajo de la panoja (*Astylus* sp.) las últimas no fueron importantes.

En referencia al daño ocasionado por gorrion, el porcentaje de daño a la panoja a la madurez fisiológica varió desde 0,17% hasta 12,76%, los genotipos más afectados fueron Salcedo INIA y Blanca de Junín con 12,76% y 7,7% respectivamente, mientras que Altiplano y Pasankalla tuvieron menor porcentaje de daño de 0,17% y 0.28% en su orden, como se muestra en la Figura 6.

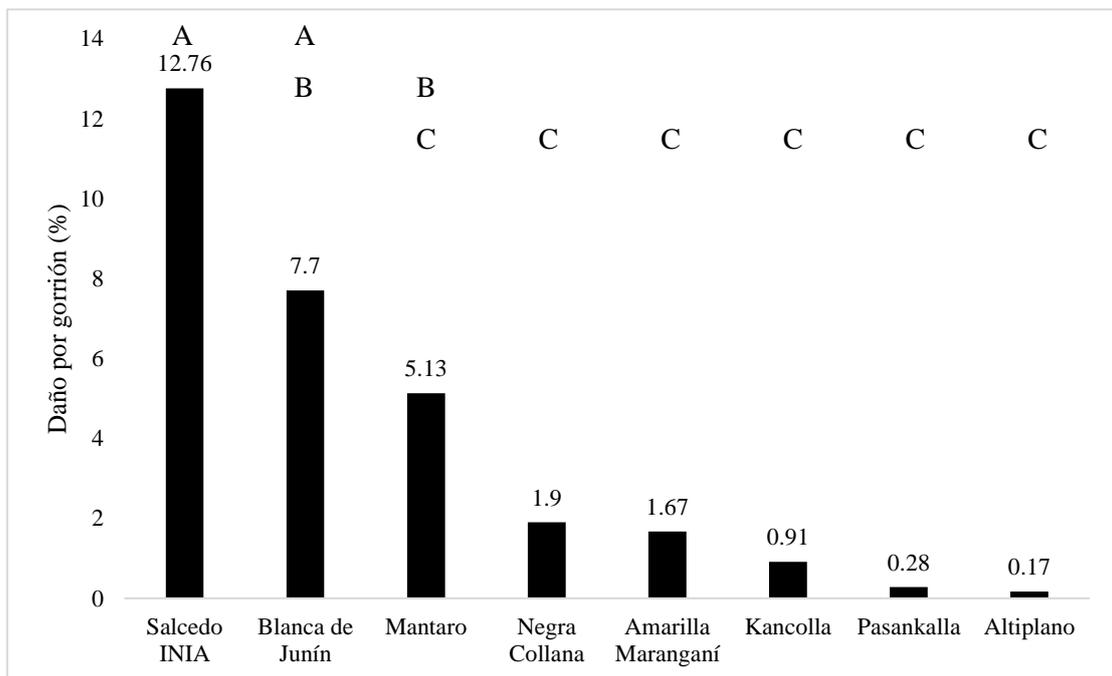


Figura 6. Porcentaje de daño causado por gorrion (*Zonotrichia* sp.) en genotipos de quinua

Según la prueba de Friedman el daño de gorrion (*Zonotrichia* sp.) mostró diferencias significativas entre tratamientos al 0,01 de significancia ($p=0,0001$), posteriormente la

prueba de comparaciones múltiples de Duncan, mostró tres grupos homogéneos, donde en el grupo C se encuentran los genotipos menos afectados por gorrion. (ver Figura 7)

Para el factor distanciamiento entre surcos, la prueba de comparación de Duncan mostró diferencias significativas, donde el mayor daño se manifestó a un distanciamiento de 50 cm que a 70 cm entre surcos (Tabla 7)

Tabla 7. Comparación de Duncan para daño de gorrion por distanciamiento entre surcos

| Distanciamiento entre surcos | Medias | Duncan 5% |
|------------------------------|--------|-----------|
| 50 | 5.16 | A |
| 70 | 2.47 | B |

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

5.1.2 Enfermedad principal

Se observó la presencia del mildiu de la quinua (*Peronospora sp.*) en los ocho genotipos y a los dos distanciamientos entre surcos, esta enfermedad se presentó en la etapa fenológica de ramificación. Entonces las evaluaciones fueron realizadas a los 47, 61, 76 y 91 días después de la siembra. La aparición y proliferación del patógeno fue de manera rápida, viéndose favorecida por las lluvias frecuentes y por el menor distanciamiento de siembra entre surcos.

En este estudio se encontró que la enfermedad principal en el cultivo de quinua (Anexo 14) en Molinopampa es el mildiu ocasionada por *Peronospora sp.* ya que atacó de manera agresiva a la quinua.

En el anexo 4 se presenta los resultados de Análisis de Varianza (ANVA) para el Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) del ataque de mildiu, en donde se observa que, si hay diferencias significativas entre genotipos de quinua, más no entre bloques y que la interacción genotipo por distanciamiento no es significativa. La igualdad estadística entre bloques indica que existe homogeneidad entre bloques para ataque de mildiu.

Luego la prueba de comparaciones múltiples de Duncan para genotipos (Tabla 8) muestra cuatro grupos homogéneos, en el grupo A (Amarilla Maranganí y Pasankalla) se observa las variedades más susceptibles, mientras que en el grupo D (Blanca de Junín y Mantaro), los genotipos tolerantes al mildiu.

Tabla 8 . Prueba de comparaciones múltiples de Duncan para mildiu por genotipo

| Genotipo | Medias | Grupos homogéneos |
|--------------------|--------|-------------------|
| Amarilla Maranganí | 1066.9 | A |
| Pasankalla | 899.8 | A B |
| Altiplano | 834.9 | B |
| Negra Collana | 645.4 | C |
| Salcedo INIA | 596.6 | C |
| Kancolla | 589.0 | C |
| Mantaro | 282.0 | D |
| Blanca de Junín | 239.9 | D |

Nota: Letras diferentes indican diferencia estadística al 0,05

Para el factor distanciamiento entre surcos, la prueba de Duncan al 0,05 indica que a 50 cm no hubo un ataque de mildiu significativamente diferente que a un distanciamiento de 70 cm como se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9. Medias de ABCPE y significancia por distanciamiento de siembra entre surcos

| Distanciamiento de siembra entre surcos | ABCPE | Duncan 5% |
|---|--------|-----------|
| 50 cm | 687,10 | A |
| 70 cm | 601,50 | A |

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Además, la prueba de Duncan reportó diferencias significativas de ataque de mildiu entre bloques. Estas diferencias indican que si fue necesario distribuir las parcelas en bloques al azar.

5.2 Efecto de dos distanciamientos entre surcos sobre el rendimiento de ocho genotipos de quinua bajo condiciones ambientales del anexo Santa Cruz del Tingo, distrito Molinopampa

El ANVA realizado evidencia que existen diferencias significativas (95% de confianza), en el rendimiento de quinua por efecto de los distanciamientos entre surcos estudiados. La prueba de Duncan (0,05) reveló diferencias significativas entre distanciamientos, siendo el distanciamiento entre surcos de 50 cm con el que se obtuvo mayores rendimientos que con el de 70 cm entre surcos. El mayor valor de rendimiento de grano fue de la variedad Blanca de Junín al distanciamiento 1 ($T_1 = 4\ 193$ kg/ha), en cambio el menor valor de rendimiento fue de la variedad Kancolla al distanciamiento 2 ($T_{12} = 1531$ kg/ha), así como se muestra en la figura 7.

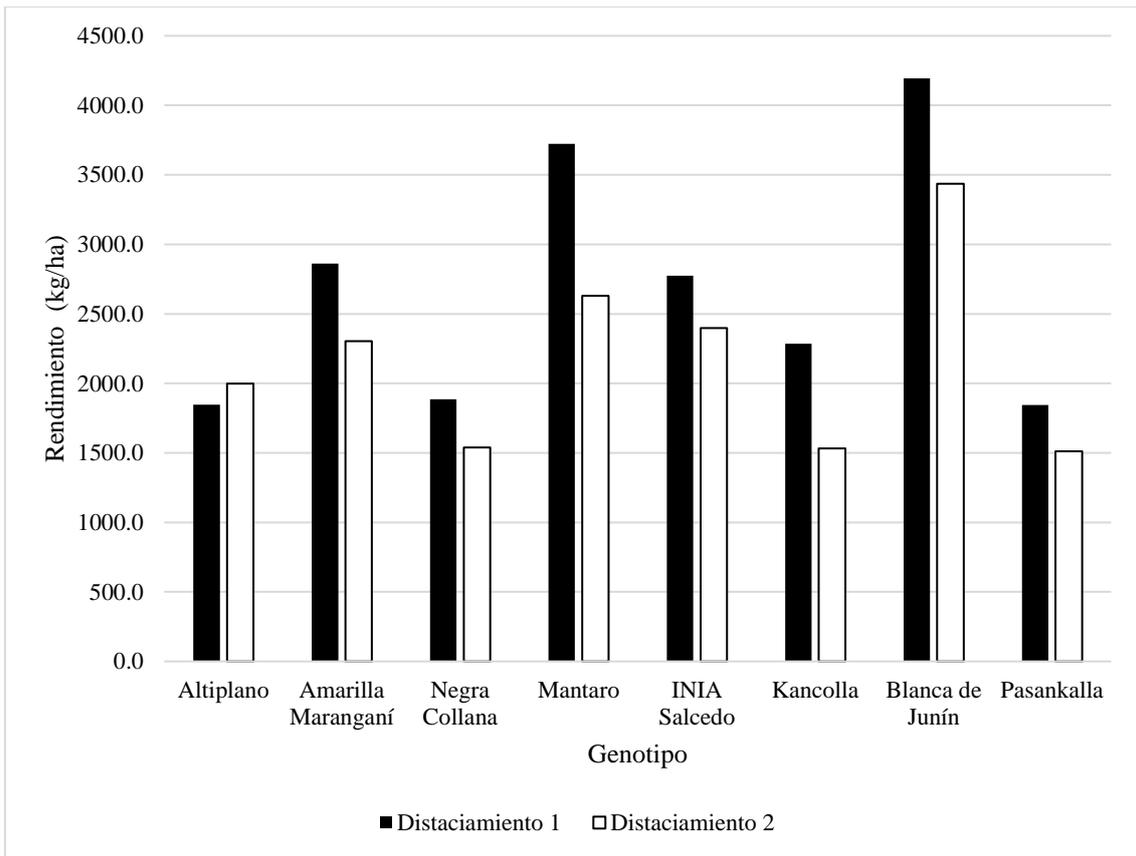


Figura 7. Efecto del distanciamiento entre surcos sobre el rendimiento de ocho genotipos de quinua

5.3 Comportamiento agronómico de ocho genotipos de quinua bajo condiciones ambientales del anexo Santa Cruz del Tingo, distrito Molinopampa

5.3.1 Días a la floración (DF)

En cuanto al número de días transcurridos desde la siembra a la fase de floración, los valores variaron entre 57 a 79 días, donde sobresalieron los genotipos Kancolla y Pasankalla con 57,33 días a la floración, mientras que Blanca de Junín tardó 78,5 días a la floración (ver Figura 8). Además, la prueba de Friedman reportó diferencias significativas para los tratamientos ($p < 0,0001$).

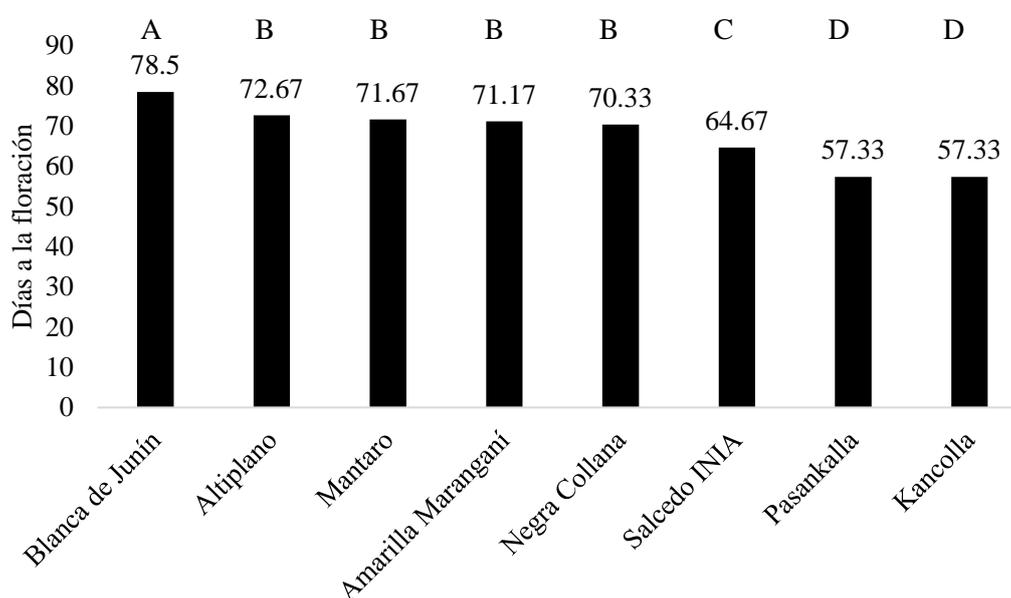


Figura 8. Días a la floración de ocho y comparaciones múltiples de Duncan de genotipos de quinua.

Las comparaciones múltiples Duncan al 0,05 evidencian diferencias significativas, formándose cuatro grupos homogéneos, en el grupo A (Blanca de Junín) es el genotipo que alcanzó la floración en un mayor número de días (78,5) y en el grupo D se ubican los genotipos más precoces (Kancolla y Pasankalla)

5.3.2 Días a la madurez fisiológica (DMF)

Para la variable días a la madurez fisiológica (DMF) los valores promedio variaron de 108,1 hasta 149,3. El Análisis de Varianza al 0,05% (Anexo 7) mostró diferencias significativas para genotipos, en la Figura 9 se ilustra los DMF por genotipos. No hubo diferencias significativas para el factor distanciamiento entre surcos ni para bloques.

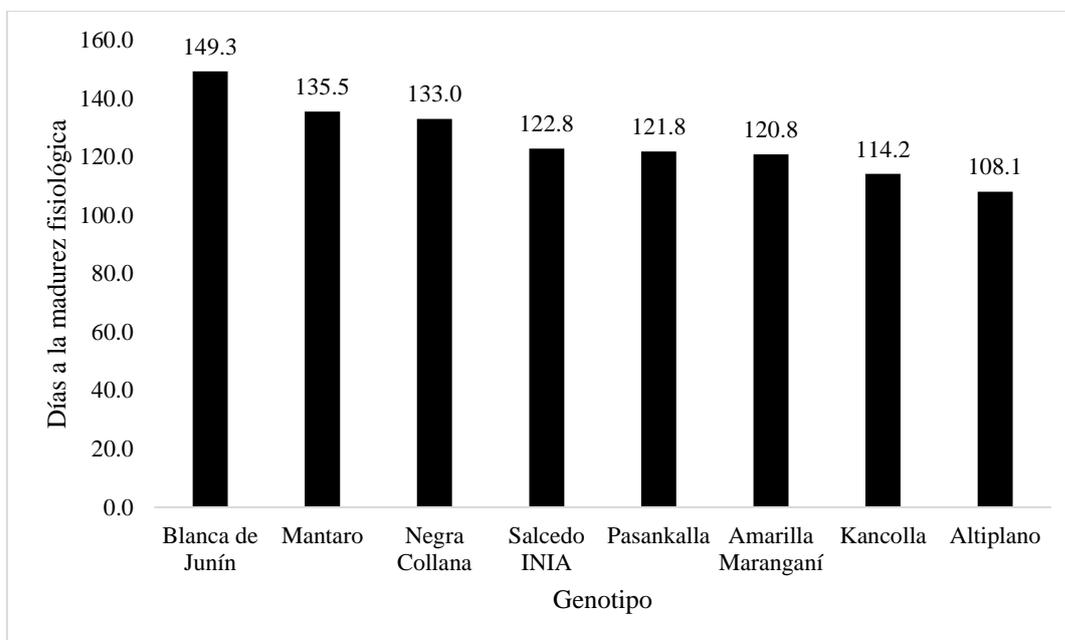


Figura 9. Días a la madurez fisiológica de ocho genotipos de quinua

En cuanto a la variable DMF, utilizando la prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad se formaron cinco grupos homogéneos, la variedad más precoz fue Altiplano con 107,9 días, no obstante Blanca de Junín con 149,3 tardó un mayor número de días a la madurez fisiológica (Tabla 10).

Tabla 10. Prueba de Duncan para días a la madurez fisiológica por genotipo

| Genotipo | Media | Grupos homogéneos |
|--------------------|-------|-------------------|
| Blanca de Junín | 149 | A |
| Mantaro | 136 | B |
| Negra Collana | 133 | B |
| Salcedo INIA | 123 | C |
| Pasankalla | 122 | C |
| Amarilla Maranganí | 121 | C |
| Kancolla | 114 | D |
| Altiplano | 108 | E |

Nota: Letras diferentes indican diferencia estadística al 0,05

5.3.3 Altura de planta (AP)

Para la variable altura de planta (AP) a la madurez fisiológica, los valores variaron de 91 a 195 cm, los tratamientos T13, T14 y T4 alcanzaron las mayores alturas de planta con 195 cm, 184 cm y 129 cm respectivamente, mientras que las más pequeñas fueron T1, T6 y T11 con 90 cm, 91 cm y 92 cm respectivamente. La prueba de Friedman reportó diferencias altamente significativas para tratamientos ($p < 0.0001$) para altura de planta (Figura 10).

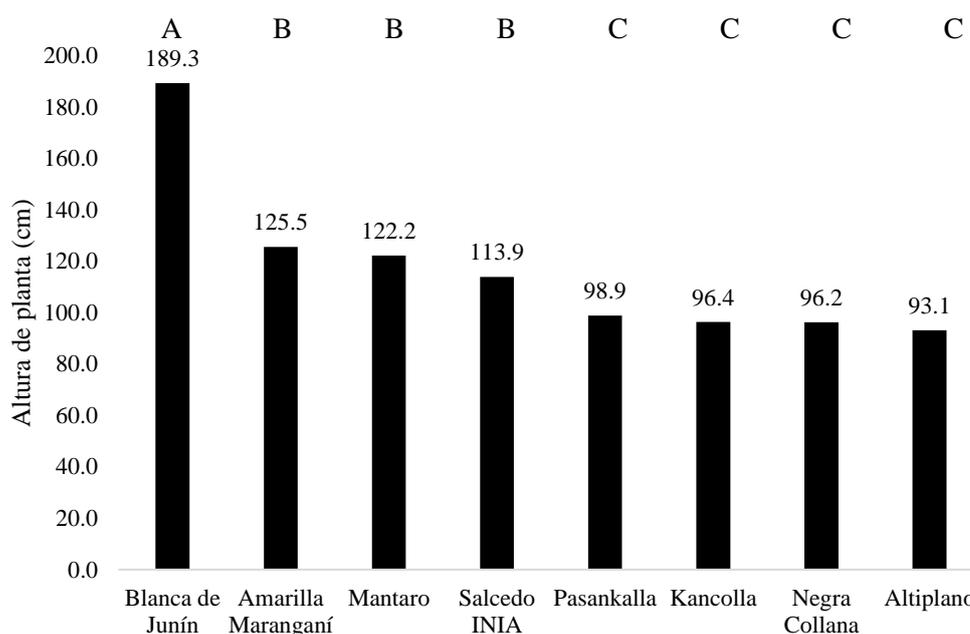


Figura 10. Altura de planta de ocho genotipos de quinua y significancia de Duncan (0.05)

En las comparaciones múltiples de Duncan para la variable altura de planta se formaron tres grupos homogéneos, el genotipo que alcanzó mayor altura de planta fue Blanca de Junín, y en el grupo de genotipos que tuvieron menor altura de planta está Altiplano, Negra Collana, Kancolla y Pasankalla diferenciándose significativamente.

5.3.4 Diámetro de tallo (DT)

Los valores de diámetro de tallo variaron de 8,65 a 14,99 mm. El ANVA demuestra que existen diferencias significativas en cuanto a diámetro de tallo para genotipos (Anexo 8) y utilizando las comparaciones múltiples de Duncan, se formaron cinco grupos homogéneos, en el grupo sobresaliente están los genotipos Mantaro y Blanca de Junín, con 13,57 y 12,52 mm respectivamente, mostrando diferencias significativas con los demás genotipos evaluados, más detalles se muestra en la Figura 11.

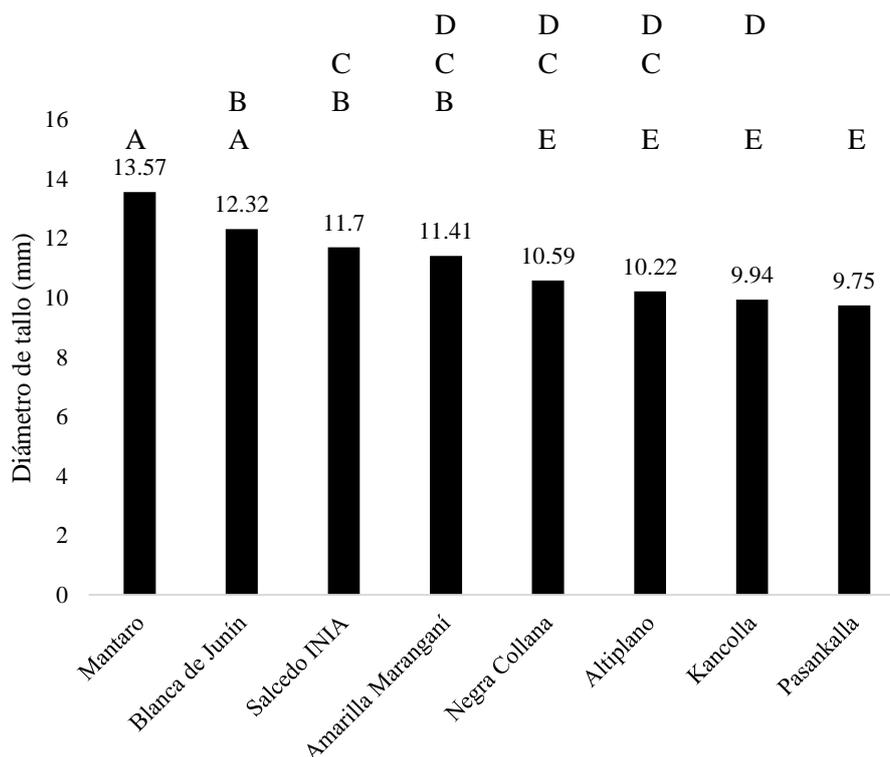


Figura 11. Diámetro de tallo promedio y significación de la prueba Duncan entre genotipos de quinua

5.3.5 Peso de panoja (PP)

Los valores del peso de panoja seca variaron de 22,8 a 64,7 g. La variedad Blanca de Junín tuvo mayor peso de panoja seca con 64,7. Mientras que Kancolla, Pasankalla, Altiplano y Negra Collana tuvieron menor peso de panoja con 22,8; 23,8; 24,3 y 24,7 g en su orden. La prueba de Friedman reportó diferencias significativas entre tratamientos ($p=0.0001$) para la variable peso de panoja seca.

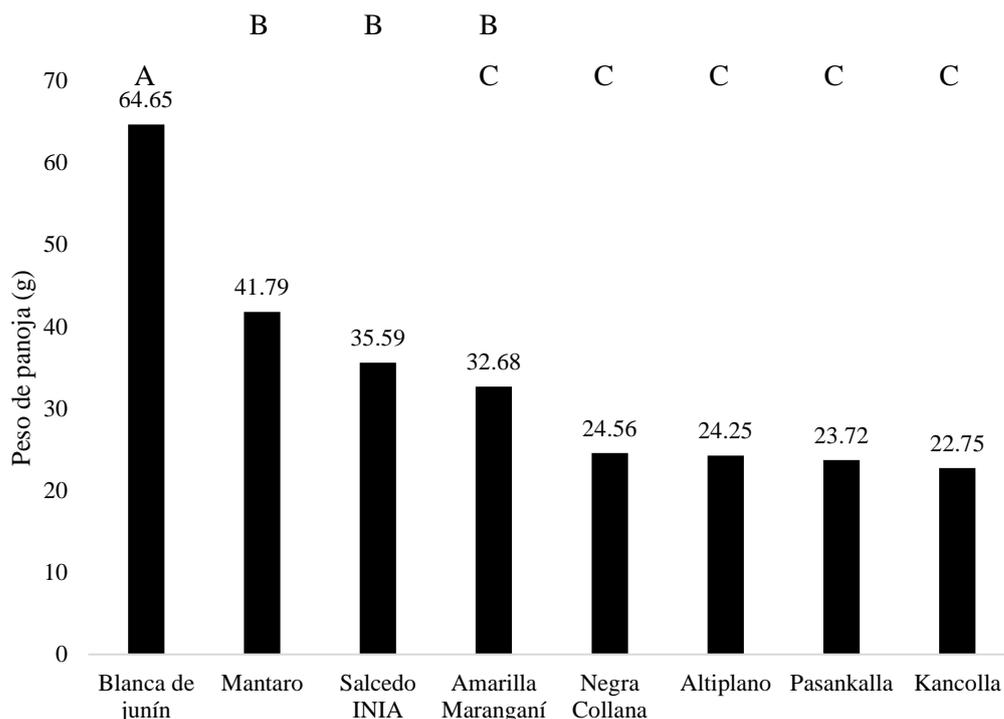


Figura 12. Peso de panoja por genotipo y comparaciones múltiples de Duncan

Las comparaciones múltiples usando Duncan presenta tres grupos homogéneos donde el genotipo Blanca de Junín obtuvo mayor peso de panoja, teniendo diferencias altamente significativas con el grupo C, los que tuvieron menor peso de panoja, como se muestra en la Figura 12.

5.3.6 Longitud de panoja (LP)

Los valores de la longitud de panoja variaron de 31,3 a 60,1 cm. La mayor longitud de panoja fue de la variedad Blanca de Junín y la menor de Kancolla. La prueba de Friedman reporta diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.0001$). La Figura 13 muestra la longitud de panoja por genotipo.

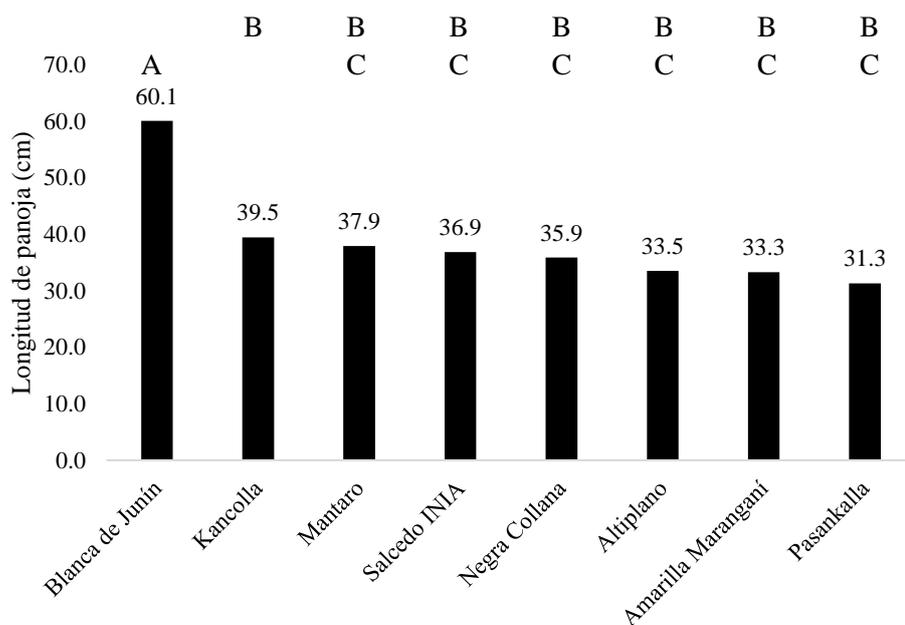


Figura 13. Longitud de panoja por genotipo y significancia de Duncan al 0,05

La prueba de comparaciones múltiples de Duncan muestra tres grupos homogéneos, donde el genotipo Blanca de Junín tuvo la mayor longitud de panoja, diferenciándose significativamente con los demás genotipos.

5.3.7 Peso de mil semillas (PMS)

Los valores del peso de mil semillas variaron de 2,1 a 3,9 g. En el ANVA se encontró diferencias significativas para PMS tanto para genotipo como para distanciamiento entre surcos y la prueba Duncan lo confirma, siendo la variedad Salcedo INIA la que tiene mayor PMS con 3,9 g, la misma que se diferencia significativamente de los demás genotipos (más detalles en la Figura 14).

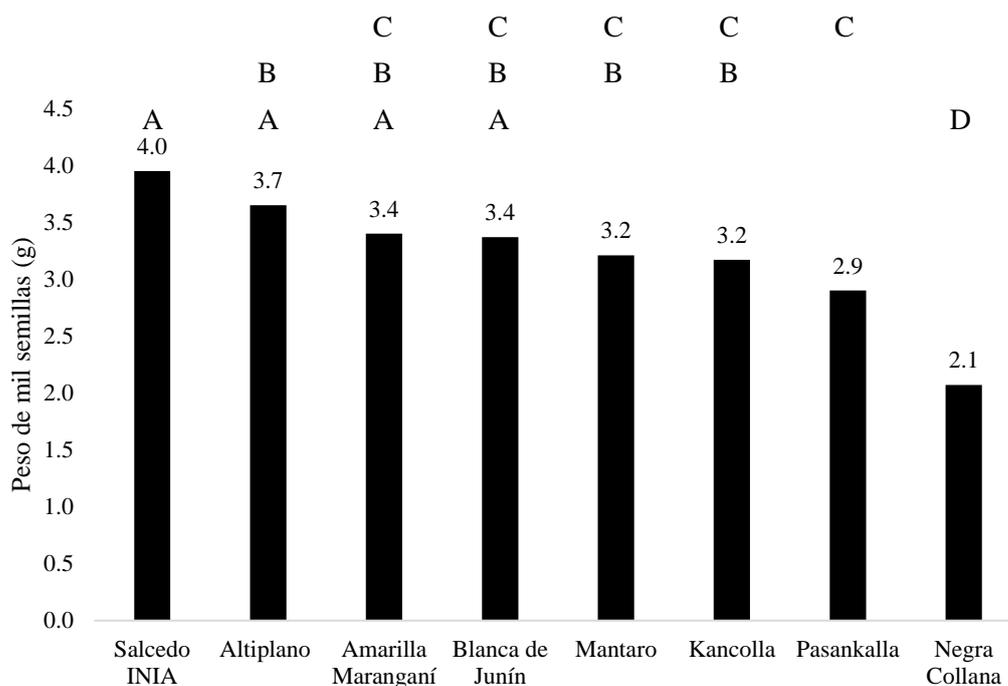


Figura 14. Peso de mil semillas y significancia de Duncan por genotipo de quinua

La prueba de comparaciones múltiples de Duncan no muestra diferencias en el peso de mil semillas con respecto al factor distanciamiento entre surcos.

5.3.8 Rendimiento de grano (RG)

En cuanto a rendimiento por hectárea, el promedio de todas las parcelas fue de 2 422,44 kg/ha, el rango de rendimientos va desde 971,14 kg/ha en la variedad Negra Collana hasta 4 989,00 kg/ha en la variedad Blanca de Junín, el ANVA (anexo 9) muestra diferencias significativas para genotipos, con un CV de 1,71%, por otra parte, el ANVA (anexo 9) demuestra que no existen diferencias reales del rendimiento obtenido por efecto de la interacción Genotipo*Distanciamiento entre surcos, esto indica que la influencia de ambos factores sobre el rendimiento es independiente entre sí.

Según la prueba de medias de Duncan al 5% de probabilidad, existe suficiente evidencia estadística para afirmar que existe diferencias significativas entre las medias de los

genotipos. En la figura 15 se muestra que hay un grupo significativamente superior a los demás conformado por dos genotipos, en el cual la variedad Blanca de Junín es la que tuvo el mayor de los rendimientos con 3 815 kg/ha, seguida por la línea Mantaro con 3 176 kg/ha.

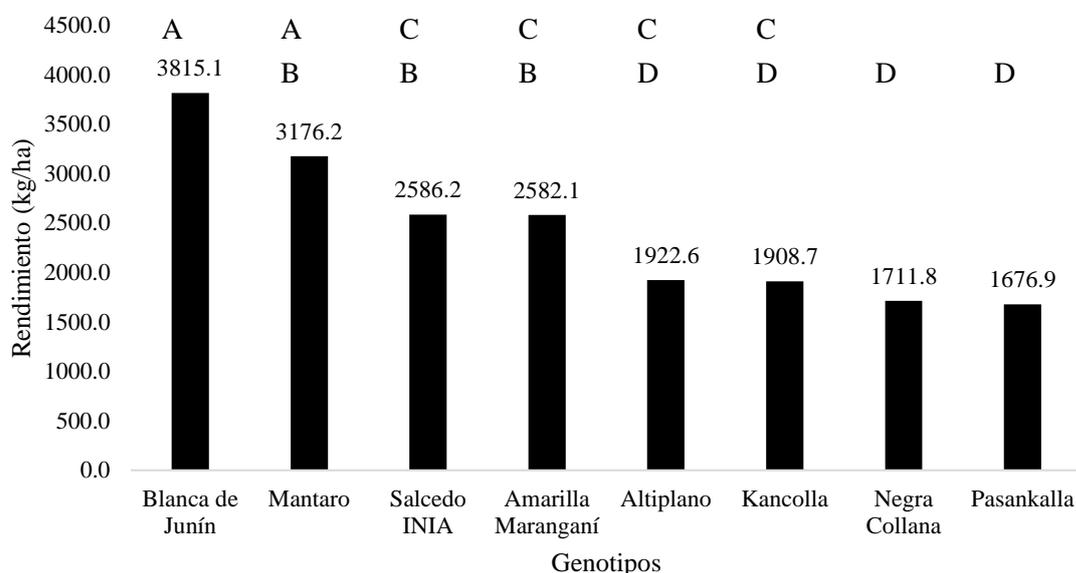


Figura 15. Rendimiento y significancia de Duncan de rendimiento por genotipo

La prueba de comparaciones múltiples de Duncan muestra que los mejores rendimientos se obtuvieron con el distanciamiento 1 (50 cm entre surcos) y los rendimientos más bajos con el distanciamiento 2 (70 cm entre surcos) al 0,05 de significancia (Tabla 16).

Tabla 11. Prueba de comparaciones múltiples de Duncan para rendimiento de grano por distanciamiento entre surcos

| Distanciamiento entre surcos (cm) | Rendimiento promedio (kg/ha) | Duncan 5% |
|-----------------------------------|------------------------------|-----------|
| 50 cm | 2 676,85 | A |
| 70 cm | 2 168,03 | B |

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

VI. DISCUSIÓN

6.1 Plagas y enfermedades predominantes

No se observó el daño por kona kona (*Eurysacca* spp.) debido a que fue primera vez que se sembró quinua en el lugar de ubicación del experimento (Santa Cruz del Tingo), por lo que no hubo presencia de este insecto, pero si causaron daño los gorriones (*Zonotrichia* sp), los mismos que se alimentaban de los granos de la quinua, de acuerdo con la Dirección Regional de Agricultura - Áncash, (s.f) los pájaros constituyen la plaga que más daños causa en el cultivo de quinua. De igual manera Robles *et al.* (2003) también reportaron al gorrión (*Zonotrichia* sp.) como plaga en quinua en el Perú central.

Las variedades más afectadas fueron Salcedo INIA con 12,8%, seguida por Blanca de Junín con 7,7% de daño a la panoja, porcentajes menores a los daños de palomas reportados por Delgado *et al.* (2017) en Arequipa, Cusco y Puno (11%, 21%, 28% respectivamente). Los genotipos dulces fueron más afectados ya que de acuerdo con Bonifacio y Saravia (2006) el sabor amargo tiene propiedades alomónicas de repulsión para aves y roedores y según Muñoz y Acevedo (2002) la saponina protege a las semilla de pájaros y plagas. Además se observó que los genotipos precoces fueron menos afectados ya que maduraron en menor tiempo, por lo que estuvieron menos expuestas al daño por gorriones.

Por otra parte, la enfermedad principal en este estudio fue el mildiu de la quinua (*Peronospora* sp. Gäum) tal como lo mencionan Cruces *et al.* (2016b), así mismo Huamán *et al.* (2017) reportaron al mildiu como enfermedad principal en una investigación con la variedad Negra Collana en Chachapoyas, Amazonas.

El mildiu afectó principalmente a la variedad Amarilla Maranganí contrario a Apaza *et al.* (2013) quienes mencionan que la variedad Amarilla Maranganí es tolerante a mildiu; también afectó a Pasankalla lo que se contradice con Rosas (2015) quien reportó que Pasankalla tuvo el menor porcentaje de área foliar afectada con un valor del 15%; pero según registros del Programa de Cereales y Granos Nativos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Pasankalla es considerada susceptible al mildiu (Risco, 2014).

Por otro lado, Blanca de Junín y Mantaro se comportaron como tolerantes al mildiu, ya que en quinuas de valles interandinos se encuentran fuentes de resistencia/ tolerancia a mildiu (Gómez y Eguiluz, 2011; Mendoza, 2013).

Esta enfermedad clave de la quinua se debe a que *Peronospora sp.* tiene la capacidad de desarrollarse, propagarse y adaptarse en los diferentes lugares donde se cultiva quinua (Dirección Regional de Agricultura - Áncash, s.f). Además, en los datos climatológicos referenciales se observa que la humedad relativa fue mayor a 80%, lo cual, según Ortiz *et al.* (2010) favorece el desarrollo del mildiu.

6.2 Efecto de dos distanciamientos de siembra sobre el rendimiento de ocho genotipos de quinua bajo condiciones ambientales del anexo Santa Cruz del Tingo, distrito Molinopampa

Los resultados mostraron que el distanciamiento entre surcos tiene un efecto significativo en el rendimiento de la quinua, con el distanciamiento 1 (50 cm) se obtuvo mayores rendimientos que con el distanciamiento 2 (70 cm), pero se observó que, a 50 cm, por haber poco espacio entre, se hace difícil realizar las labores culturales tales como deshierba, aporque, aplicación de productos fitosanitarios. Además, a un distanciamiento entre surcos de 50 cm se encontró un ABCPE significativamente mayor que a 70 cm, debido que a mayor densidad hay mayor humedad relativa, lo que favorece el desarrollo del mildiu de la quinua (Ortiz *et al.*, 2010).

En su investigación Sánchez y Chapañan (2017) encontraron que el distanciamiento entre surcos de 40 cm fue el mejor, con 2 454,6 kg/ha, mientras que a 80 cm entre surcos sólo rindió 1 210,8 kg/ha, los resultados de esta tesis se parecen a lo reportado por Sanchez y Chapañan (2017). Por otro lado Díaz *et al.* (2017) encontraron mejores rendimientos a 40 cm que a 20 cm entre surcos en Chile. Además los resultados de esta investigación concuerdan con lo mencionado por Tapia (2007) que en suelos fértiles y con buena humedad las mayores densidades de siembra y población dan mayores rendimientos de grano.

6.3 Comportamiento agronómico de ocho genotipos de quinua bajo condiciones ambientales del anexo Santa Cruz del Tingo, distrito Molinopampa.

6.3.1 Días a la floración

Las variedades Pasankalla a 50 cm y Kancolla a 70 cm ambas con 57 días a la floración, son las que alcanzaron la floración en menor número de días, al respecto Gómez *et al.* (2017) en su investigación con la variedad Pasankalla reportó 58 días a la floración en Lima. Rosas (2015) reporta a las variedades Kancolla y Pasankalla como precoces con

72 y 75 días a la floración en Tarma, Junín cultivadas en un sistema en tecnología media, estas variedades son precoces ya que provienen del altiplano puneño.

Por otro lado, la variedad Blanca de Junín tardó más días a la floración, ya que proviene de valles interandinos. Según FAO *et al.* (2012) citado por Mendoza (2013) la floración comienza entre los 60 y 120 días después de la siembra lo cual concuerda con este estudio. Además, estos resultados muestran que las condiciones ambientales son decisivas en la manifestación de la precocidad.

6.3.2 Días a la madurez fisiológica

El amplio rango de variación en días a la madurez fisiológica se debe a la diversidad genética, las variedades de quinua difieren en la duración del ciclo productivo (Fundación PROINPA, 2015). En general, el ciclo de crecimiento, varía entre 80 y 240 días (Delgado *et al.*, 2009) lo cual concuerda con este ensayo.

En este estudio las variedades precoces fueron Altiplano, Kancolla y Amarilla Maranganí, Altiplano fue precoz como lo menciona Soto *et al.* (2017), Kancolla y Amarilla Maranganí fueron precoces contrario a lo mencionado por FAO y UNALM (2016).

El promedio de días a la madurez fisiológica de la variedad Blanca de Junín fue 149,3, menor a lo mencionado por Leonardo (1985) citado por Sánchez (2014) en un experimento en el distrito de Jauja-Junín, donde la madurez de cosecha fue a los 176 días.

De acuerdo a la Unión de Protección y Obtención Vegetal [UPOV] (2017) se dice que un genotipo de quinua es precoz cuando tiende a tener la maduración fisiológica hasta los 130 días, semi-precoz de 131 a 145 y tardía mayor a los 146 días. De acuerdo con la UPOV en esta investigación los genotipos Altiplano, Kancolla, Amarilla Maranganí, Pasankalla y Salcedo INIA se comportaron como precoces, Negra Collana y Mantaro se comportaron como semi-precoces y Blanca de Junín se comportó como tardía.

PROINPA (2015) propone utilizar la precocidad de genotipos entre 120 a 140 días de ciclo productivo, en este sentido, los genotipos Amarilla Maranganí, Pasankalla, Salcedo INIA, Negra Collana y Mantaro alcanzaron la madurez fisiológica en ese rango de días.

6.3.3 Altura de planta

La altura de planta es variable de acuerdo con las variedades y el medio ecológico donde se cultiven (Tapia, 2007). Rosas (2015) reportó mayor altura de planta de la variedad Amarilla Maranganí con 150,7 cm sobre Altiplano, Salcedo INIA, Pasankalla, Kancolla y Negra Collana, en cambio en este estudio la mayor altura de planta alcanzó la variedad Blanca de Junín, la cual alcanzó un promedio de 183,9 cm, superior a lo que indican Apaza *et al.* (2013) en el Catálogo de Variedades Comerciales de Quinua y corrobora lo encontrado por Valencia (2015). Esto debido a las condiciones climáticas que favorecieron a Blanca de Junín, la misma que fue menos afectada por el mildiu.

Las variedades más pequeñas fueron Altiplano con 93,1 y Negra Collana con 96,2 cm menor a la altura que reportan Apaza *et al.* (2013). Similar a esta investigación Lazo (2016) tampoco encontró diferencias significativas entre Altiplano, Negra Collana, Kancolla y Pasankalla para la variable altura de planta, las diferencias significativas se deben a que cada genotipo tiene características morfológicas particulares y el comportamiento de cada uno bajo las mismas condiciones fue diferente, sin embargo los resultados de este ensayo están dentro de los márgenes de altura en los que varía la quinua que va de 50 cm a 250 cm.

6.3.4 Diámetro de tallo

En esta investigación se reporta el mayor diámetro de tallo de la línea Mantaro, seguida por Blanca de Junín y esta seguida por Salcedo INIA, ya que los genotipos de valles interandinos al tener mayor crecimiento muestran mayor diámetro de tallo.

Según Apaza *et al.* (2013) el diámetro de tallo de Blanca de Junín varía de 15,0 a 17,5 mm mientras que en esta investigación la variedad Blanca de Junín tuvo 12,3 mm (Lazo, 2016) reportó el mayor diámetro de tallo de Salcedo INIA que de Kancolla y Pasankalla en Arequipa y Puno a 70 cm de distancia entre surcos.

6.3.5 Peso de panoja

El peso de panoja seca fluctuó entre 20,8 a 75,5 g y estuvo muy relacionado con la longitud de panoja y con el rendimiento de grano de quinua, como lo mencionan Mujica *et al.*, (2010). El peso de panoja varía no solo con el genotipo, sino también con la época de cultivo. En esta investigación se observó que los genotipos con mayor peso de panoja tuvieron mayor rendimiento de grano.

6.3.6 Longitud de panoja

La variedad Blanca de Junín alcanzó la mayor longitud de panoja con el distanciamiento 2 (61,2 cm), según Apaza *et al.* (2013) para esta variedad, la longitud varía de 33,40 a 48,50 cm, lo que no ocurre en este trabajo; en esta investigación se observó que la variedad Blanca de Junín tuvo un valor promedio mayor de longitud de panoja con el distanciamiento 2 debido a su exuberante crecimiento.

La variedad con la menor longitud de panoja fue Altiplano con un promedio de 33,5 cm difiriendo de lo encontrado por Zaavedra y Pérez (2015), quienes reportaron una longitud promedio de 41,8 cm para la misma variedad en Nuevo Chimbote.

El rango de variación de la longitud de panoja se encuentra dentro de los márgenes descritos por Gandarillas (1979) y Gómez y Eguiluz (2011) quienes mencionan que la longitud de panoja varía entre 15 y 70 cm.

6.3.7 Peso de mil semillas

El mayor peso de mil semillas se obtuvo con la variedad Salcedo INIA seguida por Altiplano que son variedades de grano grande y la variedad con el menor peso de mil semillas fue Negra Collana, la cual tiene granos pequeños.

En este ensayo a un distanciamiento entre surcos de 70 cm se obtuvo mayor peso de 1 000 semillas, lo cual concuerda con los resultados de Apaza (1995) citado por Sánchez (2014) quien obtuvo un mayor llenado de grano para la variedad La Molina 89 con un distanciamiento de 70 cm entre surcos, pero difiere con los resultados de Betancourth, *et al.* (2007) quienes reportan mayor peso de mil granos a un distanciamiento de 40 cm en la variedad SL 47.

Gordon (2011) citado por Sánchez (2014) menciona que para peso de mil granos obtuvo 1,95 g la variedad Pasankalla mientras que en este ensayo se obtuvo 2,9 g para la misma variedad.

Según Mujica *et al.* (2001) citado por Sánchez (2014), el peso de mil granos varía de 1,93 a 3,35 g con un promedio de 2,3 g. Considerando esta información, tres genotipos de quinua del presente experimento, Salcedo INIA, Altiplano y Amarilla Maranganí, tienen un peso de mil granos mayor al valor más alto reportado por Mujica *et al.* (2001).

6.3.8 Rendimiento de grano

Los rendimientos alcanzados por los genotipos están dentro de los márgenes de productividad nacional, el mejor rendimiento se obtuvo con la variedad Blanca de Junín a 50 cm de distanciamiento entre surcos (4 193 kg/ha), seguido por Blanca de Junín a 70 cm entre surcos (3 437 kg/ha), coincidiendo con Valencia (2015) y Bonifacio y Saravia (2006) quienes reportaron que la variedad Blanca de Junín obtuvo el mayor rendimiento por ha. Este rendimiento fue seguido por la línea Mantaro, y este por la variedad Salcedo INIA contrario a lo encontrado por Soto *et al.* (2017) quienes reportaron mayor rendimiento de Amarilla Maranganí que de Salcedo INIA en Huamanga, Ayacucho.

Estos altos rendimientos en este estudio se obtuvieron por la fertilización edáfica en función del análisis de suelo y también por las aplicaciones foliares que se realizaron en las fases de crecimiento, floración y llenado de grano, por otro lado al ser primera siembra en el terreno no se observó el ataque de algunas plagas clave como kona kona (*Eurysacca* sp.), así mismo el mildiu (*Peronospora* sp.) se manifestó en la etapa de ramificación y fue controlado con fungicidas (Tabla 5). Además el clima fue favorable para el desarrollo del cultivo y como es sabido la quinua muestra adaptabilidad a pisos altitudinales menores, de tal manera que se puede producir en zonas bajas y aun en ceja de selva (Mujica, 1999, citado por Quispe, 2015).

Los rendimientos más bajos fueron de las variedades Negra Collana y Pasankalla, las mismas que fueron precoces, mientras que el rendimiento de la variedad Kancolla de 1 909 kg/ha es similar al obtenido por Robles *et al.*, (2003) en Perú central. Flores (2014) reportó un rendimiento de 3 907 kg/ha en Moquegua, el cual fue mayor que el de la variedad Negra Collana (1 715 kg/ha).

En este estudio las características fenotípicas y fenológicas variaron entre genotipos tal como reportaron Mujica y Ortiz (2006) debido a las condiciones climáticas del lugar.

VII. CONCLUSIONES

1. Se reporta como enfermedad principal al mildiu de la quinua causado por *Peronospora* sp., el que afectó a todos los genotipos, siendo la variedad Blanca de Junín la más resistente y la Amarilla Maranganí la más susceptible. En referencia a las plagas, los mayores daños fueron causados el “gorrión” (*Zonotrichia* sp.), en donde el genotipo menos afectado fue Altiplano y el más afectado fue Salcedo INIA.
2. El distanciamiento entres surcos, tuvo un efecto significativo sobre el rendimiento de los genotipos de quinua; en este ensayo con once plantas por metro lineal de surco, se concluye que con el distanciamiento entre surcos de 50 cm se obtuvo mayores rendimientos que con un distanciamiento de 70 cm, sin embargo, las labores culturales se tornan difíciles al distanciamiento de 50 cm ya que se necesita espacio para el aporque y el paso del operario.
3. Los genotipos tuvieron diferente comportamiento agronómico, en este aspecto, resultaron ser más precoces la variedad Altiplano, Kancolla y Amarilla Maranganí, en cambio Blanca de Junín y Mantaro fueron semiprecoces. La mayor altura de planta la tuvo Blanca de Junín seguida por Amarilla Maranganí, mientras que la línea Mantaro mostró mayor diámetro de tallo. La variedad Blanca de Junín por su desarrollo logró mayor peso de panoja, longitud de panoja y peso de mil semillas y por lo tanto el mayor rendimiento de grano, por lo que tuvo el mejor comportamiento agronómico en el anexo Santa Cruz del Tingo, distrito Molinopampa.

VIII. RECOMENDACIONES

- Hacer evaluaciones para cuantificar los umbrales económicos y umbrales de acción para las plagas encontradas.
- Probar los rendimientos con densidades mayores a 50 cm entre surcos y diferente número de plantas por metro lineal.
- Investigar los costos de producción de quinua para conocer su rentabilidad bajo diferentes sistemas de producción en Amazonas.
- Hacer una investigación sobre la producción orgánica de quinua en el distrito Molinopampa, debido a que los rendimientos fueron obtenidos mediante un manejo convencional.
- Realizar investigaciones similares en distintas zonas de la región Amazonas que permitan comparar la producción de distintas variedades de quinua, identificando a las mejores, ya que según las condiciones naturales que se ofrezcan se puede conseguir distintos niveles de expresión del potencial de rendimiento de la variedad.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apaza, V., Cáceres, G., Estrada, R. y Pinedo, R. (2013). *Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú*. Lima: Biblioteca Nacional del Perú. Lima, Perú: Biblioteca Nacional del Perú.
- Betancourth García, C., Barco, O. E. y Rosas, I. D. (2007). *Evaluación y transferencia de tecnología para tres genotipos promisorios de quinua dulce (Chenopodium quinoa Willd.) en los municipios de Pasto y Guaitarilla del departamento de Nariño*. Nariño.
- Bioversity Internacional y FAO. (2013). *Descriptores para quinua (Chenopodium quinoa Willd.) y sus parientes silvestres*.
- Bongianino y Cuadrelli. (2016). Evaluación del comportamiento agronómico y rendimiento de cuatro genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la región semiárida pampeana
- Bonifacio, A. y Saravia, R. (2006). *Quinua: cultivo multipropósito para usos agroindustriales en los países andinos*. La Paz: Fondo Fiduciario Pérez - Guerrero.
- Bonifacio, A., Vargas, A., Alcón, M. y Apaza, R. (2001). *Resistencia de la quinua frente a la enfermedad del mildiu*.
- Brandán de Antoni, E. Z., Gonzáles, A. G., Seco, E. D., Tapia, A. M., Romero, A. A., & Alemán, P. (2013). Efecto de diferentes fechas de siembra en la producción de quinua o quinoa en el Valle de Altura de Tafí, Tucumán, Argentina. *Biología en Agronomía*, 31-40.
- Cogliatti, M. y Heter, D. (2014). *Perspectivas de producción de quinua en la región agrícola del centro de la provincia de Buenos Aires*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de <ftp://www1.faa.unicen.edu.ar/pub/Quinoa.pdf>
- Cruces, L. M., Callohuari, Y. y Carrera, C. (2016a). *Quinua Manejo Integrado de Plagas*. Santiago: Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado el 8 de julio de 2017, de <http://www.fao.org/publications/card/en/c/0336fc7c-a013-410d-9dec-ee8d0d0438f0/>

- Cruces, L., Callohuari, Y. y Carrera, C. (2016b). *Quinoa manejo integrado de plagas*. Santiago: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Danielsen, S. y Ames, T. (2000). *El mildiu de la quinua en la zona andina manual práctico para el estudio de la enfermedad y del patógeno*. Obtenido de <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/10/AN60198.pdf>
- Delgado P, A. I., Palacios C, J. H. y Betancourt G, C. (2009). *Evaluación de 16 genotipos de quinua dulce (Chenopodium quinoa Willd.) en el municipio de Iles, Nariño (Colombia)*. Universidad Nacional de Colombia.
- Delgado, P., Apaza, V., Farfán, D., Catacora , M., Ruelas, F., Loza, A. y Chura, E. (2017). Aves plaga del cultivo de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) y alternativas de control. *Resúmenes de exposiciones del IV congreso mundial de la quinua y III simposio internacional de granos andinos, Perú 2017*, 54.
- Díaz, J., Seguel, I., Mera, M., Campillo, R., Galdames , R., López Olivari, R., . . . Valenzuela, S. (2017). Potenciando la quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) como opción productiva para la agricultura familiar del sur de Chile. *Resumen de exposiciones del IV congreso mundial de la quinua y III simposio internacional de granos andinos, Perú 2017*, 61.
- Dilemas del cultivo y del consumo de la quinua en los andes*. (2013). Recuperado el 15 de diciembre de 2016, de Global voices: <https://es.globalvoices.org/2013/10/29/dilemas-del-cultivo-y-elconsumo-de-la-quinua-en-los-andes/>
- Dirección Regional de Agricultura - Áncash. (s.f). *Cultivo de la quinua en Áncash*.
- FAO. (11 de julio de 2017). *Quinoa 2013 año internacional*. Obtenido de Año internacional de la quinua 2013: <http://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/varieties/variety-groups-by-ecological-adaptation-zones/es/>
- FAO y UNALM. (2016). *Guía de cultivo de la quinua*. Lima: Biblioteca Nacional del Perú.
- Ficha técnica de la variedad Salcedo INIA*. (s.f.) Recuperado el 15 de enero de 2017, de <http://www.sagaseedsperu.com/Ficha%20t%C3%A9cnica%20variedad%20quinua%20Salcedo%20INIA.pdf>

- Fischer, S., Wilckens, R., Jara, J. y Aranda, M. (2013). Estrés hídrico controlado para mejorar la calidad funcional y nutricional en semilla de quinua. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 12(5), 457-468. Recuperado el 9 de abril de 2017
- Flores Falcón, J. (2014). *Evaluación del rendimiento de once variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en el distrito de Carumas, provincia Mariscal Nieto, región de Moquegua*. Moquegua. Tesis de pregrado. Univ. José Carlos Mariátegui.
- Fuentes Carmona, F. (2008). Mejoramiento genético de la quinua. Chile. Recuperado el 15 de marzo de 2017, de <https://www.researchgate.net/publication/224861641>
- Fundación PROINPA. (2011). *La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/017/aq287s/aq287s.pdf>
- Fundación PROINPA. (2015). *Informe compendio 2011-2014*. Cochabamba. Recuperado el 13 de julio de 2017, de <http://www.proinpa.org/publico/compendio/files/res/downloads/book.pdf>
- Gandarillas, H. (1979). Mejoramiento genético. En M. Tapia, *La quinua y la kañiwa: cultivos andinos* (p. 228). Bogotá: CIID. Recuperado el 16 de julio de 2017, de https://books.google.com.pe/books?id=FfemqEmGXysC&pg=PA65&hl=es&source=gbv_toc_r&cad=4#v=onepage&q&f=false
- Germoplasm Resources Information Network [GRIN]. (17 de julio de 2017). *U.S. National Plant Germplasm System*. Obtenido de <https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/taxonomydetail.aspx?409941>
- Gómez Pando, L. R., y Eguiluz de la Barra, A. L. (2011). *Catálogo del Banco de germoplasma de quinua (Chenopodium quinoa Willd) Universidad Nacional Agraria La Molina*. Lima.
- Gómez Pando, L., Julon, W., Aguilar, E., Falconi, J. e Ibañez, M. (2017). Valor agronómico de líneas mutantes de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) en dos sistemas de cultivo en condiciones de la costa central del Perú. *Resúmenes de exposiciones del IV congreso mundial de la quinua y III simposio Internacional de granos andinos, Perú 2017*, 48.

Google earth (s.f.) [Ubicación del experimento en Santa Cruz del Tingo]. Recuperado el 04 de octubre de 2017 de Google earth Pro.

Huamán Huamán, E., Vásquez Pérez, H., Salas López, R. y Bobadilla Rivera, L. (2017). Efecto de los abonos orgánicos y dosis de un biofertilizante en el rendimiento de quinua (*Chenopodium quinoa*), en Chachchapoyas, Amazonas. *Revista de Investigación Agroproducción Sustentable*, 1(1), 1-94.

INIA. (s.f). *Quinua INIA 420-Negra Collana*. Recuperado el 10 de junio de 2017, de <http://www.granosandinos.com/uploads/2/9/7/8/29785781/f-quinua-inia-420-negra-collana.pdf>

Lazo, D. (2016). *Evaluación de la adaptabilidad de de cuatro variedades y cinco líneas de quinua (Chenopodium quinoa Willd) en tres ecozonas (Camaná, Arequipa y Puno)*. Arequipa. Tesis de pregrado. Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Univ. Católica Santa María. 146 pp.

Mendoza, V. (2013). *Comparativo de accesiones de quinua (C. quinoa Willd.) en condiciones de costa central*. Lima. Tesis de pregrado. Facultad de Agronomía. Univ. Nac. Agraria La Molina. 138 pp.

Ministerio de Agricultura y Riego. (2015). *Quinua peruana situación actual y perspectivas en el mercado nacional e internacional al 2015*. Lima: MINAGRI.

Mujica Sanchez, Á. y Ortiz Romero, R. (2006). *Quinua: un cultivo multipropósito para usos agroindustriales en países andinos*. Puno: Fondo Fiduciario.

Mujica, A. y Jacobsen, S. (2006). La quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) y sus parientes silvestres. *Botánica Económica de los Andes Centrales*, 449-457.

Mujica, A., Canahua, A. y Saravia, R. (2010). Agronomía del cultivo de la quinua. En R. Miranda, *Quinua Ancestral cultivo de los andes* (pp. 19-48).

Mujica, Á., Izquierdo, J. y Marathee, J.-P. (2010). Origen y descripción de la quinua. En *Quinua ancestral cultivo de los andes*. Recuperado el 1 de marzo de 2017, de https://es.slideshare.net/dioslokis/29879087-libroquinuaancestralcultivodelosandesrmiranda?qid=a8207cba-58e7-4076-8526-6beab62bad70&v=&b=&from_search=1

Municipalidad Provincial de Chachapoyas. (2015). *Plan de desarrollo económico local de la provincia de Chachapoyas*. Chachapoyas.

- Muñoz, R., y Acevedo, E. (2002). *Evaluación del rendimiento potencial y bajo estrés hídrico de 11 genotipos de quinoa*. Santiago. Facultad de Ciencias Agronómica. Universidad de Chile. 46 pp.
- Navruz Varli, S., & Sanlier, N. (2016). Nutritional and health benefits of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Cereal Science*, 36(2016), 371-376.
- Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura [FAO] y Universidad Nacional Agraria la Molina [UNALM]. (2016). *Guía de cultivo de la quinua*. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Ortiz, R., Danielsen, S., Ames, T. y Castro, A. (2010). Plagas y enfermedades. En R. Miranda, *Quinua ancestral cultivo de los andes*.
- Quispe, L. (2015). *Evaluación del potencial de rendimiento y calidad de líneas mutantes de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) var. Pasankalla en condiciones de costa central*. Lima. Tesis de pregrado, Facultad de Agronomía. Univ. Nac. Agraria La Molina. 89 pp.
- Risco, A. (2014). *Severidad de Peronospora variabilis Gaium. en Chenopodium quinoa Willd. 'Pasankalla' como respuesta a aplicaciones de fungicidas sintéticos y bioestimulantes*. Lima. Tesis de postgrado. Facultad de Agronomía. Escuela de Postgrado. Univ. Nac. Agraria La Molina. 92 pp.
- Robles, J., Jacobsen, S.-E., Rasmussen, C., Otazu, V. y Mandujano, J. (2003). Plagas de aves en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y medidas de control en el Perú central. *Revista Peruana de Entomología*, 43, 147-151. Recuperado el 6 de agosto de 2017, de https://www.researchgate.net/profile/Claus_Rasmussen2/publication/271214029_Plagas_de_aves_en_Quinua_Chenopodium_quinoa_Willd_y_medidas_de_control_en_el_Peru_central/links/54c2936f0cf2911c7a493ed2/Plagas-de-aves-en-Quinua-Chenopodium-quinoa-Willd-y-medida
- Rosas, G. (2015). *Evaluación agronómica de diez variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) bajo dos sistemas de cultivo en La Unión-Leticia, Tarma*. Lima. Tesis de pregrado. Facultad de Agronomía. Univ. Nac. Agraria La Molina. 120 pp.

- Sánchez Bravo, F. (2013). *Proyecto de factibilidad de inversión privada para la instalación de un semillero de quinua*.
- Sánchez, J. y Chapoñan, J. (2017). *Evaluación del rendimiento en grano de cuatro variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd) con tres distanciamientos entre surcos en el distrito de Cutervo*. Tesis de pregrado.
- Sánchez, M. (2014). *Identificación preliminar de líneas mutantes de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) con mayor eficiencia en el uso de nitrógeno*. Lima. Tesis de pregrado. Facultad de Agronomía. Univ. Nac. Agraria La Molina. 114 pp.
- Saravia, R., Plata, G. y Gandarillas, A. (2014). *Las enfermedades en el cultivo de la quinua*. Fundación PROINPA.
- SENAMHI. (24 de 11 de 2017). *Clasificación climática del Perú*. Obtenido de <http://sinia.minam.gob.pe/contenido/clasificacion-climatica-peru>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología [Senamhi]. (2014). *Protocolo de observación fenológica y biométrica para los cultivos de maíz, papa, quinua y alcachofa*.
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria. (s.f.). *Guía de buenas prácticas agrícolas para el cultivo de quinua*.
- Solid OPD. (2010). *Programa modular para el manejo técnico del cultivo de quinua*. Recuperado el 10 de noviembre de 2016, de <http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/TECNOLOG%C3%8DA%20PRO%20DUCTIVA%20DE%20LA%20QUINUA.pdf>
- Sosa Zuñiga, V. A., Brito, V. L., Fuentes, F. F. y Steinfort, U. (2017). Escala estandarizada de fenología para quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) basada en el sistema de codificación de la BBCH. *Resúmenes del VI congreso mundial de la quinua y III simposio internacional de granos andinos, Perú 2017*, (p. 46). Cusco. Recuperado el 13 de julio de 2017, de <https://es.scribd.com/document/345973576/Resumenes-de-Exposiciones-Del-VI-Congreso-Mundial-de-La-Quinoa-y-III-Simposio-Internacional-de-Granos-Andinos-Peru-2017#download>

- Soto, M. V., Alonso, C. y Gómez, J. (2017). Estudio comparativo de 12 variedades de quinua orgánica en rendimiento y calidad en la comunidad campesina de San Antonio de Manallasacc, Chiara, Huamanga, región Ayacucho en campaña 2014-2015. *Resúmenes de exposiciones del VI congreso mundial de la quinua y III simposio internacional de cultivo andinos, Perú 2017*, (p. 47). Cusco.
- Tamayo, H. (2010). *Caracterización molecular inter e intra genotípica de 16 accesiones de Chenopodium quinoa (quinua) mediante la técnica ISSR*. Lima. Tesis de maestría, Escuela de postgrado. Univ. Nac. Agraria la Molina, 76 pp.
- Tapia, M. E. (2007). Agronomía de los cultivos andinos. En M. E. Tapia, *Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación* (pp. 28-77). Santiago: FAO.
- Tapia, M. E. y Fries, A. M. (2007). *Guía de campo de los cultivos andinos*. Recuperado el 7 de julio de 2017, de <http://www.fao.org/docrep/010/ai185s/ai185s.pdf>
- Tapia, M., Lozada, C., Lozada, E. y Aguirre, S. (2017). *Resúmenes de exposiciones del VI congreso mundial de la quinua y III simposio internacional de granos andinos*. Cusco. Recuperado el 13 de julio de 2017, de <https://es.scribd.com/document/345973576/Resumenes-de-Exposiciones-Del-VI-Congreso-Mundial-de-La-Quinoa-y-III-Simposio-Internacional-de-Granos-Andinos-Peru-2017#download>
- Toro Torrico, E. (2017). VI congreso mundial de la quinua y III simposio internacional de granos andinos, Perú 2017. *Estudio de especies y variedades de quinua en el Perú*, (p. 144). Cusco. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/345973576/Resumenes-de-Exposiciones-Del-VI-Congreso-Mundial-de-La-Quinoa-y-III-Simposio-Internacional-de-Granos-Andinos-Peru-2017#download>
- UPOV. (24 de 11 de 2017). *Unión de Protección y Obtención Vegetal*. Obtenido de <http://www.upov.int/portal/index.html.es>
- Valencia, W. (2015). *Evaluación de la aclimatación de cinco variedades de quinua (Chenopodium quinoa) en el caserío La Victoria, distrito Cochicadán, provincia Santiago de Cuzco - La Libertad*. Tesis de pregrado, Univ. Nac. de

Trujillo, Trujillo. Recuperado el 20 de diciembre de 2016, de <http://dspace.unitru.edu.pe/xmlui/handle/UNITRU/4158?show=full>

Vargas, M. (Ed.). (2013). Congreso Científico de la quinua (memorias), (p. 681). La Paz.

Vilca Vives, J. y Carrasco Aquino, G. (2013). *Manejo integrado en el cultivo de quinua*. Ayacucho.

Zaavedra Quezada, C. y Pérez Campomanes, M. (2015). Rendimiento de seis variedades de *Chenopodium quinoa* Willd “quinua”. *Conocimiento para el desarrollo*, 6(1), 1-8.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis químico del suelo



"UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS"
 INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DE CEJA DE SELVA"
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN SUELOS Y AGUAS



1. DATOS:

Solicitante : ELEN FRANCISCO GUEVARA FERNÁNDEZ **Provincia** : CHACHAPOYAS
Departamento : AMAZONAS **Fecha** : 09/01/17
Distrito : MOLINOPAMPA **B.V.** :
Anexo : SANTA CRUZ DEL TINGO
Análisis solicitado : CARACTERIZACIÓN

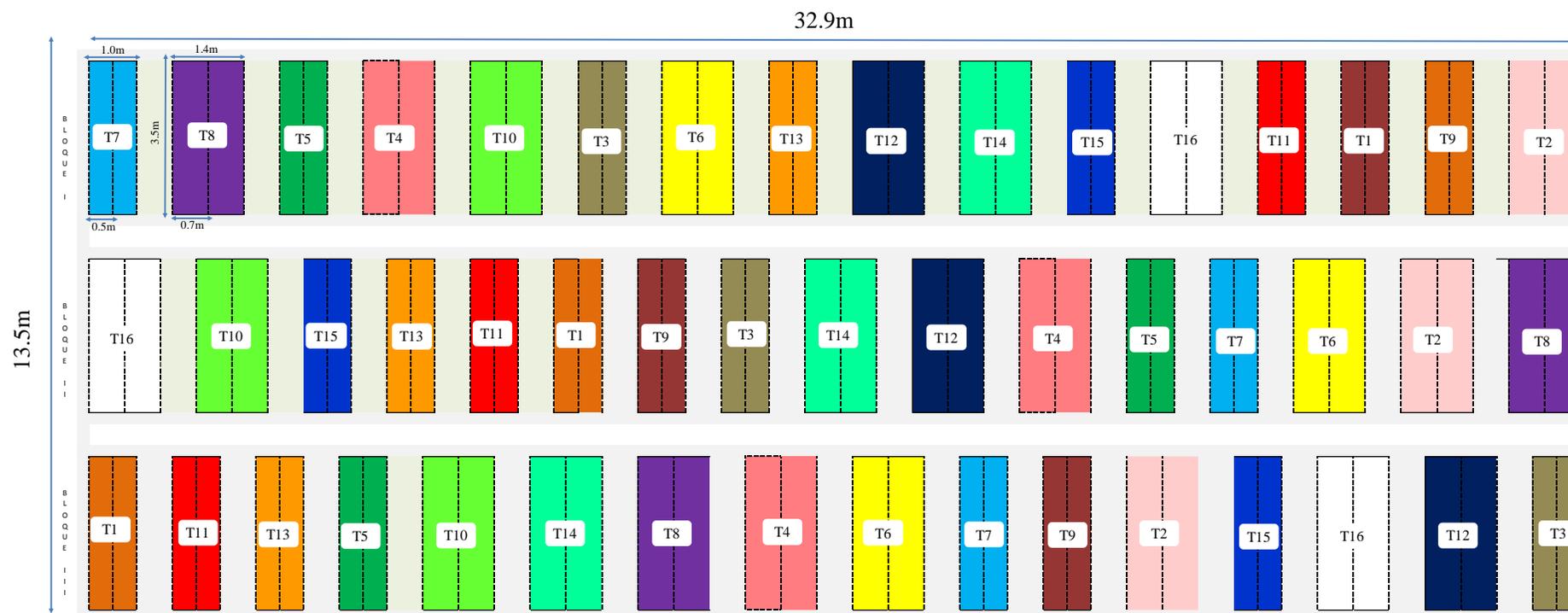
2. RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO:

| N° de lab. | MUESTRA | pH (1:1) | C.E. (1:1) (mS/cm) | P | K | C | M.O | N | Análisis Mecánico | | | Clase textural | CIC meq/100g | Cationes cambiabiles | | | | | Suma de Cationes meq/100g | Suma de Bases meq/100g | %Sat. De Bases |
|------------|-------------|----------|-----------------------|-------|--------|------|------|------|-------------------|------|---------|----------------|--------------|----------------------|------------------|----------------|-----------------|----------------------------------|---------------------------|------------------------|----------------|
| | | | | | | | | | Arena | Limo | Arcilla | | | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | K ⁺ | Na ⁺ | Al ³⁺ +H ⁺ | | | |
| 3 | MOLINOPAMPA | 5.54 | 0.48 | 13.70 | 345.20 | 2.75 | 4.74 | 0.24 | 75.1 | 15.6 | 9.3 | Fr.A. | 28.00 | 17.80 | 1.77 | 0.90 | 0.33 | 0.12 | 20.90 | 20.79 | 74 |

A.=Arena; A.Fr.=Arena Franca; Fr.A.=Franco Arenoso; Fr.=Franco; Fr.L.=Franco Limoso; L.=Limoso; Ar.=Arcilloso
 Fr.Ar.A.=Franco Arcillo Arenoso; Fr.Ar.=Franco Arcilloso; Fr.Ar.L.=Franco arcillo Limoso; Ar.A.=Arcillo Arenoso; Ar.L.=Arcillo Limoso

UNIVERSIDAD NACIONAL
 TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN SUELOS Y AGUAS
 Ing. Leidy Olierakime Bobadilla Rivera
 RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS

Anexo 2. Esquema del diseño de la parcela experimental



T1: Altiplano a 50 cm

T2: Altiplano a 70 cm

T3: Amarilla Maranganí a 50 cm

T4: Amarilla Maranganí a 70 cm

T5: Negra Collana a 50 cm

T6: Negra Collana a 70 cm

T7: Mantaro a 50 cm

T8: Mantaro a 70 cm

T9: Salcedo INIA a 50 cm

T10: Salcedo INIA a 70 cm

T11: Kancolla a 50 cm

T12: Kancolla a 70 cm

T13: Blanca de Junín a 50 cm

T14: Blanca de Junín a 50 cm

T15: Pasankalla a 50 cm

T16: Pasankalla a 70 cm

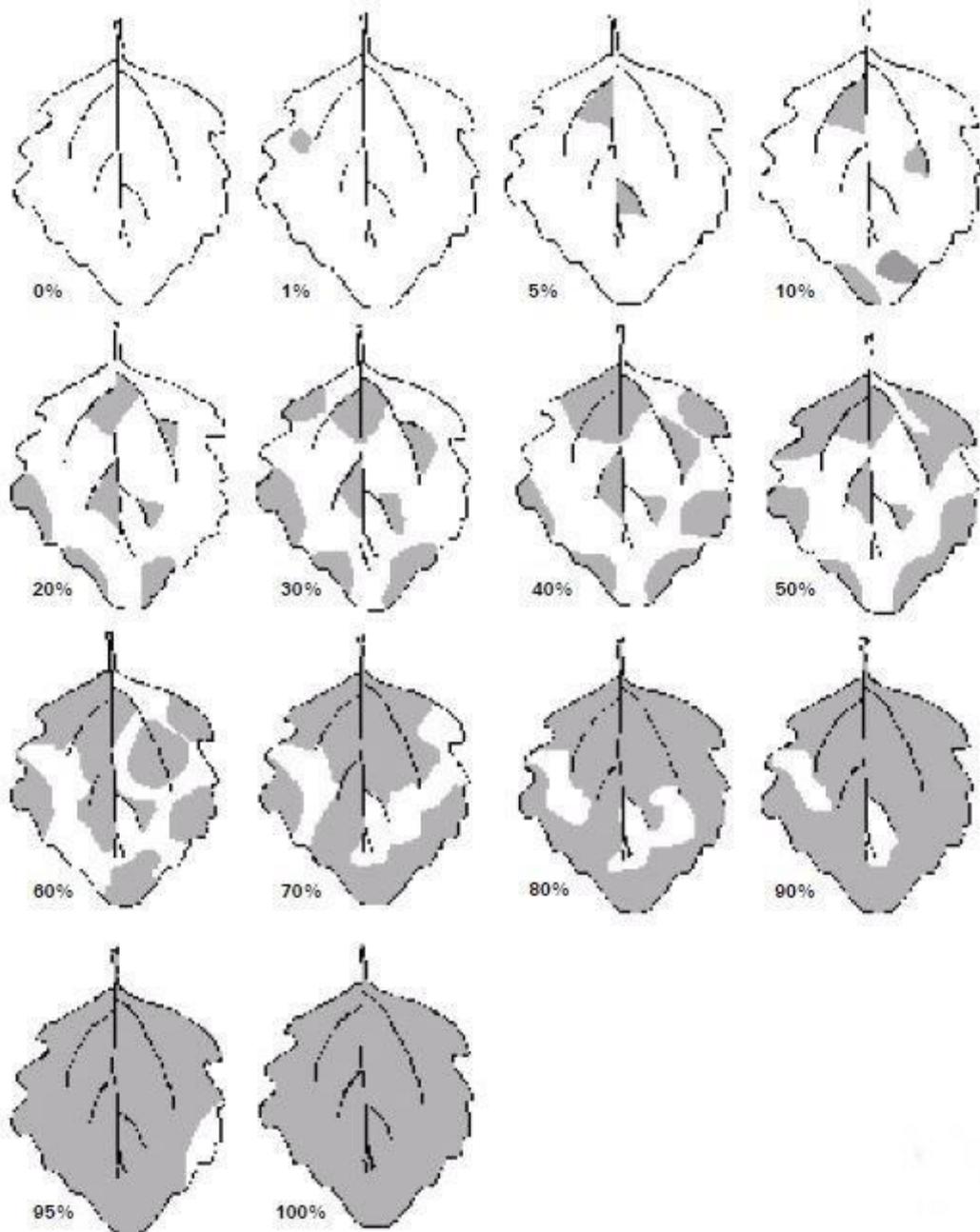
Anexo 3. Composición química de Nitrosol - Hoja

| Elemento | Porcentaje |
|--|------------|
| Nitrógeno (NH ₄ – NO ₃) | 30% |
| Fósforo (P ₂ O ₅) | 10% |
| Potasio (K ₂ O) | 10% |
| Kel magnesio (Mg) | 0,64% |
| Kel cobre (Cu) | 0,36% |
| Kel manganeso (Mn) | 0,07% |
| Kel cobre (Cu) | 0,06% |
| Calcio (Ca) | 0,06% |

Anexo 4. Composición química de Powergy

| Elemento | Porcentaje |
|---|------------|
| Nitrógeno total (N) | 8.0% |
| Fósforo disponible (P ₂ O ₅) | 32.0% |
| Potasio soluble (K ₂ O) | 5.0% |
| Materia orgánica (MO) | 4.5% |
| Ácidos húmicos | 4.0% |
| Ácidos fúlvicos | 0.5% |
| Inertes | e.s.p. 1 L |

Anexo 5. Escala diagramática de área foliar afectada por mildiu en quinua



Anexo 6. Tabla de ANVA para mildiu en quinua

| Fuente | GL | SC | CM | F | p | Signif. |
|----------------|----|---------|--------|-------|--------|---------|
| BLOQUE | 2 | 188959 | 94480 | 4.9 | 0.0144 | * |
| GENOT | 7 | 3481920 | 497417 | 25.82 | 0.0000 | ** |
| DIST | 1 | 87940 | 87940 | 4.57 | 0.0409 | * |
| GENOT*DIS T | 7 | 19637 | 2805 | 0.15 | 0.9934 | |
| Error | 30 | 577872 | 19262 | | | |
| Total | 47 | 4356328 | | | | |

Nota: Nivel de significancia $\alpha=0.05$

Anexo 7. Tabla de ANVA para días a la madurez fisiológica

| FV | GL | SC | CM | F | P | Signif. |
|------------|----|---------|---------|--------|--------|---------|
| BLOQUE | 2 | 5.32 | 2.66 | | | |
| GENOT | 7 | 7188.49 | 1026.93 | 222.42 | 0.0000 | * |
| DIST | 1 | 2.76 | 2.76 | 0.6 | 0.4459 | |
| GENOT*DIST | 7 | 21.29 | 3.04 | 0.66 | 0.7046 | |
| Error | 30 | 138.51 | 4.62 | | | |
| Total | 47 | 7356.37 | | | | |

Nota: Grand Mean=125.70, CV=1.71; el * indica significancia al 0.05

Anexo 8. Tabla de ANVA para diámetro de tallo

| Fuente | GL | SC | CM | F | P | Signif |
|------------|----|---------|---------|------|--------|--------|
| BLOQUE | 2 | 6.027 | 3.0135 | 1.91 | 0.165 | |
| GENOT | 7 | 73.083 | 10.4404 | 6.63 | 0.0001 | * |
| DIST | 1 | 0.523 | 0.5229 | 0.33 | 0.5686 | |
| GENOT*DIST | 7 | 4.887 | 0.6981 | 0.44 | 0.8666 | |
| Error | 30 | 47.214 | 1.5738 | | | |
| Total | 47 | 131.733 | | | | |

Grand Mean=11.189 CV=11.21; el * indica diferencias significativas al 0.05

Anexo 9. Tabla ANVA para rendimiento de grano

| FV | GL | SC | CM | F | P | Signif. |
|------------|----|---------|---------|-------|--------|---------|
| BLOQUE | 2 | 0.11958 | 0.05979 | | | |
| GENOT | 7 | 0.72754 | 0.10393 | 12.03 | 0.0000 | ** |
| DIST | 1 | 0.10194 | 0.10194 | 11.8 | 0.0018 | ** |
| GENOT*DIST | 7 | 0.04633 | 0.00662 | 0.77 | 0.6200 | |
| Error | 30 | 0.25925 | 0.00864 | | | |
| Total | 47 | 1.25464 | | | | |

Nota: Grand Mean=3.3541, CV=2.77; los ** indican significancia al 0.01

Anexo 10. Trazo y acondicionamiento de parcelas experimentales



Anexo 11. Ensayo a los 76 días después de la siembra



Anexo 12. *Astylus* sp. en quinua



Anexo 13. Daño por mildiu (*Peronospora* sp.) en quinua variedad Amarilla Marangani



Anexo 14. Daño por mildiu (*Peronospora* sp.) en quinua variedad Pasankalla



Anexo 15. Medición de la altura de planta a la madurez fisiológica



Anexo 16. Cosecha de panojas a la madurez fisiológica



Anexo 17. Secado de muestras en estufa

