

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN HUÁNUCO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



COMPORTAMIENTO DE LÍNEAS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd), OBTENIDAS POR MUTACIONES, EN LA RESISTENCIA AL MILDIU (*Peronospora variabilis* Gäum) Y SU VALOR AGRONÓMICO, EN CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DE CANCHAN – HUÁNUCO – 2016

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

**TESIS
BACH. NELSI MARLENE TOLENTINO ANTONIO**

**ASESOR
DR. RUBÉN LIMAYLLA JURADO**

HUÁNUCO – PERÚ

2018

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación lo dedico con cariño y amor a nuestro Creador divino que ilumina nuestro camino.

A mis padres: Heber Tolentino Acosta y Filomena Antonio Rojas por su comprensión y apoyo incondicional para mi formación laboral y por inculcarme los buenos valores que poseen cada uno de ellos; y las cosas que eh logrado hasta el día de hoy es gracias a ellos.

A mi hija: Majhall Nickolle Xohanna Aquino Tolentino mi razón de seguir luchando día a día para lograr mis objetivos y que me impulsa a seguir adelante.

A mi esposo: Erikzon Guzmán Aquino Laurencio por su apoyo incondicional para mi formación profesional, por el amor y cariño que siempre brinda hacia mi persona.

A mis hermanos: Yessenia, Yolmer y Yelson por ser unos amigos incondicionales, por sus consejos que me brinda y por su apoyo.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento se dirige a quien ha forjado mi camino y me ha dirigido por el sendero correcto a Dios.

A mis padres y a mi esposo por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad.

A la universidad que me abrió sus puertas y a mis buenos docentes, que con el pasar de los años se convirtieron un ejemplo a seguir.

En especial a los Ingenieros, Rubén Limaylla Jurado, Santos Jacobo Salinas, Millka Tello Villavicencio, Edwin Vidal Jaimes y Fleli Jara Claudio.

Y a mis amigos que me acompañaron en esta bella etapa universitaria.

COMPORTAMIENTO DE LÍNEAS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd), OBTENIDAS POR MUTACIONES, EN LA RESISTENCIA AL MILDIU (*Peronospora variabilis* Gäum) Y SU VALOR AGRONÓMICO, EN CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DE CANCHAN – HUÁNUCO – 2016

RESUMEN

El estudio se realizó con el objetivo de evaluar el comportamiento de líneas de quinua obtenidas por mutaciones, en la resistencia al mildiu y valor agronómico, en la localidad de Canchán, cuya posición geográfica es de 09°58'50" LS, 79°11'20" LO y 1920 msnm, y ubicación política en la provincia y Región Huánuco. El diseño usado fue de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 25 tratamientos en tres repeticiones. La evaluación de severidad se realizó empleando la escala de Danielsen y Ames (2000). Se realizaron 10 evaluaciones durante el ciclo del cultivo. Se determinó el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE), la longitud de panoja, el número de espigas por panoja y el peso de granos. Según los resultados, de las 25 líneas evaluadas se seleccionaron 6 líneas con infecciones inferior al 26% considerada como moderadamente resistentes de acuerdo a la escala empleada, las mismas que mostraron valores menores de ABCPE entre 1507,33 a 1670,67. Por otro lado, en el ABCPE, la longitud de panoja y el número de espigas por panoja las líneas de quinua no obtuvieron diferencias estadísticamente. En el peso de granos por ANE y hectárea, la línea 10 (MQAM250-210) destacó con el mayor peso con 434,26 gramos y 2476 kg/ha respectivamente. La línea 10 (MQAM250-210) posee características de resistencia al mildiú y un buen valor agronómico.

Palabras clave: líneas, quinua, mildiú, rendimiento.

**BEHAVIOR OF LINES OF QUINOA (*Chenopodium quinoa* Willd),
OBTAINED BY MUTATIONS, IN THE RESISTANCE TO THE MILDIU
(*Peronospora variabilis* Gäum) AND ITS AGRONOMIC VALUE, IN
CONDITIONS EDAFOCLIMÁTICAS OF CANCHAN - HUÁNUCO - 2016**

ABSTRACT

The study was carried out with the objective of evaluating the behavior of quinoa lines obtained by mutations, in the resistance to mildew and agronomic value, in the town of Canchán, position geographical position is 09°58'50" SL, 79°11'20' WL and 1920 masl, and political ubication in the province and Region Huánuco. The design used was of Blocks Completely Random (BCR) with 25 treatments in three repetitions. The severity assessment was carried out using the scale of Danielsen and Ames (2000). 10 evaluations were made during the crop cycle. The area under the disease progress curve (AUDPC), panicle length, number of ears per panicle and grain weight was determined. According to the results, of the 25 lines evaluated, 6 lines were selected with infections less than 26% considered as moderately resistant according to the scale used, which showed lower values of AUDPC between 1507,33 and 1670,67. On the other hand, in the AUDPC, panicle length and the number of spikes per panicle quinoa lines not differences obtained statistically. The weight of grains per hectare and ANE, line 10 (MQAM250-210) highlighted with greater weight with 434,26 grams and 2476 kg / has respectively. Line 10 (MQAM250-210) features of resistance to mildew and a good agronomic value.

Keywords: lines, quinoa, mildew, yield.

INDICE

<i>DEDICATORIA</i>	<i>ii</i>
<i>AGRADECIMIENTO</i>	<i>iii</i>
<i>RESUMEN</i>	<i>iv</i>
<i>ABSTRACT</i>	<i>v</i>
<i>INDICE</i>	<i>vi</i>
<i>INTRODUCCIÓN</i>	<i>viii</i>
<i>CAPITULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACION</i>	11
1.1. Fundamentación del problema de investigación.....	11
1.2. Formulación del problema de investigación general y específico.....	12
1.2.1. Problema general.....	12
1.2.2. Problemas específicos.....	12
1.3. Formulación de los objetivos general y específico.....	12
1.3.1. Objetivo general.....	12
1.3.2. Objetivos específicos.....	12
1.4. Justificación.....	13
1.5. Limitaciones.....	13
1.6. Formulación de hipótesis generales y específicos.....	14
1.6.1. Hipótesis general.....	14
1.6.2. Hipótesis específicas.....	14
1.7. Variables.....	14
1.8. Definición teórica y operacionalización de variables.....	14
<i>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</i>	16
2.1. Antecedentes.....	16
2.2. Bases teorías.....	18
2.2.1. Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i> L.).....	18

2.2.1.1. Origen.....	18
2.2.2. Importancia.....	22
2.2.2.1 Composición química.....	22
2.2.3. Botánica.....	23
2.2.3.1 Taxonomía	23
2.2.4. Etapas fenológicas del cultivo.....	24
2.2.5. Morfología de la planta	28
2.2.6 Condiciones edafoclimáticas	34
2.2.7. Líneas de quinua obtenidas por mutación	39
2.2.8. Mildiu (<i>Perenospora sp</i>).....	41
2.2.9. Resistencia.....	50
2.2.10. Valor agronómico	51
2.3. Bases conceptuales	59
2.4. Bases epistemológicas o bases filosóficas o bases antropológicas.....	60
CAPITULO III. METODOLOGÍA	61
3.1. Ámbito	61
3.2. Población.....	62
3.3. Muestra.....	62
3.4. Nivel y tipo de investigación.....	64
3.4.1. Nivel de investigación.....	64
3.4.2. Tipo de investigación.....	64
3.5. Diseño de investigación	64
3.6. Método, técnicas e instrumento.....	65
3.7. Validación y confiabilidad del instrumento.....	66
3.8. Procedimiento	66
3.9. Tabulación y análisis de datos.....	69
RESULTADOS	77

<i>DISCUSIÓN</i>	88
<i>CONCLUSIONES</i>	92
<i>RECOMENDACIONES</i>	93
<i>LITERATURA CITADA</i>	94
<i>ANEXOS</i>	101
<i>ANEXO 1. Promedios del porcentaje de infección (severidad)</i>	102
<i>ANEXO 2. Promedios de longitud de panoja</i>	104
<i>ANEXO 3. Promedios de número de espigas por panoja</i>	105
<i>ANEXO 4. Promedios de peso de granos por ANE</i>	106
<i>ANEXO 5. PANEL FOTOGRAFICO</i>	107

INTRODUCCIÓN

La demanda de alimentos es creciente y se requiere con urgencia producir alimentos de calidad, altamente nutritivos y sanos como es la quinua, además este cultivo por su elevada tolerancia a factores abióticos adversos y gran adaptación a diferentes condiciones edafoclimáticas, es uno de los recursos genéticos, llamadas a brindar alimentos necesarios a la población en constante crecimiento (Córdor, 2009).

Debido a la demanda nacional e internacional, la producción de quinua se ha incrementado (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO, 2011), debido a su altísimo valor nutricional que le permite reemplazar las proteínas de origen animal, junto con su equilibrio. El contenido de proteínas y nutrientes está más cerca del nivel ideal para un humano que cualquier otro alimento (Ministerio de Agricultura y Riego - MINAGRI, 2013).

La mayoría de los investigadores coinciden en indicar que la quinua es originaria del altiplano que comparten Perú y Bolivia, ya que en dichas áreas se encuentra la mayor diversidad de plantas cultivadas y parientes silvestres. (Gandarillas 1979). En el Perú existen más de tres mil variedades de quinua, entre variedades mejoradas y también silvestres. El cultivo de la quinua se cultiva en la sierra central, especialmente en las regiones de Huancavelica, Junín y Huánuco, sin embargo, estas áreas son muy reducidas a tal punto de desaparecer dentro de la cédula de cultivo de muchas comunidades campesinas y es en estos departamentos donde los niveles de desnutrición y pobreza son marcados (León, 2003).

Sin embargo, la producción de quinua es afectada por diversos factores abióticos (heladas, sequía, granizada) y bióticos (plagas y enfermedades) (Ortiz, 1998). Entre las enfermedades una de las más importantes es el mildiu causado por el Oomycete, *Peronospora farinosa* que en lugares donde hay alta humedad relativa y temperaturas entre 12 a 22°C, puede causar grandes pérdidas (Alandia 1979; Otazú *et al.*, 1976). 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). Utusaya, cultivar del altiplano Sur de Bolivia, fue el más afectado con una pérdida de 99% (León, 2003).

Se conoce que la mayoría de los cultivares de quinua del altiplano son susceptibles al mildiu. Los cultivares de quinua de los valles que son sembrados por los agricultores como cultivos de contorno en sus parcelas, tienen resistencia variable a la enfermedad (mildiu), sobre las cuales poco o nada se conoce (Mujica, 1988).

Actualmente el control químico es el más eficaz cuando se detectan tempranamente síntomas de mildiu lanoso en el campo (Danielsen y Ames, 2000), sin embargo, es necesario buscar alternativas que limiten su uso, como el desarrollo de cultivares resistentes que ayude al control de la enfermedad, existe una gran diversidad genética de cultivares de quinua que exhiben diversos grados de resistencia (Mujica, 1988). La mejora genética de cultivares en función de su adaptación a nichos particulares tiene mayores ventajas y oportunidades de adaptación, que el desarrollo de un único cultivar para varios ambientes, por lo que la estrategia debería estar dirigida a generar cultivares para nichos particulares (Gabriel, 2010)

Por otra parte, en la Región Huánuco y fundamentalmente en el distrito de Kichqui, la quinua no se cultiva extensivamente, debido a que las autoridades promocionan muy poco y al desconocimiento de su plasticidad ambiental, debiendo ser una alternativa de producción y ya no sembrar solo el cultivo de la papa, oca, olluco. La quinua posee una gran viabilidad y plasticidad genética que le permite adaptarse a diferentes zonas agroecológicas.

Por lo expuesto la investigación tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de líneas de quinua obtenidas por mutaciones, en la resistencia al mildiu y valor agronómico con la finalidad de recomendar a los

agricultores dedicados a siembra del cultivo de la quinua de optar, cual es la línea de quinua más resistente y que tenga mayor rendimiento.

El presente estudio realizado permitió alcanzar los siguientes objetivos específicos

1. Determinar la severidad del mildiu en las 24 líneas de quinua.
2. Identificar las líneas de quinua con alto valor agronómico referente a la longitud de panoja, número de espigas por panoja y peso de granos.

CAPITULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Fundamentación del problema de investigación

Bolivia, Perú y Ecuador son los principales productores de quinua, representando más del 80% de la producción mundial. Se caracteriza por una cultura que fue la base de la alimentación de los pueblos indígenas de los Andes, mucho antes de la llegada de los conquistadores europeos (FAO-ALADI, 2014); Redes sostenibles de producción, comercialización y exportación de la biodiversidad que proporcionen mayores ingresos a sus comunidades (CAME 2007).

En los últimos años, el cultivo de quinua se ha desarrollado moderadamente en la sierra norte. Estadísticas del Ministerio de Agricultura y Riego (2018) muestran que en Cajamarca y La Libertad la superficie cosechada en 2017 fue cuatro veces mayor que la de 2005. Sin embargo, el rendimiento es inestable y no alcanza el nivel de garantía de ganancias. En el mismo año, Cajamarca promedió 1.113 kg/ha y La Libertad 1.373 kg/ha, cifras que podrían superarse a medida que creciera el mercado.

Las prácticas tradicionales de años pasados son importantes para las familias que cultivan quinua; Sin embargo, los jóvenes de hoy no están interesados en conservar o revalorizar las tradiciones practicadas por sus padres, por el contrario, su economía autosuficiente está orientada al mercado. En base a estas consideraciones, nos permitimos hacernos las siguientes preguntas.

En la Región Huánuco la quinua no se cultiva extensivamente, debido a que las autoridades promocionan muy poco y al desconocimiento de su plasticidad ambiental, debiendo ser una alternativa de producción y ya no sembrar solo el cultivo de la papa, oca, olluco. La quinua posee una gran viabilidad y plasticidad genética que le permite adaptarse a diferentes zonas agroecológicas.

1.2. Formulación del problema de investigación general y específico

1.2.1. Problema general

¿Existen líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) obtenidas por mutaciones con resistencia al mildiu (*Peronospora* sp) y con alto valor agronómico con efectos significativos en su comportamiento en las condiciones edafoclimáticas de Canchan – Huánuco?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Algunas de las 25 líneas de quinua muestran resistencia al mildiu entonces tendremos efectos significativos en la severidad?
2. ¿Algunas de las líneas de quinua tienen resistencia al mildiu, con efectos significativos en alto valor en las condiciones edafoclimáticas de Canchan – Huánuco?

1.3. Formulación de los objetivos general y específico

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento de líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), obtenidas por mutaciones, en la resistencia al mildiu (*Peronospora variabilis* Gäum) y su valor agronómico, en condiciones edafoclimáticas de Canchan – Huánuco - 2016

1.3.2. Objetivos específicos

1. Determinar la severidad del mildiu en las 24 líneas de quinua obtenidas por mutaciones.
2. Identificar las líneas de quinua con alto valor agronómico referente a la longitud de panoja, número de espigas por panoja y peso de granos.

1.4. Justificación.

Económico, Los agricultores del pueblo de Canchán disfrutan de mejores precios por productos saludables demandados en los mercados locales, nacionales y mundiales porque con densidades de siembra adecuadas se incrementará el rendimiento de la quinua, y es una opción, gran alternativa para los agricultores.

Social, Con la operación actual, se alentará a los agricultores de Canchan a considerar la evaluación de la altura de planta, días a la floración y a la maduración adoptar densidades de siembra más favorables en el cultivo de quinua, lo que generará mayores ganancias y, por lo tanto, más empleos.

Alimenticio, La quinua no solo es importante para la dieta, sino que también tiene propiedades nutricionales y se puede comparar en energía con alimentos de consumo similar, como frijoles, maíz, arroz o trigo. Además, la quinua se destaca como una buena fuente de proteínas, fibra, grasas poliinsaturadas y minerales de alta calidad.

1.5. Limitaciones

No hay limitaciones a considerar en el desarrollo de este estudio, ya que hay mucha investigación involucrada en las variables estudiadas, así como el acceso a los materiales, herramientas y recursos necesarios para llevar a cabo la investigación

1.6. Formulación de hipótesis generales y específicos

1.6.1. Hipótesis general

Si existen líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) obtenidas por mutaciones con resistencia al mildiu (*Peronospora sp*) y con alto valor agronómico **entonces** tendremos **efectos significativos** en su comportamiento en las condiciones edafoclimáticas de Canchan – Huánuco.

1.6.2. Hipótesis específicas

- **Si** algunas de las 25 líneas de quinua muestran resistencia al mildiu **entonces** tendremos **efectos significativos** en la severidad.
- **Si** algunas de las líneas de quinua tienen resistencia al mildiu, **entonces** tendremos **efectos significativos** en alto valor agronómico de la quinua.

1.7. Variables

1.8. Definición teórica y operacionalización de variables

VARIABLES		INDICADORES	
Independiente	Líneas de quinua	25 líneas de quinua	
		% de infección	
Dependientes	Resistencia al mildiu	Severidad	AUDPC (Área debajo de la curva del Progreso de la Enfermedad)
		Peso de la panoja/planta	
	Valor agronómico	Número de espigas por inflorescencia	

		Altura de la panoja
		Suelo
Interviniente	Condiciones climáticas	Clima
		Zona de vida

Cuadro 6. Variables e indicadores**Fuente:** Elaboración propia.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Trigos (1992) realizó la tesis “Comparativo de Ecotipos seleccionado de Quinoa (*Chenopodium quinoa*)” en el cual evaluó 12 ecotipos obteniendo los siguientes resultados: el ecotipo 0006 obtuvo 1,71 en la altura de plantas a la cosecha; el ecotipo 058 alcanzó 57,47 cm en la longitud de panoja; la variedad Mantaro consiguió 3 188 kg y 4 331 kg/ha en el área neta experimental y rendimiento estimado respectivamente.

Paucar (1996) realizó la tesis comparativo de rendimiento de 20 cultivares de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) bajo las condiciones Agroecológicas del valle de Huánuco” donde registro los siguientes resultados: la variedad Amozulca alcanzó 184,7 cm en la altura de plantas a la cosecha; la variedad Rosa de Yanam obtuvo 60, 275 cm en la longitud de panoja.

Chipana (1998) realizó la tesis “Evaluación de 16 variedades de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) bajo condiciones de sierra baja” donde registro los siguientes resultados: la Variedad Huacataz obtuvo 157,6 cm en la altura de planta a la cosecha; la variedad Huacataz alcanzó 32,80 cm en la longitud de panoja; la variedad Huacariz alcanzó 1 988,25 kg/ha y 1 114,56 kg/ha en el área neta experimental y rendimiento estimado respectivamente.

Laguna (1997) realizó la tesis “Introducción y selección de cultivares de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), bajo las condiciones agroecológicas de la zona de Llata Huamalies” en el cual evaluó 25 variedades donde obtuvo los siguientes resultados: la variedad amazulca alcanzó 2,165 m de altura de planta a la cosecha; la variedad Amazulca obtuvo 69,675 cm para longitud de panoja; la Variedad Tahuaco consiguió 5 419,05 kg/ha en el área neta experimental.

Rodríguez, *et al* (2013) realizó la tesis “Comparación de tres escalas para evaluar la severidad de mildiu (*Peronospora sp*) en el

cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Donde la primera escala fue la escala tres tercios (una hoja del tercio inferior, medio y superior); la segunda escala fue escala 1 al 9 (avance de la enfermedad en 9 grados) y la tercera escala fue escala tercio medio (3 hojas del tercio medio) obteniéndose los siguientes resultados: la accesión precoz ECU-12239 registro los valores más bajos de AUDPC; en la accesión del ciclo intermedio ECU- 12 177 y ECU- 358 registro los valores más bajos de AUDPC y para las accesiones tardías Tunkahuan obtuvo los valores más bajos para de AUDPC.

Gabriel *et al* (2012) realizaron la tesis “Quinua de valle (*Chenopodium quinoa* Willd): fuente valiosa de resistencia genética al mildiu (*Peronospora sp* Willd) muestra los siguientes resultados: análisis de la resistencia al mildiu el menos afectado fue la estrategia química (Aplicación de fungicida sistémico y de contacto en al menos tres oportunidades).

Sánchez (2015) realizo la tesis "Identificación preliminar de líneas mutantes de quinua (*Chenopodium quinoa* willd.) con mayor eficiencia en el uso de nitrógeno" en el cual evaluó 63 líneas mutantes donde obtuvo los siguientes resultados: donde la línea MQLM89-149 obtuvo 4 245,1 kg/ha por parcela en rendimiento; la línea MQLM89-85 alcanzo 189,9 cm en altura de planta; la línea MQLM89-36 obtuvo 8,0 % en daños por mildiu donde consiguió el menor porcentaje.

Mina (2014) realizo la tesis “Evaluación agronómica de líneas f5 de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), en dos localidades de la serranía. Ecuador” en el cual evaluó 15 líneas obteniendo los siguientes resultados: en cuanto a rendimiento la línea 75 alcanzo 21,73 g/panoja; para severidad al Mildiu la línea 18 alcanzo el mejor y menor porcentaje con 37 % de resistencia; y la línea 16 registro los datos más bajos para la AUDPC.

Calixtro (2017) en la tesis “Respuesta de 100 accesiones de quinua a la infección natural de mildiú (*Peronospora variabilis* Gäum) en el Valle del Mantaro”, donde obtuvo los siguientes resultados: de las 100 accesiones evaluadas se seleccionaron 30 accesiones representativas

con infecciones variables desde 30 a 80 por ciento; consideradas como moderadamente susceptibles y muy susceptibles según la escala empleada en la evaluación. Se observó una diferencia significativa en las lecturas de intensidad en la misma accesión en diferentes etapas geométricas y en el porcentaje medio de intensidad en los diferentes genotipos. Para estas accesiones, el valor AUDPC alcanzó un pico más alto a los 104 días después de la siembra.

2.2. Bases teorías

Cóndor (2009:11) menciona que la quinua es considerada como un grano altamente nutritivo, con un buen balance de aminoácidos esenciales elevada cantidad de lisina en granos y hojas, ricos en vitamina y buen contenido de calcio y hierro.

El acelerado ritmo de crecimiento de la población, ms aun en los países subdesarrollados como el nuestro, hace que sea imprescindible la producción de un volumen mayor de alimentos, especialmente con alto valor nutritivo, que permite compensar los requerimientos básicos de la nutrición. La quinua cumple un rol importante en nuestro país por tratarse de un cultivo oriundo con un valor comparativo con la leche y superior a los cereales como maíz, trigo, cebada, arroz, etc.

En la actualidad la quinua es utilizada como alimento humana y animal, además del valor nutricional y sus proteínas, la quinua tiene un alto valor agronómico por su potencial de adaptación a condiciones donde existen factores limitantes tanto de naturaleza biótico como abiótica tolerante a suelos salinos y condiciones de sequias.

2.2.1. Quinua (*Chenopodium quinoa* L.)

2.2.1.1. Origen

Peralta (2009) afirma que, por sus propiedades nutricionales y medicinales, la quinua es un alimento muy apreciado por nuestros pueblos indígenas. La planta fue cultivada por los canarios antes de la llegada de los españoles y, a fines del siglo XVI, todavía era un alimento favorito para hacer

camيناتas en las montañas en 1548, un testimonio de su cultivo y valor. Las personas se encuentran. En Pasto encontramos el quinio en abundancia, y en Quito: los aborígenes de Ambato, en 1605, tenían como principal ocupación el "arar la tierra", que disfrutaban mucho, y cosechar entre los productos: maíz, frijol y caimanes. (quinua). En 1650 se marcaron sus cualidades nutricionales, "La quinua es tan buena como el arroz".

Tapia (1979) y Torres (2004), sostienen que la quinua es una planta autóctona de la región andina y del altiplano peruano, ha sido cultivada desde Chile hasta Colombia.

Los Andes es uno de los ocho centros de domesticación de cultivos más grandes del mundo y tiene uno de los sistemas agrícolas más sostenibles con la mayor diversidad genética del mundo. Willdenow describió por primera vez la quinua por su aspecto botánico en 1778. Según Buskasov se encuentra en los andes de Bolivia y Perú (Cárdenas, 1944) esto fue comprobado por Gandarillas (1979), lo cual, que su expansión geográfica es amplia, la planta tiene una importancia económica y social para la sociedad de los andes, dado que en los andes se encuentra la mayor diversidad de ecotipos, variedades mejoradas por cruces como también variedades silvestres de la zona.

Lescano (1994: 46) hace sugerencia que para el caso de la quinua existen cuatro grandes grupos según sus condiciones agroecológicas donde se desarrolla: valles interandinos, altiplano, salares y nivel del mar, los que presentan características botánicas, agronómicas y adaptaciones diferentes.

La quinua, una planta andina, muestra la mayor distribución en términos de forma, diversidad de genotipos y parientes silvestres, cerca del lago Titicaca en Perú y Bolivia. Se han identificado seis subcentros de diversidad.

Rojas (2003) menciona que cuatro de ellos en el altiplano de La Paz, Oruro y Potosí, que albergan la mayor diversidad genética y dos en los valles interandinos de Chochabamba, Chuquisaca y Potosí.

Mujica (1992) Lescano (1994) confirman la quinua es considerada como una especie oligocéntrica, con centros de amplia distribución y diversificación

múltiple, considerándose las orillas del Lago Titicaca como la zona de mayor diversidad y variación genética.

Lescano (1994) sostiene que la quinua está distribuida en toda la región andina, desde Colombia (Pasto) hasta el norte de Argentina (Jujuy y Salta) y Chile (Antofagasta), y se ha encontrado un grupo de quinuas de nivel del mar en la Región de Concepción Al respecto.

León (2003: 4,5) menciona que se le atribuye su origen a la zona andina del Altiplano Perú-boliviano, por estar caracterizada por la gran cantidad de especies silvestres y la gran variabilidad genética, principalmente en ecotipos, reconociéndose cinco categorías básicas.

a) Quinua de los valles

Crece en los valles entre los andes desde los 2000 hasta los 3600 m sobre el nivel del mar, tiene un crecimiento muy fuerte, puede llegar a los 2-2.5 m de altura, para mildiu, en este grupo tenemos embrión blanco, mariangani amarillo y john rosa.

b) Quinuas altiplánicas

Crece en lugares cercanos al lago Titicaca a una altitud de 3800 m. Estas plantas se distinguen por una buena tolerancia a las heladas, son bajas, no ramificadas (con un tallo esférico denso y un pedúnculo al final), alcanzando alturas de 1,00 a 200 m, con un período vegetativo corto, disponible temprano. Quinua como: Illpa-INIA y Salcedo-INIA, Tardías mitad: Blancos de Juli, Tardías: Como kancolla, chewecca, tahuaco, Amarilla de Marangani.

c) Quinuas de los salares

Son originarias de los salares de Bolivia, como su nombre lo indica, son tolerantes y adaptables a suelos salinos y alcalinos, las semillas son de sabor amargo y ricas en proteínas, miden de 1 a 1,5 metros de largo. de altura, tienen una pata desarrollada; Tenemos: Bolivia Real, Ratoki, Rapora, Sayana (variedades de la sierra de Bolivia).

d) Quinuas al nivel del mar

Crece en el sur de Chile, generalmente no están ramificadas y las semillas son de color amarillo a rosa y tienen un sabor amargo, como en Concepción en el sur de Chile, las quinuas se caracterizan por un largo fotoperíodo y color de la semilla. Son de color verde oscuro y cuando maduran son de color naranja y las semillas son pequeñas y de color blanco o naranja.

e) Quinuas sub-tropicales

Crece en los valles entre las montañas de los Andes en Bolivia y se caracteriza por árboles que son de color oscuro y naranja cuando maduran y los granos son de tamaño pequeño y de color blanco o anaranjado.

Cuadro 1. Composición de granos de quinua y cereales en base de materia seca

Elemento	Quinua	Arroz	Cebada	Maíz	Trigo
Proteína (%)	12,6 - 17,8	7,6	10,8	10,2	14,2
Grasa (%)	6,6 – 8,5	2,2	1,9	4,7	2,3
Carbohidratos totales (%)	54,3 – 73,0	80,4	80,7	81,1	78,4
Fibra cruda (%)	3,5 – 9,7	6,4	4,4	2,3	2,8
Cenizas (%)	2,8	3,4	2,2	1,7	2,2
Energía (kcal/100g)	390	372	383	408	392

Fuente: FAO (2010)

Cuadro 2. Contenido de los principales minerales en el grano

Mineral	Quinua	Trigo	Arroz
Calcio	148,7	50,0	27,6
Fosforo	383,7	380,0	284,5
Hierro	13,2	5,0	3,7
Potasio	926,7	500,0	212,0
Magnesio	246,9	120,0	118,0
Sodio	12,2	10,0	12,0
Cobre	5,1	0,5	0,4
Manganeso	10,0	2,9	0,0
Zinc	4,4	3,1	5,1
Cloro	153,3	0,0	0,0

Fuente: FAO (2010)

2.2.2. Importancia

Bhargava *et al* (2007) Lo llaman otro hecho de que hay un segmento de la población que no tiene acceso a una dieta rica en proteínas, necesaria para aumentar la producción de alimentos y mejorar la calidad. La quínoa y sus propiedades proteicas pueden ayudar a equilibrar tu dieta y desempeñar un papel importante en la lucha contra el hambre.

2.2.2.1 Composición química

La composición química del grano de la quinua es muy variable e influenciada por:

- a) Material genético
- b) Estado de elegibilidad
- c) Fertilidad del suelo
- d) El factor climático.

La quinua es un grano pequeño, con un embrión bastante desarrollado (representa el 25% del grano total de quinua), en el que se concentra una gran cantidad de proteínas.

MINAGRI (2013) reporta que la quinua por su gran poder nutricional, provee las proteínas y los aminoácidos esenciales para el ser humano como la metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina. El contenido de lisina en la proteína de la quinua es casi el doble que el de otros granos y hierbas. Contiene vitaminas del complejo B, vitamina C, E, tiamina, riboflavina y mucho potasio y fósforo, entre otros minerales. El valor calórico es más alto que otros cereales; En cereales y harinas hasta 350 calorías por cada 100 gramos.

Cuadro 3. Los aminoácidos presentes en la proteína del grano de quinua en porcentaje en 100 g.

Aminoácidos	Cantidad en (%)
Arginina	7,4
Isoleucina	6,4
Leusina	7,1
Lisina	6,6
Fenilalanina	3,5

Metionina	2,4
Tirosina	2,8
Trionina	4,8
Valina	4,0

Fuente: León (2003)

La planta es uno de los aminoácidos esenciales de la quinua, además de estos aminoácidos, la quinua también contiene vitamina A como caroteno, vitaminas del grupo B como riboflavina, niacina, vitamina C y ácido ascórbico. Es principalmente rica en minerales como calcio, hierro, fósforo y potasio.

Agencia Agraria de Trujillo (2014) reporta que la quinua lavada presenta la siguiente composición química.

Cuadro 4. Componentes en quinua lavada

Componentes	Porcentaje (%)
Agua	10
Proteínas	13
Grasa	6
Almidón	64
Fibra	4
Ceniza – minerales	3

Fuente: Agencia Agraria Trujillo (2014)

2.2.3. Botánica

2.2.3.1 Taxonomía

León (2003) menciona que este cultivo fue descrito por primera vez por el científico Alemán Luis Christian Willdnow.

Reino: Vegetal

División: Anerógamas

Clase: Dicotiledóneas

Sub clase: Angiospermales

Orden: Centrospermales

Familia: Chenopodiceas

Género: *Chenopodium*

Sección: *Chenopodia*

Subsección: Cellulata

Especie: *Chenopodium quinoa* Willd.

León (2003) menciona que a la quinua se le conoce con diferentes nombres de acuerdo al lugar.

- a) Perú, conocida únicamente como quinua.
- b) En Colombia la llaman quinua, suba, supha, pasca, uva, ulva, avala, juba y uca.
- c) En Bolivia se llama quinua y en algunas regiones se llama jura, pura.
- d) En Chile se le llama quinua, quínoa, Daule.
- e) En Ecuador se llama quinoa, juba, ubaque.

2.2.4. Etapas fenológicas del cultivo

León (2003: 12) y Lazo (2016) mencionan la duración de las fases fenológicas depende mucho de los factores medio ambientales que se presenta en cada campaña agrícola, por ejemplo; si se presenta precipitación pluvial larga de 4 meses continuas (enero, febrero, marzo y abril), sin presentar veranillos las fases fenológicas se alarga por lo tanto el periodo vegetativo es largo y el rendimiento disminuye.

Cuando hay un verano sin heladas, la duración de las fases morfológicas se acorta, el período vegetativo se acorta y el rendimiento es óptimo. La duración de la humedad del suelo también afecta, por ejemplo, en arcillas ricas en humus, las fases morfológicas se prolongan debido a la elevada humedad del suelo o su gran capacidad de retención de agua; A su vez, en suelos arenosos mezclados con humus ocurre lo contrario.

a) Emergencia

Es decir, cuando las plántulas salen del suelo y esparcen los cotiledones, las plántulas en las camas se pueden ver claramente en hileras, depende del contenido de humedad del suelo; Si el suelo está húmedo, las semillas germinan al cuarto o sexto día después de la siembra. Durante este

período, la planta puede soportar la falta de agua, nuevamente dependiendo del tipo de suelo; Si el suelo es de tipo arcilloso. Si el suelo es arenoso, la planta puede soportar unos 7 días. La tolerancia también depende mucho del tipo de finca; Si se esparce sin arar, no podrá resistir la sequía; Si también se cultiva, pero se planta dentro de una zanja, es tolerante a la sequía.

b) Dos hojas verdaderas

Esto sucede cuando las hojas muy largas se vuelven lanzas y el siguiente par de hojas aparece en la parte superior 10-15 días después de la siembra y muestra un rápido crecimiento de las raíces. fácil. Durante este período, la planta también es resistente a la falta de agua, puede soportar de 10 a 14 días sin agua, siempre dependiendo de los factores mencionados en caso de emergencia.

c) Cuatro hojas verdaderas

Tenga en cuenta que dos pares de hojas son alargadas y siempre tienen cotiledones verdes, y las hojas posteriores se convierten en yemas apicales; al comienzo de la formación de yemas axilares del primer par de hojas; Ocurre alrededor de 25-30 días después de la siembra.

d) Seis hojas verdaderas

Observe 3 pares de hojas de orquídeas verdaderas y los cotiledones se vuelven amarillos. Esta etapa ocurre alrededor de los 35 a 45 días después de la siembra, cuando se puede ver claramente la protección apical vegetativa de las hojas maduras.

e) Ramificación

Notamos 8 hojas verdaderas alargadas con hojas axilares hasta el tercer nudo, los cotiledones se caen y dejan cicatrices en el tallo, también notamos una inflorescencia frondosa protegida sin exponer el deltoides, se produce

alrededor de 45 a 50 días después de la siembra. Durante este período, se realizan anestesia y fertilización adicional. Desde la etapa de 4 hojas verdaderas hasta la etapa en la que las hojas se pueden comer en lugar de las espinacas de agua.

f) Inicio de panojamiento

Las inflorescencias aparecen desde la parte superior de la planta, se observan alrededor de un grupo de pequeñas hojas, cubriendo 3/4 de las panojas; Esto puede ocurrir alrededor de 55-60 días después de la siembra, también se puede observar el amarillamiento del primer par de hojas verdaderas (las hojas ya no son fotosintéticas) y se puede observar la aparición de alargamiento y engrosamiento del tallo.

g) Panojamiento

La inflorescencia es prominente en la hoja, obsérvense las plaquetas que la componen; Del mismo modo, los botones florales individuales se pueden ver en las plaquetas basales, y esto puede ocurrir alrededor de 65-75 días después de la siembra, desde este período hasta la aparición de la semilla de leche, las inflorescencias se pueden comer como un vegetal con flores tradicional, como la coliflor.

h) Inicio de floración

Es entonces cuando la flor hermafrodita se abre para mostrar los estambres separados, esto puede ocurrir alrededor de los 75 a 80 días después de la siembra, tiempo durante el cual es muy sensible a la sequía y las heladas; En los glomérulos, las anteras están protegidas por una vaina verde lima.

i) Floración

Este se considera el período en que el 50% de las flores de la inflorescencia están abiertas, y pueden florecer unos 90-80 días después de la siembra, este período es muy sensible a las heladas y al frío, y florece al mediodía cuando hace sol. Densa, desde la mañana cierra y se pone el sol, es también el momento en que comienza En que la planta arroja las hojas inferiores, menos fotosintéticas, Se observó que, en esta etapa, donde la temperatura alta supera los 38 °C, se producen abortos de floración, especialmente en invernaderos o zonas desérticas calurosas. Cuando el verano o la sequía dura de 10 a 15 días, en este período se produce una buena polinización, siempre en cuanto no haya presencia de heladas.

j) Grano lechoso

El estado de las semillas es lechoso cuando el fruto está en las sábanas de algodón, y al presionarlo revienta y segrega un líquido lechoso, alrededor de 100 a 130 días después de la siembra, tiempo durante el cual la cantidad de deficiencia de agua es muy alta. De grano bajo (en suelo franco arenoso), pero normal en suelo franco arcilloso.

k) Grano pastoso

La condición de las semillas blandas es cuando las semillas se prensan en una pasta blanca, lo que puede ocurrir alrededor de 130 a 160 días después de la siembra, tiempo durante el cual son atacadas por Kcona-kcona (*Eurysacca quinoa*), pájaros (gorriones y palomas). Daño severo a los cultivos, formación de nidos y consumo de granos. Durante este período, la lluvia ya no es necesaria.

l) Madurez fisiológica

Es decir, cuando la semilla formada es presionada por la uña, esta es resistente a la penetración, ocurre alrededor de 160-180 días después de la siembra, el contenido de humedad de las semillas varía del 14 al 16%, que

es el período desde la floración hasta el fisiológico. madurez La semilla es la etapa de llenado, también en esta etapa.

2.2.5. Morfología de la planta

López (1999), menciona que la planta de quinua presenta una variabilidad de genotipos las cuales tiene sus propias características propias como el color de las panojas que son muy diversos, desde púrpura hasta blanco y alcanza alturas hasta de 1.5 m de altura.

a) Raíz

López (1999) Detalla que las raíces pueden ser de hasta 30 cm de profundidad, redondas, poderosas, profundas, bien ramificadas y fibrosas, lo que les da la propiedad de sobrevivir en condiciones adversas de cultivo en tierras altas, sequía, poseen un sistema radicular ramificado que evita su rápida aparición. Eliminación del campo.

León (2003: 7) Mencionó que el tipo de raíz varía según las diferentes etapas morfológicas. Se inicia con unos portainjertos básicos, termina con un portainjerto ramificado de 25-30 cm de largo, dependiendo del ecotipo, profundidad del suelo y altura de la planta; Las raíces se caracterizan por tener muchas raíces secundarias y terciarias. En algunos ecotipos colombianos se ha observado que con vientos fuertes las raíces no pueden soportar el peso del árbol y pueden volcarse.

b) Tallo

López (1999) Se demostró que el tallo de la quinua era aproximadamente cilíndrico en el cuello e inclinado en ángulo desde la punta de la rama, con una piel escamosa, una corteza dura y dura y una membrana de celulosa en el interior con un núcleo de semilla que desaparece cuando madura. Su diámetro puede variar de 1 a 8 cm. La corteza es dura, mientras que el tallo es tierno cuando es joven y se seca y se vuelve esponjoso cuando

madura. Vienen en diferentes colores: verde, verde con la zona de las axilas o verde con rayas rojas.

León (2003: 8) manifiesta que es cilíndrico y herbáceo anual a la altura del cuello cerca a la raíz y de una forma angulosa a la altura donde se insertan las ramas y hojas, estando dispuestas en las cuatro caras del tallo, la altura es variable de acuerdo a las variedades y siempre terminan en una inflorescencia; cuando la planta es joven tiene una médula blanca y cuando va madurando se vuelve esponjosa, hueca sin fibra, sin embargo la corteza se lignifica, el color del tallo es variable, puede ser púrpura como la Pasankalla, blanco cremoso (Blanca de Juli) y con las axilas coloreadas como la blanca de Juli, en toda su longitud; colorada como la kancolla y otros colores según el ecotipo de cada zona (el color varía de acuerdo a las fases fenológicas, se pueden diferenciar bien los colores en la floración).

Cuando tiene plantas monocotiledóneas (de un solo tallo), esto se puede crear cortando los brotes apicales para producir monocotiledóneas (varios tallos); Esta técnica debe realizarse antes de comenzar a tomar una foto panorámica.

c) Hojas

(López 1999 y León 2003: 8) sostienen que lo mantienen simple, entero, disperso, brillante, pequeño, sin nódulos, pinna interior, con oxalato de calcio o quistes granulares en el envés, a veces en el haz; Ayuda a evitar la sudoración excesiva en caso de deshidratación. En la quinua podemos notar que las hojas constan de un limbo y un pedúnculo, los pecíolos son largos, acostillados y delgados, las hojas son poligonales y las hojas inferiores son rómbicas o triangulares cerca de las flores. Su color puede variar de verde a rojo o morado, dependiendo de la variedad.

La siembra de hojas en la base se alterna, en cada nudo hay de 5 a 12 hojas dependiendo de la variedad y la distancia entre los nudos es de 0,8 a 4 cm. Las hojas son orgánulos de clorofila que son necesarios para la

respiración y la absorción de dióxido de carbono (CO₂). El número de dientes por hoja oscila entre 2 y 14, según la variedad.

d) Inflorescencia

López (1999) Confirmó que es una serie compuesta por el eje central, el eje secundario y el eje terciario que soportan los glomérulos (el grupo vascular). Se pueden observar tres tipos de mazas; En los glomérulos, las plaquetas se originan en el eje secundario; en el aislamiento de glomérulos que surgen en los terceros axones; La raqueta está suelta cuando el eje es largo. Estos se llaman címbalos, por la costumbre de plantar varias flores diferentes como pueden ser en la axila y en la cabeza.

León (2003: 9) menciona que es de tipo racimosa y por la disposición de las flores en el racimo se le denomina como una panoja, por el hábito de crecimiento algunas inflorescencias se difieren por que pueden ser axilares y terminales.

En algunas variedades no hay una diferencia obvia y pueden ramificarse en forma cónica, el eje principal de la inflorescencia es angular o piramidal y tiene surcos, la posición de la flor. Los glomérulos en forma de martillo se consideran con forma cuando los glomérulos se insertan en los ejes secundario y glomerular, cuando los glomérulos se insertan en el eje primario o primario, y todo el tallo parece un solo glomérulo. Según la densidad del algodón se considera: sólido, semi-ajustado o semi-suelto y suelto.

e) Flores

López (1999) Se dice que las flores de la quinua son pequeñas, pueden tener hasta 3 mm de largo y pueden tener tres tipos de flores; El hermafrodita (pistilo y estambre) se ubica en la parte superior del glomérulo, el pistilo (femenino) se ubica en la parte inferior del glomérulo, y el terminal es estéril (el pistilo y el estambre son estériles).

León (2003: 9) menciona que en una misma inflorescencia pueden presentar flores hermafroditas (perfectas), femeninas y androésteriles (imperfectas). Generalmente, hay 50 glomérulos en una planta, y cada glomérulo consta de unas 18 a 20 semillas. Las flores son pequeñas, de 1 a 2 mm de diámetro y, como en todas las familias Chenopodiaceae, son flores incompletas porque carecen de pétalos. Existe un grupo intermedio como el jolly blanco, cuya patria es Bono, en el que el grado de mestizaje depende de la proporción de los pistilos.

Tipo de reproducción

León (2003: 10) Confirma que la quinua es autopolinizante (autopolinizante) con cierto porcentaje de mestizaje (hibridación con otras plantas de la misma especie). La tasa de hibridación depende de la variedad y la distancia a la planta a cruzar, y oscila entre el 2% y el 10%.

La androesterilidad

León (2003: 10) manifiesta que las quinuas nativas se encuentran frecuentemente plantas androestériles, siendo éste carácter recesivo, plantas androestériles: En toda la planta hay solamente flores femeninas o androestériles pero ninguna flor hermafrodita. Debido a la falta de órganos masculinos, las plantas masculinas estériles siempre necesitan otra planta que contenga polen para la fertilización y la producción de semillas. La infertilidad masculina tiene una dimensión económica muy importante:

- Una forma de aumentar significativamente el rendimiento de una especie es crear híbridos. Su obtención requiere la extirpación de los órganos internos del macho, lo cual es un procedimiento quirúrgico tedioso y costoso, especialmente en especies de pequeña floración como la quinua.
- Dado que este proceso no es necesario para las plantas estériles, la esterilidad masculina es un factor importante y económicamente beneficioso en la producción de cruces comerciales.

Fase de la floración

León (2003: 10) hace referencia que en los glomérulos la floración inicia en la parte apical y sigue hasta la base. En cada parte de las plaquetas, primero se abren las flores hermafroditas, seguidas de las flores femeninas. Cada flor florece de 5 a 13 días. Desde la apertura de la primera flor, las demás flores abren durante 15 días. Así, la fase de plena floración de la flor dura de 3 a 4 semanas.

Floración en el transcurso del día

León (2003: 10) Se informó que la máxima intensidad de floración en días soleados ocurre entre las 10 a. m. y las 6 p. m. Hasta las 2 de la tarde, cuando el 25% al 40% de las flores están floreciendo y cuando hay mucha luz solar. La floración ocurre mínimamente durante las horas de lluvia. El pistilo se obtiene en dos horas.

f) Fruto

León (2003) y López (1999) los autores sostienen que es un aquenio, el que se encuentra cubierto por el perigonio, que cuando se encuentra en estado maduro es de forma estrellada por los cinco tépalos que tiene la flor. El perigonio consta de un solo grano y se limpia fácilmente; El color de la semilla es causado por el perigonio y está directamente relacionado con el color de la planta, la cáscara del fruto está adherida a la semilla y aquí hay saponina, que es un glucósido amargo; Se encuentra en la primera membrana.

g) Semilla

Es lenticular, rodeada por el ectodermo, el tamaño de partícula (granular) se considera grande cuando tiene más de 2 mm de diámetro. ratón. Tunkahuan 1,7 - 2,1 mm. El color varía según la variedad de la planta y su estado fisiológico, del violeta al rosa dorado, del verde al amarillo pálido, etc. Granos que también son de diferente color (blanco, gris, rosa). Una vez que el cultivo de la quinua ha llegado a su madurez fisiológica la planta comienza

a secarse y el grano a endurecerse, y es el momento de recoger la cosecha. (FAO, 2010).

León (2003: 12) Tiene forma lenticelada, que se encuentra envuelta por el perisperma, el tamaño de la semilla (grano) se considera grande cuando el diámetro es mayor a 2mm. Ej. Var. Sajama, salcedo-INIA, Illpa INIA; mediano de diámetro 1,8 a 1,9 mm. Ej. Var. Kancolla, tahuaco, chewecca y pequeño menos de 1,7 mm. de diámetro. Ej. Choclo, Blanca de Juli.

La vaina consta de tres capas adheridas a la semilla y contiene saponinas en proporciones que van del 0,2% al 5,1%. El pericarpio es blando en los ecotipos chilenos y duro en otros ecotipos. Debajo del pericardio se encuentra el perineo, una membrana delgada que rodea al feto. El embrión consta de dos cotiledones y dos cotiledones que rodean el ectodermo en forma de anillo. El perispermo proporciona la sustancia sobrante y contiene pequeños granos de almidón. siempre es blanco.

Tenga en cuenta que los embriones contienen la mayor proporción de semillas (30% en peso), mientras que en los granos es solo el 1%. Por lo tanto, el valor nutricional de la quinua es alto. Las semillas están dispuestas en espigas, de 15 a 70 cm de tamaño, que pueden producir 220 gramos de semillas por tallo. El color varía según la variedad de la planta y su estado fisiológico, del violeta al rosa dorado, del verde al amarillo pálido, etc.

Las nueces tienen diferentes colores (blanco, gris, rosa). La capa exterior es rugosa, seca y fácil de pelar cuando se expone al agua caliente o hirviendo. En esta capa (la corteza) contiene una sustancia amarga llamada saponina, que al lavarla se elimina en forma de espuma.

El grado de amargor varía entre las variedades de quinua. El contenido de saponina de la quinua varía de 0 a 6% según el cultivar, y la planta es completamente amarillenta y de hoja caduca. Durante este período, la aparición de la lluvia es perjudicial porque pierde la calidad y el sabor de las semillas.

2.2.6 Condiciones edafoclimáticas

2.1.6.1 Clima

León (2003) Destacó que las condiciones climáticas y de suelo tienen una influencia muy clara en la producción y producción de quinua. El clima está determinado por varios factores como la altitud, la precipitación, la temperatura, la latitud, el viento, la luz, etc. Agro Banco (2012:9) informa sobre la gran variabilidad genética de la quinua que le permite prosperar en climas que van desde el nivel del mar y el altiplano andino hasta incluso en la selva.

a) Temperatura

Agro Banco (2012:9) reportó temperaturas más bajas, especialmente durante la fase de germinación, menos menos 4 °C, también durante la fase de floración, lo que provocó una menor producción de polen. , por lo que el árbol es estéril; Pero en la etapa de macollamiento, la planta no tendrá muchos problemas cuando la temperatura baje a menos 4 ° C. aceleración de la producción de semillas para asegurar su supervivencia, es decir, a una edad morfológica temprana, se pueden observar flores y flores de movilización temprana más tarde; Otro trastorno es también el aborto espontáneo de flores. La temperatura óptima promedio es entre 5 y 15 grados centígrados y el rango de calor es de 5 a 7 grados centígrados.

León (2003) La temperatura óptima para la quinua es de 8-15 °C, puede soportar hasta -4 °C, en ciertos estados morfológicos, es la más tolerante al macollamiento y la más sensible a la floración y producción de semillas.

La temperatura está determinada por la elevación, la pendiente, la exposición del campo y la densidad del cultivo. La única posibilidad de que el producto influya en la temperatura es elegir campos con una buena ubicación y una siembra densa.

Para una germinación aceptable, la temperatura mínima para la quinua es de 5°C, y temperaturas superiores a 15°C causan daño respiratorio, riesgo de ataque de insectos (si las condiciones son secas) u hongos (si las condiciones son secas o húmedas). Tener un verano largo en la India, con

altas temperaturas durante el día, obliga a la formación y maduración del arrozal, lo que conduce a rendimientos más bajos.

FAO (2016: 3) Informó que la quinua, debido a su gran variación genética, se adapta a climas que van desde lugares cálidos y secos como los de la costa desértica, a lugares moderadamente lluviosos o secos en los valles entre los Andes y lugares frescos, lluviosos o secos en las altas montañas. y alturas". La temperatura óptima de crecimiento y desarrollo, según la variedad, se sitúa entre los 15 y los 25 °C.

Puede tolerar heladas y altas temperaturas durante las etapas de formación de flores, pero no desde la floración hasta la etapa de semilla. Las bajas y altas temperaturas provocan la esterilidad del polen y afectan el crecimiento y desarrollo de las plantas, provocando semillas estériles, inmaduras, arrugadas o con bajo peso; Dependiendo de cuándo se produzca el estrés por calor.

b) Suelos

Agro Banco (2012:8) informó que el cultivo requiere franco franco, franco arenoso, franco franco con pendiente moderada, y debe tener un alto contenido de materia orgánica por ser denso en nitrógeno. "En suelos arenosos, las plantas aparecen más rápido de lo habitual, pero el crecimiento de la arquitectura vegetal es débil. En suelo arcilloso, el agua se encharcará porque la planta es muy sensible a la alta humedad, el suelo tiene un bajo contenido de materia orgánica y el crecimiento de la planta es muy pobre, propenso al ataque de plagas y enfermedades".

En cuanto al suelo, la quinua prefiere suelo franco franco arenoso, bien drenado, con pendiente moderada, profundidad media y contenido nutricional medio, ya que el cultivo depende de los nutrientes aplicados al cultivo, y el agricultor suele ser el padre.

2.1.6.2. Agua

Agro Banco (2012:9) informa que el árbol hace un uso muy eficiente del agua, ya que prospera en suelos costeros secos y también en suelos

forestales húmedos, pero la disponibilidad de humedad del suelo es un factor crítico, especialmente en las primeras etapas. Desde la aparición de las primeras cuatro hojas. El requisito mínimo de lluvia para la germinación es de 30-45 mm durante dos a cinco días, después de lo cual puede soportar el verano en la India hasta dos meses debido a la presencia de papilas higroscópicas en sus hojas y sistema de raíces. sequías Circunstancias. La cantidad óptima de agua requerida es de 300-500 mm de precipitación por año. En estas condiciones se puede observar el correcto crecimiento y desarrollo de la planta.

León (2003) confirma en cuanto a la precipitación:

- a) Optimo: 300 – 500 mm
- b) Máximo: 600 – 800 mm

Para el agua, la quinua es un usuario efectivo, a pesar de ser una planta C3, porque posee mecanismos morfológicos, anatómicos, morfológicos y bioquímicos que le permiten no solo escapar a la falta de agua, sino también soportar y resistir la falta de humedad del suelo. en años secos. O menos de 300-500mm de agua, pero sin heladas obtendrás buenos rendimientos.

a) Radiación

Agro Banco (2012: 11) reportó que la radiación es un factor compensador del número de horas de calor que requieren las plantas para poder llevar a cabo el crecimiento normal de la planta, especialmente en zonas de gran altura donde hace mucho frío, como Puno, y aquí también, los árboles son resistentes a la radiación intensa.

León (2003) indica un exceso de humedad nocivo durante: floración (el polen se vuelve inviable) madurez y estado completo (la quinua puede germinar en flor), cosecha (costo alto de secado). Durante el ciclo de cultivo, el exceso de humedad, especialmente con temperaturas altas, favorece el ataque de hongos.

La quinua soporta la intensa radiación del altiplano andino, pero esta alta radiación le permite compensar las horas de calor necesarias para completar

el período vegetativo y productivo. Las zonas con mucha luz solar son las más adecuadas para el crecimiento de la quinua, ya que esta contribuye a la mejora de la actividad fotosintética.

b) Fotoperiodo

FAO (2016) Afirmó que la quinua ha sido domesticada y cultivada desde la antigüedad en la región desde los 5°N (Colombia) hasta los 40°S (Chile y Argentina), y desde el nivel del mar hasta el 4000 EC. Alrededor. La respuesta a la duración de la luz y la temperatura en relación con el lugar de origen es compleja y puede afectar el rendimiento. Las variedades originarias de los trópicos se distinguen por una mayor sensibilidad a la luz periódica y un período más largo hasta la reflexión. Los cultivares del altiplano peruano y boliviano y la quinua a nivel del mar fueron los menos sensibles al fotoperíodo y tuvieron el período antigénico más corto. La duración del ciclo de síntesis también se ve afectada por la altitud sobre el nivel del mar en el área de origen de la quinua.

Agro banco (2012:11) De acuerdo a este factor, la quinua también crece muy bien en lugares con diferentes fotoperiodos (día largo, día corto), debido a la alta variabilidad genética de la planta. Lo óptimo son 12 horas de luz al día.

León (2003) sostiene el fotoperiodismo de la quinua es variable, depende de su origen: 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 de 10 horas de luz) para inducir la floración y también para la maduración de los frutos.

2.1.6.3 Altitud

Agro banco (2012:11) informaron que la quinua crece en altitudes que van desde el nivel del mar hasta aproximadamente 4000 m sobre el nivel del mar, durante un primer período de crecimiento corto con altos rendimientos (6000 kg/ha) y durante el segundo período vegetativo más largo. Para las

variedades blancas de Junín, la elevación óptima es de 2800 a 3500 m sobre el nivel del mar, es decir, los valles ubicados entre los Andes.

Peralta et al (2008) afirman la quinua prospera bien en zonas cuya altitud se encuentra entre los 2000 a 3500 m, sin embargo, se estima que la altitud ideal fluctúa entre los 2600 a 3200 m para la variedad INIAP Tunkahuan; y 3000 a 3600 m para la variedad INIAP Pata de Venado.

León (2003) manifiesta la quinua crece y se adapta desde el nivel del mar hasta cerca de los 4000 msnm. La quinua cultivada a nivel del mar prolonga su vida vegetativa, debido a la mayor humedad en comparación con la región andina, se observó que el mayor cultivo potencial se obtiene a nivel del mar, pudiendo obtenerse 6000 kg/ha al regar y fertilizar el pozo.

2.1.6.4 El viento

León (2003) Enfatizó que cuando la lluvia viene acompañada de fuertes vientos, esta trastorna o “cae” la quinua, lo que posteriormente afecta la disminución de los rendimientos, ya que se interrumpe el crecimiento normal de la planta.

- a) El problema de la vivienda.
- b) Las semillas no llenan los floretes, lo que crea lo que se conoce como vainamente.
- c) Los vientos secos y cálidos pueden acelerar la maduración de las semillas si ocurre después de la formación, lo que provoca el adelgazamiento del grano y, por lo tanto, una menor calidad del grano.

Para cultivar quinua, se deben evitar las áreas que son demasiado ventosas porque son propensas a secarse rápidamente y luego dejar caer el árbol.

En algunas partes del norte del país donde se cultiva la quinua, los fuertes vientos que ocurren en agosto y septiembre se aprovechan para "rodar" el grano después de que ha pasado por el proceso de trilla.

2.2.7. Líneas de quinua obtenidas por mutación

2.2.7.1 Líneas de quinua

Cubero (2002) Expresar que se llama individuo o grupo de individuos cuya descendencia por autofecundación es la misma para todas sus propiedades, es decir, es una progenie que conserva estas propiedades. Sus características se mantienen constantes a través de generaciones de reproducción sexual, ya sea por autopolinización o por cruzamiento con otras plantas del mismo linaje.

2.1.7.2 Mutaciones

La mutación es una de las fuerzas impulsoras detrás de la evolución. Son cambios repentinos en la estructura de los genes, y por lo tanto son hereditarios. Durante mucho tiempo, las personas han tratado de crear mutaciones bajo control experimental para obtener nuevos rasgos genéticos en una población. (Elliot, 1964).

La mutación es la fuente de variación genética en los organismos. La diferencia entre las mutaciones inducidas no es fundamentalmente distinta de la de la mutación espontánea durante el desarrollo. (Polanco, 2014).

Es un cambio inesperado en el material genético de la célula; Este fenómeno puede ser el resultado de:

- a) Cambio en los genes de un alelo a otro.
- b) reordenamiento físico de los cromosomas. c) Pérdida o duplicación de segmentos cromosómicos

Las mutaciones pueden ser: dominantes, cuando la expresión génica es inmediata; Y bucea cuando no aparece de inmediato.

Las mutaciones genéticas son cambios permanentes en el material genético. La mutación es el proceso por el cual los genes pasan de una forma de alelo a otra. Se pueden clasificar según su origen y según los tejidos que

infectan. Los clasificados por su origen tienen dos números: espontáneos (con errores de transcripción o lesiones) e inducidos (con mutaciones físicas o químicas). Dependiendo de los tejidos que afecte, puede ser somático o microbiano. El uso de mutaciones inducidas por selección es una forma de inducir la variación genética. No se pueden crear nuevos genes, sino nuevas alternativas a los genes existentes y no se pueden dirigir a un gen específico. (Micke, 1999; Gutierrez *et al.*, 2003).

Las mutaciones descritas e incluidas en los programas de mejoramiento incluían cambios en la estructura de la planta, el tiempo de floración, la forma y el color de la flor, la forma, el color y el tamaño del fruto, así como la resistencia a patógenos e insectos (Donini *et al.* 1984).

Esta técnica requiere el uso de buenas variedades comerciales o material de mejoramiento promisorio que tenga uno o dos defectos. Con los agentes mutagénicos actualmente disponibles y los miles de genes expuestos al mutágeno existe la posibilidad de que se produzcan varias mutaciones inducidas (Micke y Donini, 1993).

Existe una gran diversidad fenotípica en las plantas en cuanto a sus características y funciones, la cual está determinada por la diversidad genética y la interacción de estos genotipos con el ambiente. Varios factores favorecen la diversidad genética y la diversidad de rasgos entre individuos de la misma especie o de especies diferentes. Estos factores incluyen la reproducción sexual y la mutación, que aumentan la diversidad que hace la selección natural. Estos factores incluyen la reproducción sexual y la mutación, que aumentan la diversidad que hace la selección natural. Añádase a eso la acción humana, mediante la selección artificial y el mestizaje (cruce selectivo), que aprovecha esta diversidad y favorece la reproducción y supervivencia de determinadas especies o variedades preferidas". Todos estos mecanismos, ya sean naturales o humanos, se han incorporado a las denominadas técnicas tradicionales de fitomejoramiento (Mroginski, 2004; Suarez, 2006).

También se han reportado cambios por efecto de mutaciones en caracteres, como contenido de aceite en girasol y soya; composición de

ácidos grasos del aceite de lino, soya y canola o colza (Robbelen, 1990). Muchos cultivares mutantes de plantas propagadas por semilla, son de alto rendimiento. En China, cultivares exitosos basados en mutantes se siembran en millones de hectáreas. En Checoslovaquia, casi toda la cebada maltera es producida sobre la base de cultivares obtenidos por mutaciones. (FAO/IAEA 1991).

En 1970, el OIEA y la Organización para la Agricultura y la Alimentación financiaron investigaciones sobre mutagénesis para apoyar la mejora genética de cultivos alimentarios para obtener nuevas variedades mejoradas.

2.2.8. Mildiu (*Perenospora sp*)

León (2003:36) Una de las manifestaciones más importantes y comunes de la enfermedad, durante la cosecha provoca pérdidas del 20-25%, se nota la capacidad de los hongos para crecer, reproducirse y adaptarse en diferentes lugares de cultivo de la quinua, aunque la posibilidad de transmisión de la enfermedad es mayor. importante en ambientes de alta humedad. Afecta principalmente a las hojas, aunque la enfermedad también se puede encontrar en tallos, ramas e inflorescencias de variedades muy sensibles.

Gómez y Aguilar (2016) señalan que el tizón tardío es el patógeno más peligroso de la quinua afectando tanto costas, sierras y valles interandinos, y su daño también ha sido reportado en zonas no andinas. El mayor daño de la enfermedad ocurre en las hojas, reduciendo la zona fotosintética de la planta y, en consecuencia, afectando negativamente el crecimiento y la producción de la planta.

La enfermedad causa retraso en el crecimiento (una infección sistémica) y defoliación temprana que reduce los rendimientos en un 10-30%. Durante ataques severos y durante las etapas morfológicas más peligrosas de la planta, la enfermedad puede conducir a la pérdida total de variedades susceptibles. Hay evidencia de esporas externas asociadas en partes de semillas recolectadas de plantas enfermas; Es un importante medio de transmisión de enfermedades.

Cuando la enfermedad ocurre temprano en la etapa de formación del algodón, el crecimiento del algodón disminuye (crecimiento lento) y la plenitud y el tamaño del grano se ven afectados. Si las condiciones climáticas son favorables durante la etapa de semilla, puede ocurrir un oscurecimiento más severo de las semillas. En ecotipos de grano grueso (Quinoa Real) se observó disminución del tamaño de grano y aparición de partículas inútiles; Por otro lado, en variedades más viejas y resistentes a enfermedades, el tamaño no se ve afectado. En esta etapa, se forman esporas de huevos en la superficie de la semilla que, si se usa como semilla, se convierte en una fuente importante de polinización primaria.

Cuando la enfermedad aparece después de la floración de la planta, se puede confundir con el envejecimiento natural de la planta (amarilleo generalizado de las hojas), en esta etapa no hay daño significativo.

2.1.8.1 Características morfológicas del patógeno

Danielsen y Ames (2000) Afirmó que la estructura vegetativa de los patógenos consiste en hifas en las que se forman esporangios y esporangios. La unión es multicelular (sin tabiques) y multinucleada, crece en los espacios intercelulares de la hoja huésped y las células esféricas actúan como órganos absorbentes intracelulares. El patógeno ataca principalmente las hojas, formando esporangios en el envés con una longitud de 167 a 227 μm y un diámetro de 11,0 a 14,8 μm . Las esporas son esféricas, se ramifican 4-5 veces en ángulos agudos y terminan en 2-3 extremos curvos dispuestos en ángulos rectos o agudos, donde encaja el esporangio.

Tienen cierto crecimiento y cuando alcanzan cierto tamaño forman esporangios, en este caso todos los esporangios son de la misma edad. Las esporas son caducas (al madurar se separan de los márgenes de las esporas), ovals, con papilas apicales translúcidas; Varían de 25,7 a 31,9 μm de longitud y de 19,3 a 24,3 μm de diámetro. Tienen una pared ligeramente rugosa y un protoplasma granular. Son translúcidos y de color marrón pálido y germinan directamente para formar tubos germinales (no producen esporas

animales como ocurre con otros moluscos). Debido a este modo de germinación, se identifican aleatoriamente con los nombres de espora, espora o espora. Las esporas son esporas sexuales que pueden persistir durante mucho tiempo entre cosechas. En las semillas de quinua, las esporas de los huevos se transmiten a través de las semillas y el suelo y, por lo tanto, son la principal fuente de bacterias para los brotes de enfermedades. Oogonia y antheridium son gametos masculinos y femeninos, respectivamente.

Por lo general, se encuentran abundantemente en el tejido de las hojas muertas. El oogonio es una sustancia vítrea, esférica a esférica, de paredes gruesas, con una densa densidad de gránulos. Antheridium es ovalado o irregularmente largo, a menudo lobulado y translúcido, a menudo asociado con oogonia. Después de la fertilización del oogonio, se forma un óvulo heterótrofo que ocupa solo la parte central del oogonio. Cuando las esporas se forman por primera vez, la pared exterior o capa reproductiva es gruesa, ondulada y de color vidrioso, pero cuando las esporas maduran y se vuelven de color marrón dorado, la pared también se oscurece. El diámetro de las esporas oscila entre 39 y 50 μm . A diferencia de los homólogos que pueden formar estructuras compatibles con el sexo dentro de la misma especie de talo, *P. farinosa chenopodii* es un organismo heterocigoto, por lo tanto, para la formación de esporas de huevos, se necesitan dos especies genéticamente distintas y compatibles con el sexo. conectividad).

2.1.8.2 Síntomas

Cruces y Callohuari (2016: 48) sostienen que los síntomas iniciales aparecen en las hojas como manchas pequeñas de forma irregular cuya coloración puede ser clorótica o amarilla, rosada, rojiza, anaranjada o parda, dependiendo del color de la planta. A medida que avanza la enfermedad, estas manchas se agrupan y las hojas se marchitan y luego se caen. Las plantas pueden contraer enfermedades en la mayoría de las hojas y perder sus hojas por completo y dejar de crecer.

Choi *et al* (2008:247) mencionan que la sintomatología varía en las diferentes variedades, fases fenológicas de desarrollo y órgano infectado de la planta. Generalmente, la enfermedad se inicia en las hojas inferiores, propagándose hacia las hojas superiores.

Nótese la presencia de manchas de color amarillo pálido (pálido) o rojo de varios tamaños y formas en la superficie superior. En la parte inferior hay una pelusa gris o gris-púrpura (esporas y esporangios). Los síntomas aumentan sucesivamente en tamaño y número.

Aparecen como pequeñas manchas de forma irregular que se desarrollan a medida que avanza la enfermedad, y pueden ser de color amarillo verdoso, amarillo, rosa, rojo u otros según el color de la planta y fibras grises. El hongo se observa en el envés de las hojas, que es abundante en artículos sensibles. Aunque se encuentra más comúnmente en las hojas, los síntomas se pueden observar en tallos, ramas, inflorescencias y semillas (Gómez y Aguilar, 2016).

2.1.8.3. Taxonomía del patógeno

Choi *et al* (2008: 248) los autores hacen referencia *Peronospora variabilis* es un parásito obligado biotrófico de la siguiente clasificación:

Grupo: Oomycetes

Orden: Peronosporales

Familia: Peronosporaceae

Género: *Peronospora*

Especie: *Peronospora variabilis*

2.1.8.4 Ciclo del patógeno

Choi *et al* (2008: 249) La fuente del inóculo primario son las esporas presentes en las semillas o en la parte superior de cultivos anteriores, activándose las esporas cuando las condiciones son óptimamente favorables (humedad relativa >80%), estimulando la germinación, la germinación y la formación de esporas. Cuando las esporas llegan a la hoja, forman un

cotiledón, una vaina y un cojín que les permite penetrar en la hoja, ya los cinco días se observa la decoloración del tejido acompañada de la espora. Durante el cultivo en crecimiento, la infección es continua, ocurren varias generaciones del patógeno que corresponden a la reproducción asexual (produce sólo esporas) y por ello se le considera patógeno.

Cuando las manchas comienzan a necrosarse, ocurre la reproducción sexual, ocurren dos patrones de apareamiento y el resultado son las esporas, una estructura que conserva al patógeno por largos períodos de tiempo en ausencia del huésped.

Posee los dos tipos de reproducción asexual y sexual.

- a) **La fase asexual:** Se caracteriza por la presentación de esporas ovaladas con capacidad de germinación directa, las hifas son transaccionales y los hongos son dicotómicos.
- b) **La fase sexual:** Se caracteriza por la formación de esporas (las estructuras sexuales supervivientes) en condiciones libres de huésped. El agente causal es heterocigoto, formando óvulos, teniendo dos patrones de apareamiento, P1 y P2 (genéticamente diferentes pero compatibles con el sexo), para formar oogonio y anteridio.

El oogonio se desarrolla a través del anteridio, que permite la fertilización y se convierte en un óvulo (una estructura de paredes gruesas). Cuando las condiciones son favorables, estas esporas germinan y forman esporas. Las esporas se pueden observar al teñir las hojas y en la superficie de las semillas.

Danielsen y Ames (2000) reportaron que cuando el esporangio cae sobre una hoja de quinua, germina inmediatamente produciendo un tubo germinativo, siempre y cuando la humedad relativa del aire sea alta (>80%). En su extremo, el tubo germinativo forma una cámara con hifas infecciosas que penetran en la epidermis y luego de un período de latencia comienzan a crecer, formando hifas que migran hacia los espacios intercelulares de la dermis. De cinco a seis días después de la entrada, el patógeno ha crecido vegetativamente dentro del huésped, comienza a producir células de esporas

y penetra en la parte inferior de la hoja a través de las estomas. Cuando las esporas alcanzan su máximo desarrollo, forman esporofitos, que son estructuras transmisoras de patógenos capaces de transmitir enfermedades a lo largo de la vida de la planta huésped. En el campo.

En este momento, aparecen los primeros síntomas de la enfermedad en la zona de la piel afectada, entre ellos, la coloración amarillenta, lo que indica que las células afectadas se están debilitando y perdiendo la capacidad de síntesis. Esta condición coincide con la ovulación completa del patógeno.

Eventualmente, la parte afectada se vuelve necrótica mientras que la parte vegetativa del patógeno también desaparece. Durante la temporada de crecimiento, pueden ocurrir varias generaciones durante las cuales el patógeno se reproduce asexualmente (esporangios) y produce infecciones sucesivas (policíclicas).

Durante este tiempo, se establece una especie de equilibrio entre el huésped y el patógeno que se inactiva cuando los tejidos de las hojas parasitarias comienzan a deteriorarse y, por lo tanto, ya no pueden suministrar al patógeno los nutrientes necesarios para el crecimiento vegetativo continuo. El parásito forma estructuras sexuales para asegurar su supervivencia. Los anteridios y los ovogonios se forman donde se produce la fecundación y como resultado de lo cual se forman óvulos, que pueden persistir durante mucho tiempo en los tejidos totales, en la hojarasca que queda después de la cosecha o simplemente de la libertad. Suelo después de la descomposición del tejido foliar. Las esporas son la principal fuente de polinización en la próxima cosecha agrícola.

En presencia de un huésped sensible y suficiente humedad, las esporas del huevo latente germinarán y comenzarán un nuevo ciclo de vida. Cabe señalar que pueden ocurrir varios ciclos asexuales de patógenos en el año de crecimiento, pero solo un ciclo sexual.

2.1.8.5. Epidemiología

Choi *et al* (2008: 250) hacen referencia cuando se habla de la epidemiología, se debe considerar los tres pilares de la enfermedad:

a) Patógeno (*Peronospora sp*)

El tizón tardío de la quinua es un parásito obligado (fito) altamente especializado en las plantas vasculares que causa el tizón tardío en un número limitado de especies. *Peronospora* ataca especies de la familia Chenopodiaceae, de los géneros Beta, Spinacia y Chenopodium. El aislado de *P. farinosa* ataca sólo a los géneros de los que fue aislado. Debido a esta especialización fisiológica, los patógenos se dividen en 3 grupos según su huésped. Recientemente, los oomicetos se han excluido del dominio del micelio verdadero (hongos) debido a las diferencias en la composición de la pared celular y la poliploidía. Sin embargo, su posición taxonómica sigue sin estar clara. Algunos autores los han incluido en el reino de Chromista y otros en el reino de Stramenopila. (Danielson y Ames, 2000).

b) Hospedero

Danielsen y Ames (2000) Afirmó que la quinua puede verse afectada por el tizón tardío en cualquier momento de su desarrollo, pero las mayores pérdidas por defoliación y pérdida de rendimiento ocurren con la infección temprana. El tizón tardío se encuentra en cualquier lugar donde se cultive quinua (América del Norte, América del Sur y Europa) siempre que las condiciones climáticas lo permitan. En la mayor parte de la región andina, las condiciones ambientales son ideales para el crecimiento de moho durante los meses de lluvia (octubre a abril). La excepción son las tierras altas del sur de Bolivia (cuencas de sal), donde la precipitación anual es tan baja que el tizón tardío generalmente no ocurre.

Danielsen y Ames (2000) Se cree que el tizón tardío afecta principalmente al follaje. Aparecen inicialmente como manchas visibles de color verde pálido en la superficie superior de las hojas. Las manchas

amarillentas se agrandan para formar grandes áreas amarillentas irregulares, apareciendo primero como manchas amarillentas en la superficie superior y luego necróticas.

Al mismo tiempo, la región de la clorofila en la parte inferior de la hoja está cubierta con una alfombra de color púrpura grisáceo que consiste en estructuras del patógeno que forman esporas. Por lo general, al final de la temporada de lluvias, solo se ven hojas con manchas necróticas sin notar la formación de esporas característica del patógeno activo. Los diferentes tipos de quinua responden a las enfermedades de manera diferente. La respuesta de la planta al ataque de *Peronospora*, es decir, la expresión de los síntomas, está influenciada por el genotipo de la planta, el genotipo del patógeno y las condiciones ambientales. Por lo tanto, en variedades resistentes, puede ocurrir una reacción de hipersensibilidad y en este caso solo se observan pequeños nódulos que se asemejan a picaduras de insectos. En cambio, en los cultivares más delicados, la mancha se agrandará sucesivamente, amarilla, roja o marrón, según el pigmento dominante en la planta.

En la misma hoja, se pueden encontrar varias manchas pequeñas, o varias manchas grandes pierden completamente la lámina de la hoja. Un efecto bien conocido del tizón tardío es la defoliación que provoca en las plantas. Cuanto más temprana sea la infección, mayor será el grado de defoliación. Sin embargo, se desconoce la cantidad de pérdida de hojas observada en el campo causada por el tizón tardío. Los árboles de quinua pierden sus hojas debido a muchos factores, como el estrés abiótico de la sequía y las heladas, y el envejecimiento natural. A nivel de campo, es difícil distinguir entre los diversos factores que causan la defoliación, pero esto se ha verificado en varios cultivares altamente susceptibles. El tizón tardío puede causar la caída del 100% de las hojas y, por lo tanto, la maduración temprana.

c) Condiciones medioambientales favorables

Danielsen y Ames (2000) En el caso del moho, el factor más importante son las condiciones ambientales, donde la humedad (>80%) y las bajas

temperaturas están presentes. Estas son las condiciones básicas para que los gérmenes y los gérmenes germinen, se multipliquen y propaguen enfermedades. Si las condiciones ambientales favorables persisten durante mucho tiempo, permiten la reproducción policíclica.

Las esporas se propagan principalmente por el viento, la lluvia también ayuda a propagarse por lavado en la misma planta o por fumigación. El rocío de la mañana también facilita la penetración de patógenos y la base ideal dentro de las hojas; Pero si las condiciones de humedad disminuyen, las esporas se deshidratan y la formación de esporas desaparece.

La principal fuente de polinización son las esporas aún adheridas a las semillas de quinua y los residuos que se encuentran en los residuos de cultivos en la parcela. La principal fuente de infección en la región de los Andes ha sido la quinua silvestre (conocida como ajaras en Bolivia, Ayara en Perú, Mala quinua en Ecuador y Quinguela en Chile), que son más o menos susceptibles a esta enfermedad.

El hecho de que esta especie silvestre se encuentre en la mayoría de las áreas agrícolas del mundo, puede ser una importante fuente de polinización en nuevas áreas donde se introduzcan cultivos.

La época de siembra también puede determinar la ocurrencia de enfermedades, en lugares donde llueve temprano para la siembra, esto estimula la germinación de la quinua silvestre al mismo tiempo que la quinua cultivada, facilitando el desarrollo de la enfermedad en etapas muy tempranas del cultivo.

Mujica (1994) sugirió que el mildiú veloso se transmite por el viento, la lluvia (esporas), las semillas y el suelo (esporas). La infección es estimulada por una humedad relativa alta (> 80%) y temperatura moderada (13-18 °C). Independientemente de la fuente de polen o dispersión y de las condiciones ambientales favorables, la germinación de esporangios será abundante.

Durante la temporada de crecimiento, pueden ocurrir varias generaciones durante las cuales el patógeno se reproduce asexualmente

(esporangios) y produce infecciones sucesivas (policíclicas).Danielsen y Ames (2000) en el caso específico del mildiu de la quinua, temperaturas frescas y humedad alta (>80%) son factores determinantes para el crecimiento del patógeno y la diseminación de la enfermedad en el campo y dentro de una región.

La presencia de rocío al amanecer y su persistencia hasta bien entrada la mañana permite que las esporas de peronospora germinen y penetren en los tejidos foliares para continuar con los procesos epidemiológicos naturales. La germinación de los esporangios depende principalmente de la presencia de una humedad relativa alta y constante, en la medida en que la enfermedad no aparece en años con pocas lluvias ni causa mayores daños. La enfermedad puede comenzar cuando la planta es joven, debido a patógenos en el suelo o en semillas infectadas.

Cruces y Callohuari (2016: 48) Indica alta humedad relativa, nubosidad y lluvia continua. En áreas donde se esperan lluvias tempranas para la siembra, estimula la germinación de la quinua silvestre al mismo tiempo que la quinua cultivada, facilitando el desarrollo de enfermedades en las primeras etapas del proceso de cultivo. La principal fuente de polinización son las esporas aún adheridas a las semillas de quinua y los residuos que se encuentran en los residuos de cultivos en la parcela.

2.2.9. Resistencia

Bonifacio y Saravia (1999) Cabe señalar que los cultivos de quinua son susceptibles al tizón tardío generalizado, con infestaciones intermedias o sistémicas, con variedades enfermas que cubren toda la hoja. Otros muestran altos niveles de tolerancia y/o resistencia. Informaron que Utusaya, un cultivar temprano, era altamente susceptible al mildiú veloso, que en condiciones de valle causaba una defoliación completa con rendimientos reducidos en un 99%. Las variedades más sensibles están restringidas a áreas secas donde el tizón tardío no ocurre debido a la baja humedad. Por otro lado, los cultivares tardíos de arroz La Molina 89, Amarilla de Maranganí e Ingapirca fueron resistentes.

Mujica (1992) Argumenta que, debido a la alta diversidad genética del germoplasma de la quinua andina, ciertamente hay muchas fuentes de resistencia horizontal (subgen) que pueden explotarse en los programas de mejoramiento. Considere que los problemas de patógenos son los mismos en todas las regiones de quinua y proponga un esquema de cruzamiento y selección para resistencia horizontal en quinua, basado en los siguientes flujos de trabajo: evaluación de patógenos, selección de enfermedades y patrones de enfermedades, hibridación y selección, criterios de selección para plántulas de invernadero experimento de selección y ensayos de red Parcelas nacionales e ilustrativas.

Bonifacio y Saravia (1999) sugieren que a la fecha existe poca evidencia de resistencia genética a la quinua. Identificaron factores de resistencia y grupos de virulencia en la dieta de quinua/enfermedad del mildiu. De 60 invasiones de quinua de Ecuador y 20 aislamientos de *P. farinosa*, identificaron 3 agentes de resistencia y 4 grupos de virulencia. Las interacciones específicas entre el aislado y el huésped indican la presencia de genes clave.

La rusticidad se define como la resistencia de una planta. Resistir la acción física o coercitiva o la violencia de otra persona (Leon 2003).

Solveig y Ames (2008) Informó que la resistencia genética tiene la ventaja de ser un método de control de bajo costo y amigable con el medio ambiente que asegura una producción sostenible. La resistencia longitudinal confiere una protección completa contra ciertas cepas de patógenos, pero esta resistencia tiende a desaparecer con bastante rapidez debido a cambios en los patógenos (mutación, selección). La resistencia horizontal proporciona una protección incompleta pero permanente y eficaz contra cepas de patógenos.

2.2.10. Valor agronómico

2.1.10.1. Zonas de producción mundial

Koziol (2007) Dice que se distribuye en los Andes, desde Colombia hasta Chile y Argentina, y también ha sido introducida a otros países del hemisferio norte.

MINAGRI (2013) Informó que en 2012 la cadena productiva de la quinua aportó el 0,14% del PIB del sector agropecuario y el 0,23% del subsector agropecuario, haciendo un aporte similar de 30,1 millones de nuevos, con una diferencia positiva de 7,35% con respecto a 2011.

Koziol (2007) Se informa que Bolivia y Perú son los principales exportadores con el 88% de la producción mundial, seguidos de Estados Unidos con el 6%. La producción en estos países no es suficiente para las necesidades nacionales y mundiales, por lo que es necesario aumentar la producción.

En enero de 2013, la quinua produjo un valor de producción agrícola total de 0,11 millones de nuevos soles, una disminución de -38,3% en comparación con enero del año anterior.

El cultivo de la quinua se caracteriza principalmente por pequeños agricultores con unidades agrícolas de menos de 3,0 hectáreas, clima muy variable y el uso de tecnología tradicional que conduce a actividades agrícolas muy diversas. Las condiciones de eficiencia económica les permiten reducir los riesgos climáticos, de plagas y enfermedades.

Cerca del 68,3% de la producción de quinua a nivel nacional se concentra en el cantón de Puno, que cuenta con las mayores áreas de biodiversidad, siembra y cosecha. Sin embargo, la producción sigue siendo baja. Esta actividad genera unos 2.659.575 jornales, ya que la superficie cultivada durante la última campaña agrícola 2011-2012 ascendió a 42.074 hectáreas.

Los costos de producción son relativamente bajos, no hay necesidad de una infraestructura compleja para el lavado, secado y almacenamiento, y no hay necesidad de una gran cantidad de mano de obra para la producción. Su importancia social, económica y cultural radica en

garantizar la seguridad alimentaria y porque brinda oportunidades para generar mayores ingresos para las comunidades rurales.

FAO (2013) Informó que la producción de quinua en Perú se concentra principalmente en las tierras altas y valles entre los Andes, con una tendencia creciente hacia la agricultura costera debido a las favorables características agronómicas de la producción.

De acuerdo a la flexibilidad genética del cultivo, existen tres zonas potenciales de producción: el altiplano de Puno, que es el que presenta la mayor superficie y producción, los valles interandinos, y finalmente la costa peruana, donde se encuentran las variedades El altiplano comercial. se adapta.

Esta clasificación agroecológica se completó considerando las diversas características y respuestas resultantes de la quinua a diferentes condiciones climáticas, y el potencial para generar nuevos cultivares adaptados a contextos cambiantes Cambio climático actual. Estos aspectos positivos significan que el cultivo de quinua tiene un gran potencial de expansión en la mayoría de los sistemas agrícolas desde el nivel del mar hasta la meseta.

León (2003) afirmó que el rendimiento varía con la variedad, la fertilidad, el drenaje, el tipo de suelo, el manejo del cultivo durante la producción, los factores climáticos, el nivel de tecnología y el control de plagas y enfermedades, oscilando entre 800 kg/ha. A razón de 1400 kg/ha en años buenos. Sin embargo, dependiendo del germoplasma, se pueden lograr rendimientos de hasta 3000 kg/ha.

A parte del grano de quinua tenemos:

- Kiri 5000 kg. está conformado por los tallos y el Jipi, por pequeñas partes de hojas y restos de inflorescencias (tépalos o perigonio, pedúnculos).
- Jipi 200 – 300 Kg. con mayor porcentaje de proteínas utilizado en la alimentación animal.

2.1.10.2. Principales productores de quinua

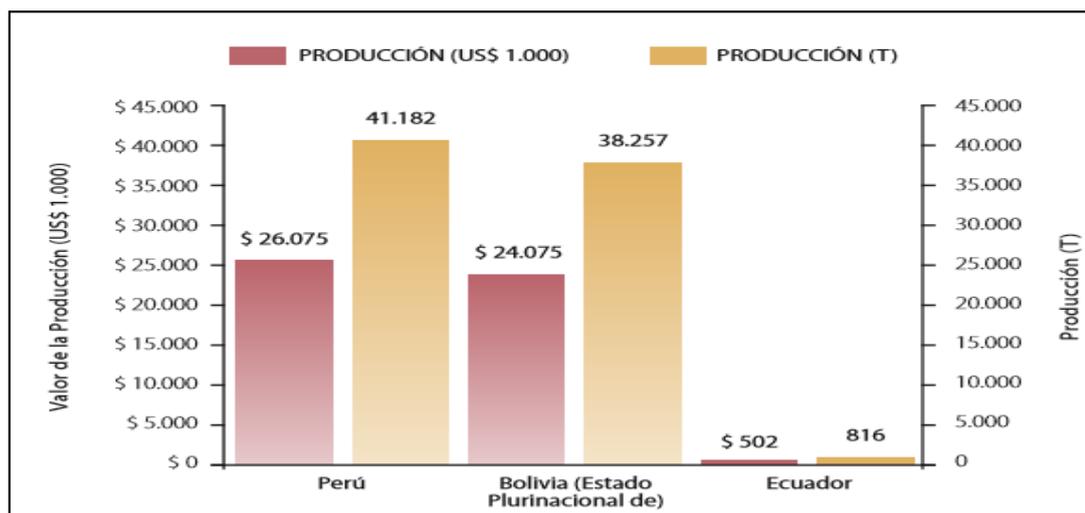
FAO (2014) “Mencioné que en los últimos años ha habido un incremento paulatino en la producción de quinua, especialmente en países que tradicionalmente han sido grandes productores, a saber, Bolivia, Perú y Ecuador, y se estima que más del 80% de la producción mundial de quinua se concentra en estos países. tres países. 1. La concentración de la producción en estos países es consistente con el hecho de que era un cultivo básico en la dieta de los pueblos indígenas de los Andes mucho antes de la conquista de Europa. La gran diferencia agroecológica a la que se puede adaptar la quinua se refleja en que a pesar de que su cultivo se concentra en los valles altos de Bolivia y Perú, aún se encuentra en algunas zonas costeras del sur de Chile, hasta la Cordillera de los Andes los valles”. En el sur de Colombia, y en periodos de elevación que van desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm. El interés por las propiedades nutricionales de la quinua y los derivados que se pueden elaborar a partir de esta planta se ha incrementado en los últimos años. Las razones de este aumento de la superficie cultivada y de la producción son muy variadas, aunque las principales son:

- a) La revalorización de las culturas originarias y las políticas de gobierno puestas en ejecución para estimular su cultivo.
- b) La adaptabilidad del cultivo a una gran diversidad de situaciones ecológicas, de manera que si bien es

En otros países de la región, como Argentina, Chile y Colombia, también se han registrado algunas áreas de producción, pero en una escala mucho menor que los tres principales países productores. Se produce principalmente en las tierras altas de Perú y Bolivia, y en las tierras altas de Ecuador, y está prácticamente presente en muchos departamentos y provincias de estos países.

- a) Verificación y publicación de las propiedades nutricionales de la quinua, cada vez más aceptada como fuente saludable de proteínas, energía y oligoelementos.

- b) el hecho de que sea un cultivo cultivado casi exclusivamente por pequeños agricultores, a menudo en condiciones de producción orgánica, le otorga características distintivas que son cada vez más importantes en el comercio internacional.
- c) La apertura de tiendas de exportación, en particular a Estados Unidos, Canadá y la Unión Europea, ha facilitado el restablecimiento de la producción nacional y ha brindado oportunidades de vinculación con los mercados.



Fuente: FAOSTAT (2012)

Figura 1. Principales productores de quinua

2.1.10.3 Evolución de la producción en Perú

FAO (2014) Mencionó que el otro gran productor de quinua es Perú, donde ha habido una recuperación en áreas y producción local. Se estima que alrededor del 80% de la producción boliviana se exporta, principalmente a Estados Unidos y la Unión Europea.

Sin embargo, a pesar de la poca superficie dedicada al cultivo, la producción sigue siendo superior a la de Bolivia, lo que se explica por el alto rendimiento por hectárea obtenido en Perú, el doble de la producción por hectárea del país vecino. La información disponible no permite identificar las razones de las diferencias observadas en rendimiento, las cuales pueden estar relacionadas con mejores condiciones agroambientales, mejor calidad

genética y técnicas de cultivo, o quizás más que una combinación de estos factores.

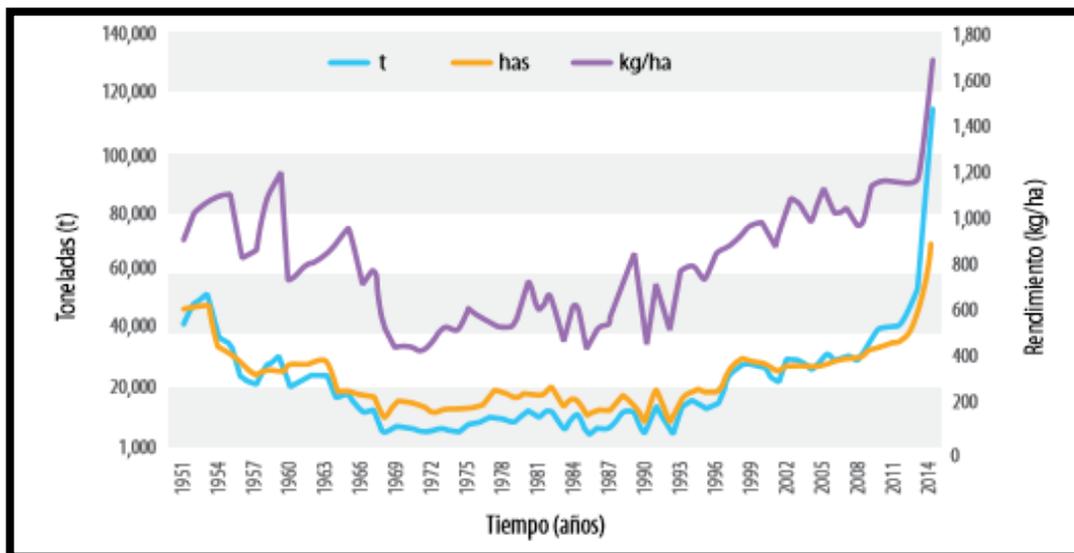
En 2014, la producción de quinua peruana alcanzó las 114.000 toneladas, un 119% más que en 2013, cuando se produjeron 52.000 toneladas. Este crecimiento se dio principalmente en las regiones de Arequipa (522%), Puno (23%) y Junín (173%), sustentado en las mayores plantaciones realizadas y, en consecuencia, la mayor cosecha. En cuanto al valor total de la producción de quinua, en enero-diciembre de 2013 fue de 63,7 millones de nuevos soles, y en el mismo período, para 2014, de 139,7 millones de nuevos soles; Con un aporte al PBI agropecuario de 0,26% en 2013 y 0,57% en 2014, frente al PBI agropecuario su aporte fue de 0,39% en 2013 y 0,84% en 2014, calculado sobre el incremento de la producción del año pasado (Boletín INIA e IICA 2015: 19).

2.1.10.4 Localización de la producción de quinua en el Perú

(Boletín INIA e IICA 2015:19) Informó que, en Perú, la quinua se cultiva en 19 de las 24 regiones, principalmente en la Sierra y la Costa, y al menos cinco centros se concentran en la región andina: Callejón de Huilcas, Junín, Ayacucho, Cusco y El Alto de Puno. En el Sahel, la agricultura se ha introducido en los últimos diez años, comenzando en Arequipa y extendiéndose al centro y norte del país.

- a) La superficie y el volumen de producción disminuyeron hasta mediados de los años sesenta, probablemente como resultado de la revolución verde que reemplazó cultivos como la quinua por otros cultivos como los cereales (trigo y cebada).
- b) Período fijo con área agrícola pequeña hasta principios de la década de 1990, puede haber sido desarrollado por pequeños agricultores que mantienen la agricultura para el consumo doméstico con pequeñas ventas en el mercado local debido a la demanda limitada del mercado.

- c) un aumento en la producción como resultado de cambios en los hábitos de consumo global de alimentos con propiedades nutricionales y funcionales.



Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego (2015)

Figura 2. Producción de quinua en el Perú periodo 1950 -2014

El área cosechada por hectárea de quinua en 19 establecimientos productivos durante el período 2001-2014, donde hubo una tendencia creciente, pasó de 25.600 hectáreas en 2001 a 68.037 hectáreas en 2014, con una tasa de crecimiento anual promedio de 8,5%. El crecimiento se dio principalmente en Arequipa, Junín y Ayacucho, con tasas superiores al 12%.

Puno es el principal productor de quinua con cerca del 82% de la cosecha, seguido de Junín, Arequipa, Cusco, Huancavelica, Ancash, Ayacucho y Apurímac.

Cuadro 5: Superficie cosechada de quinua en hectáreas en el periodo 2001-2014

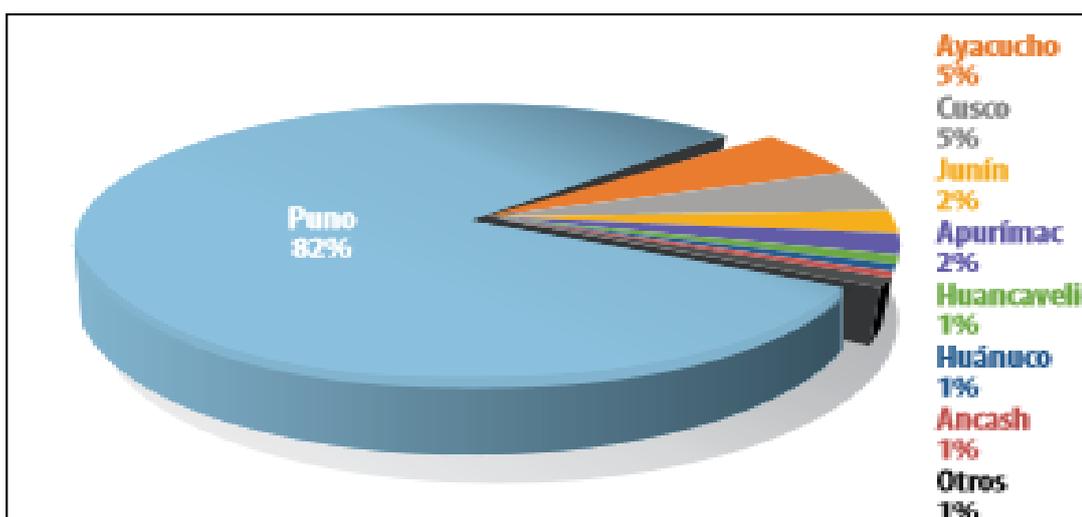
Dpto	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Tasa de crec.
Puno	187 17	22 206	22 602	22 485	23 343	23 821	23 966	23 385	26 095	26 342	27 337	27 445	29 886	32 261	4,30%
Ayacucho	1 374	900	1 250	1 097	1 207	1 530	1 408	1 758	1 871	2 589	1 952	3 643	4 653	7 696	14,2 %
Cusco	1 193	1 002	768	631	900	1 143	1 356	2 264	2 047	2 054	1 866	2 236	2 401	2 628	6,3 %
Junin	1 191	1 083	1 119	1 116	829	804	879	881	1 028	1 153	1 191	1 432	2 139	5 270	12,1 %
Apurímac	1 195	711	665	597	636	966	1 073	1 107	1 026	1 186	1 094	1 297	1 567	2 150	4,6 %
Arequipa	215	220	213	202	187	217	205	207	283	422	498	596	1 390	8 109	32,2 %
Huancavelica	199	126	122	81	230	279	328	390	471	469	472	539,5	714	843	11,7 %
La Libertad	614	537	549	648	346	435	385	391	411	410	328	400	677	2 136	10,1 %
Huánuco	286	446	375	358	410	371	352	362	368	352	356	356	424	1 246	12,0 %
Ancash	397	380	435	318	358	175	218	184	157	141	132	177	297	1 647	11,6 %
Cajamarca	153	176	168	91	145	151	168	188	222	142	151	203	231	387	7,4 %
Moquegua	24	21	25	23	18	43	25	32	37	34	35	18	32	66	8,1 %
Amazonas	42	45	35	31	24	15	19	15	11	4	4	4	17	12	9,0 %
Ica										16	18	29,5	22	468	132,5 %
Tacna											42	124	201	1 130	199,6 %
Lambayeque													138	1 261	109,1 %
Lima													62	637	117,4 %
Pasco														2	
Piura														89	
Total	25 600	27 853	28 326	27 678	28 633	29 950	30 382	31 164	34 027	35 314	35 476	38 500	44 788,4	68 037,4	8,5 %

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego – 2014

2.1.10.5 Caracterización de las unidades productivas de quinua

MINAGRI (2015) El informe menciona en el Plan Estratégico Plurianual 2012-2016 cuatro tipos de agricultura vigentes en el país a partir de los cuales se determina su intervención. Sin embargo, aunque no es específico, se relaciona con diferentes niveles de tecnología, capacidad de acceso a servicios y conexión a mercados: (i) Agricultura manufacturera autosuficiente; 2) Fincas familiares para pequeños proyectos rurales. c) agricultura comercial (pequeña y mediana producción). 4) Agricultura intensiva y exportación de productos agrícolas: producción agrícola comercial. Por otra parte, el Tercer Censo Nacional Agropecuario de 1994 (CENAGRO 1994), de acuerdo al tamaño de las unidades de producción, estableció una definición de minifundista como “la persona que posee menos de tres hectáreas” en toda su explotación agrícola. En la figura 5 se muestran las

unidades de producción por tamaño de parcela en el IV CENAGRO 2012, y se puede observar que en el año 2012 el 58% de la producción de quinua en el país fue producida por pequeños productores totalizando 68.763 unidades agrícolas en la región. fabricación. Es decir, el cultivo de la quinua hasta ese año se caracterizaba por el predominio de los pequeños productores (individuales o asociativos), siendo la región del Bono la principal zona productora a nivel nacional con 56.353 unidades agropecuarias concentradas menos de 3,0 hectáreas o el 82% del Área. Total, país.



Fuente N°: CENAGRO 2012

Figura 3: Unidades agropecuarias dedicadas a la producción de quinua en el Perú a 2012

2.3. Bases conceptuales

2.3.1.1. Valor agronómico

Longitud de panoja

Se midió la panoja en su madurez fisiológica con la ayuda de una regla, los datos se registraron por planta para luego obtener el promedio.

Número de espigas por panoja

Consistió en la contabilización de la cantidad de espigas que se encuentra en cada panoja en la fase de panojamiento de la planta.

Peso del grano por área neta experimental

Esta labor se realizó a la cosecha, luego de trillar las panojas se almacenaron en bolsas debidamente rotuladas para ser trasladadas al Laboratorio de Fitomejoramiento de la E.P. Ingeniería Agronómica donde se pesaron los granos con la ayuda de una balanza analítica.

2.4. Bases epistemológicas o bases filosóficas o bases antropológicas

El hombre ha utilizado sus habilidades inferenciales y analíticas para cuestionar una serie de incertidumbres como cuál es el origen del universo y de la vida, qué es el bien o el mal, la estética, la existencia, la moral, y ¿qué es la felicidad, la belleza o la moral? Esto ha llevado al desarrollo de varias teorías que explican esta y muchas otras teorías. *“La agricultura es la profesión propia del sabio, la más adecuada al sencillo y la ocupación más digna para todo hombre libre.”* El filósofo Cicerón le dio esta idea a la agricultura en tiempos del Imperio Romano y aunque hubo filósofos interesados en la naturaleza como Tales de Mileto, Pitágoras, Sócrates, Platón o Arquímedes, entre otros, para mí fue muy difícil. Encuentre agrónomos hoy (aunque ciertamente existen, nos llevará semanas encontrarlos y estudiarlos a fondo). Sobre bases filosóficas se crearon las ciencias para explicar tanto los fenómenos reales como los abstractos, las ciencias que definen las virtudes humanas y los principios en los que se basan la terminología jurídica, los derechos y demás facilidades sociales, políticas y culturales necesarias para el reconocimiento de cada individuo como parte de la comunidad.

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1. **Ámbito**

Este trabajo se llevó a cabo en el Centro de Producción, Investigación y Experimentación Canchán de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco, ubicado en la margen izquierda del río Higueras, a 10 km de la ciudad de Huánuco, sobre la carretera Huánuco-La Unión.

Ubicación Política

Región : Huánuco
Provincia : Huánuco
Distrito : Huánuco
Lugar : CPI y E – Canchán

Posición geográfica

Altitud : 1 920msnm
Latitud Sur : 09° 58' 50"
Longitud Oeste : 79° 11' 20"

3.1.1. Condiciones edafoclimáticas

Según el Instituto de Recursos Naturales (INRENA), el área piloto se ubica en la Zona de Vida Tropical Estepa Espinosa - Montaña Baja (ee - TMB), una provincia semiárida húmeda.

El clima de la región es templado y cálido. La temperatura promedio es de 22°C, con una media de 19°C y una máxima de 25°C. La precipitación anual es de 281,80 mm, la humedad relativa del 64,32% y la transpiración de 2-4 mm..

El suelo es de origen aluvial reciente y el paisaje geográfico es de planicie limosa, de pendiente moderada, con capas superficiales de hasta un metro de profundidad, que son factores determinantes para clasificar este suelo como muy bueno para la agricultura.

La siguiente tabla muestra los promedios de las variables meteorológicas, precipitación total, temperatura media mensual y humedad relativa, entre diciembre de 2016 y junio de 2017.

Cuadro 7. Datos meteorológicos de la Estación Meteorológica de Canchán.

Parámetro	2016		2017				
	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
Precipitación total mensual (mm)	68.4	66.2	74.6	77.5	22.8	17.6	3.1
Temperatura media mensual (°C)	21.1	19.6	20.4	20.5	20.6	20.6	20.1
Humedad relativa media (%)	68.6	75.6	74.6	74.1	69.4	66.1	64.5

3.2. Población

Es homogénea constituido por 4 200 plantas/parcela haciendo un total de 12 600 plantas por campo experimental.

3.3. Muestra

Las muestras se tomaron del área pura del experimento, donde se evaluaron aleatoriamente 20 plantas por tratamiento, un total de 500 plantas por réplica y 1500 plantas por campo experimental. El patrón de muestreo utilizado fue probabilístico en forma de muestreo aleatorio simple (SRS)

debido a que todos los árboles de la población tenían la misma probabilidad de ingresar a la muestra al momento de la siembra.

3.3.1. Unidad de análisis

Conformada por las parcelas experimentales instaladas en el estudio, el cual son 75 parcelas en total.

FACTORES Y TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

En el presente trabajo de investigación se estudió el factor líneas de quinua con resistencia al mildiu, el cual estuvo constituida por 25 tratamientos los cuales se muestran en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Factor y tratamientos en estudio

FACTOR	CLAVE	DESCRIPCION
Líneas de Quinua	T1	MQAM250-281
	T2	MQAM150-47
	T3	MQAM250-185
	T4	MQAM150-48
	T5	MQAM250-267
	T6	MQAM250-252
	T7	MQAM250-169
	T8	MQAM250-141
	T9	MQAM250-127
	T10	MQAM250-210
	T11	MQAM150-29
	T12	MQAM250-258
	T13	MQAM250-181
	T14	MQAM250-145
	T15	MQAM250-241
	T16	MQAM250-126
	T17	MQAM150-33
	T18	MQAM150-80
	T19	MQAM150-50
	T20	MQAM150-100
	T21	MQAM250-168
	T22	MQAM150-116
	T23	MQAM250-226
	T24	Amarillo de Marangani
	T25	Rosada de Huancayo

Fuente: Elaboración propia

3.4. Nivel y tipo de investigación

3.4.1. Nivel de investigación

Experimental Se manipula la variable independiente (25 líneas de quinua), y se mide el efecto sobre la variable dependiente (resistencia al tizón tardío y valor agrícola) y se compara con el grupo control (dos tipos comerciales de quinua).

3.4.2. Tipo de investigación

Aplicada porque se recurrió a los principios de la ciencia sobre líneas, resistencia, mildiu y valor agronómico para generar tecnología identificando líneas de quinua con la resistencia al mildiu y alto valor agronómico, para incentivar a los agricultores a sembrar quinua en Canchan.

3.5. Diseño de investigación

El diseño que se empleó es el experimental en su forma de Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA); constituido de 25 tratamientos con 3 repeticiones que hacen un total de 75 unidades experimentales.

a) Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = u + t_i + B_j + E_{ij}$$

Para: $i = 1, 2, 3, \dots, t$ (Nº de tratamientos)

$j = 1, 2, 3, \dots, r$ (Nº de repeticiones, bloques).

Dónde:

Y_{ij} = valor observado en el i -ésimo tratamiento, j -ésimo bloque.

u = efecto de la media general.

t_i = efecto del i -ésimo tratamiento.

B_j = efecto del j -ésimo bloque.

E_{ij} = efecto del error experimental en el i -ésimo tratamiento, j -ésimo bloque.

3.6. Método, técnicas e instrumento

Para realizar el presente trabajo de investigación se utilizaron los siguientes materiales y equipos

3.6.1. Materiales

- Semilla de 25 líneas de quinua, con características de buena calidad y certificada obtenidas de la Universidad Nacional Agraria La Molina (Área de mejoramiento de Cereales).
- Fertilizantes orgánicos e inorgánicos, insecticidas y otros.
- Costales
- Flexómetro
- Cal
- Cordel
- Picos
- Azadon
- Papel bond A4
- Cuaderno de apunte Lápiz
- Croquis
- Letreros

3.6.2. Equipos

- Maquinaria agrícola
- Equipos de protección personal (EPP).
- Bomba de mochila
- Equipo de laboratorio
- Equipos de informática
- Cámara fotográfica
- Balanza
- Memoria USB
- Computadora

3.7. Validación y confiabilidad del instrumento

Para la confiabilidad se utilizó ANOVA o F-test, con niveles de significancia del 5% y 1% entre tratamientos y bloques. Comparación de tratamientos utilizados por el ensayo multiescala DUNCAN, con un nivel de error del 5 % o un nivel de confianza del 95 %.

3.8. Procedimiento

3.8.1. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

3.8.1. Labores agronómicas

a) Análisis de suelo

Se realiza previo a la preparación del suelo para obtener información sobre las propiedades físicas y químicas del suelo donde se establecerá la experiencia de cultivo de quinua.

b) Elección de semilla

La semilla consta de 25 cepas de quinua obtenidas por mutación y resistencia genética, del Programa de Granos de la Universidad Nacional Agraria de La Molina.

c) Preparación del terreno

El arado se realiza cuando el campo está a plena potencia, mediante tracción mecánica, y el arado con arado de discos se realiza en diagonal y amenazando con arar el suelo; El suelo fue finalmente nivelado por un rastrillo.

d) Demarcación del terreno

Después de aflojar y nivelar el suelo, se realiza el trazado del sitio de prueba utilizando un calibre y alambre para marcar bloques, parcelas de prueba, calles internas y externas y piedra caliza, de acuerdo con las medidas mostradas. Cuando el suelo esté completamente marcado, la zanja seguirá el diagrama.

3.8.2. Labores culturales

a) Siembra

La siembra se realiza en tiro continuo, con un promedio de 8 kg de semillas por hectárea, cubierta con tierra, a una profundidad de aproximadamente 1 cm. Ejecutado el 17 de diciembre de 2016.

b) Deshierbo

Para evitar la competencia entre plantas y malezas, especialmente por agua, luz, nutrientes y suelo (espacio); Primer deshierbo cuando la planta de quinua alcanza una altura de 20 cm (40-50 días después de la siembra); Elimine las malas hierbas por segunda vez cuando las plantas alcancen una altura de 30 a 35 cm.

c) Raleo

Se realiza antes del primer control fitosanitario. Es el raleo de plántulas, que se realizará cuando exista una densidad densa de árboles por metro de línea o área sembrada, ya que se eliminarán las plantas más pequeñas, débiles y enfermas. Esto se hace 30 días después de la emergencia de la planta, antes de que el árbol alcance una altura de 15 cm. Hay que dejar de

10 a 12 plantas por metro lineal. Este trabajo se realizará al mismo tiempo que el deshierbe.

d) Recalce

Se realiza cuando las semillas de quinua no brotan simultáneamente después de 15 días a partir de la fecha de siembra. Esto es para un esquema estandarizado y la capacidad de evaluar cualquier tipo de árbol.

e) Fertilización

La fertilización recomendada se utiliza de acuerdo con los resultados del análisis del suelo en Canchan. Esto se hace en la primera ronda, y esto es en el caso de probar con un sistema de cultivo tradicional.

f) Riegos

Se efectuó con un sistema de gravedad en las primeras fases de la planta, esto se realizará en ausencia de lluvias.

g) Aporques

cuando se encuentra en la etapa morfológica de 4 hojas verdaderas, para que la planta no compita por luz y nutrientes; Luego, después de desyerbar, aplique el fertilizante en la dosis recomendada para que el árbol no se caiga por encharcamiento y aireación porque las raíces de la planta están en contacto entre sí.

h) Aplicación de fungicidas

Se usaron fungicidas de emergencia porque el control sería más orgánico. Para evitar la pérdida de producción y rendimiento.

i) Cosecha

Esta actividad se llevó a cabo cuando las plantas alcanzaron la madurez fisiológica a los 133 días después de la siembra (29 de abril de 2017), utilizando las uñas para presionar las semillas para verificar la resistencia de las semillas y comenzar la cosecha.

3.9. Tabulación y análisis de datos

b) Esquema del análisis estadístico

Para probar las hipótesis se utilizó ANOVA o F-test, con niveles de significancia del 5% y 1% entre tratamientos y bloques. Comparación de tratamientos utilizados por el ensayo multiescala DNCAN, con un nivel de error del 5 % o un nivel de confianza del 95 %.

Cuadro 9. Esquema de Análisis de Variancia para el diseño (DBCA)

Fuentes de variación (F.V)	Grados de libertad (GL.)	CME
Bloques	$(r - 1) = 3$	$\alpha^2 e + t \alpha^2 b$
Tratamientos	$(t - 1) = 25$	$\alpha^2 e + b \alpha^2 t$
Error experimental	$(r - 1) (t - 1) = 75$	α^2
Total	$(tr - 1) = 103$	

Fuente: Elaboración propia

3.5.1.1. Descripción del campo experimental

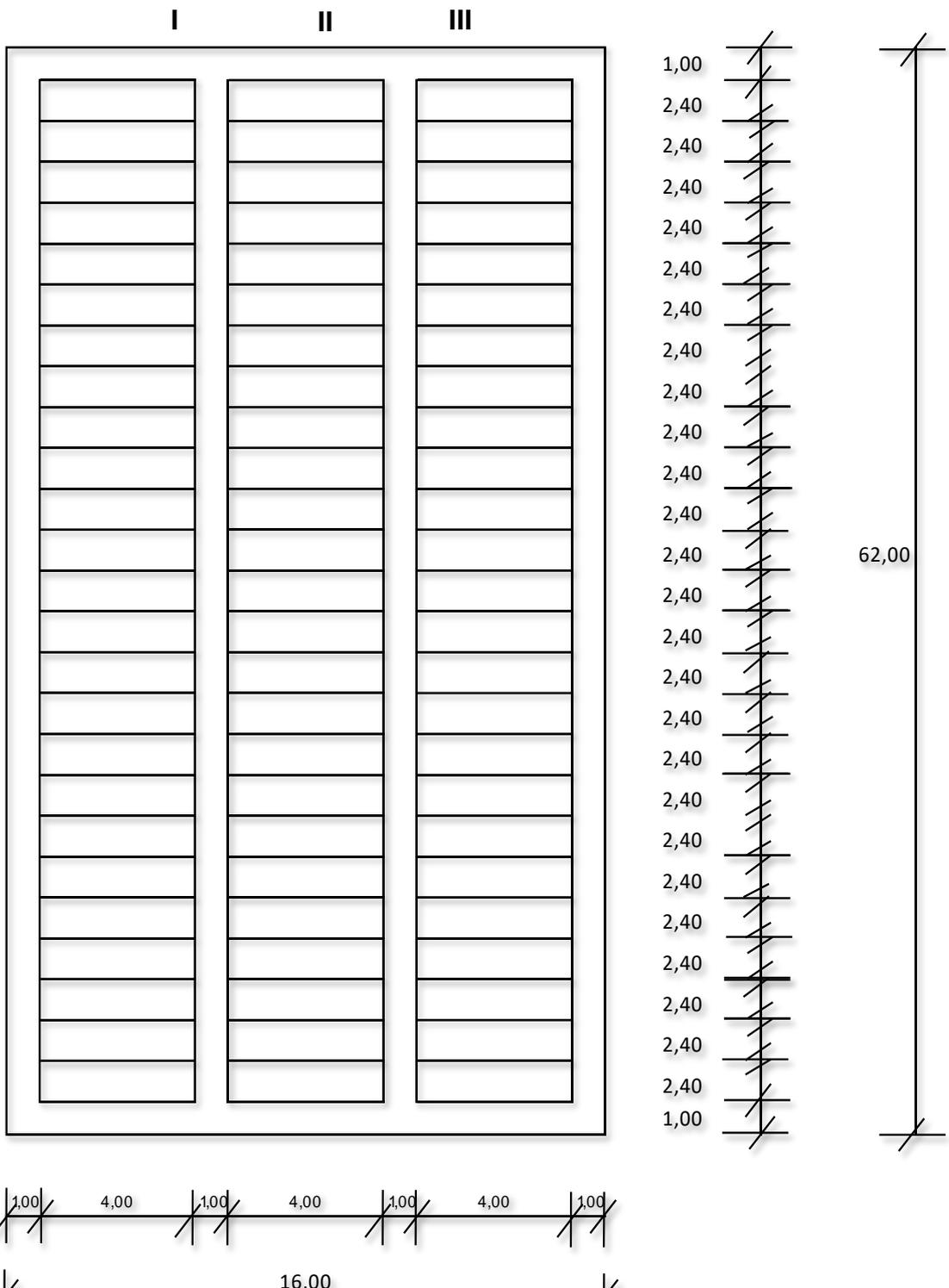
Campo experimental

Largo de campo	62.00 m
Ancho de campo	16.00 m
Área total del campo experimental	992.00 m ²
Área experimental (2,40 m) (4 m) (25) (3)	720.00 m ²
Área de caminos (4 m x 60 m)	240.00 m ²
Área neta experimental total (6 m) (1,20 m) (25)	180.00 m ²

Bloques

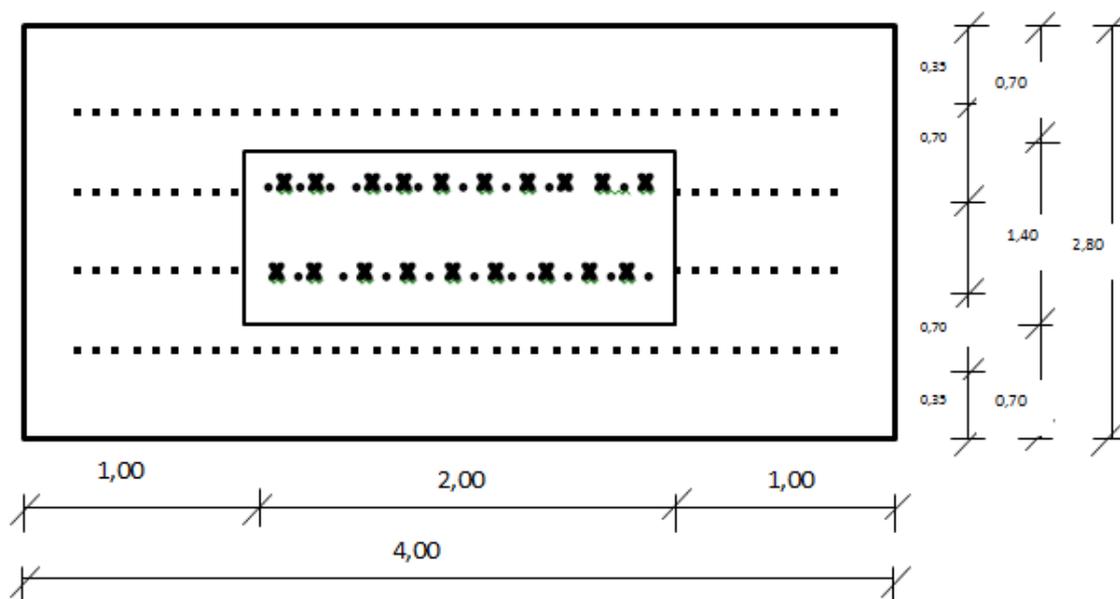
Número de bloques	3.00
Largo del bloque	60.00 m
Ancho del bloque	16.00 m

Área experimental por bloque (16 m) (25)	400.00 m ²
Parcelas experimentales	
Longitud	4.00 m
Ancho	2.40 m
Área neta experimental por parcela (2 m) (2,40 m)	4.80 m ²
Surcos	
Número de surcos/ parcela	4.00
Distanciamiento entre surco	0.60 m
Distanciamiento entre planta	0.10 m
Número de plantas por unidad experimental (39) (4)	156.00
Número de plantas del área neta experimental	20.00
Número total de parcelas	75.00
Número de plantas/surco	39.00
Número total de plantas de campo experimental	11 700.00



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4: Croquis del Campo Experimental



Para la estimación de los parámetros fitopatológicos se realizó en 20 de las 40 plantas del área neta experimental, efectuándose en total 10 evaluaciones con una frecuencia de 7 días; desde la etapa fenológica de 6 hojas verdaderas hasta el panojamiento.

3.9.1.1. Severidad

Porcentaje de área foliar enferma

Este parámetro se estimó mediante la observación de los síntomas ocasionados por el mildiu, para ello se dividió la planta en tres tercios (inferior, medio y superior) donde se eligieron cinco hojas al azar de cada tercio. En cada hoja se asignara el porcentaje de tejido afectado mediante la escala de Danielsen y Ames (2000) con los grados registrados en el campo por cada tratamiento

Cuadro 10. Escala descriptiva de la enfermedad del Mildiú

GRADO	PORCENTAJE
1	0 % Área de hoja afectada
2	1 % Área de hoja afectada
3	5 % Área de hoja afectada
4	10 % Área de hoja afectada
5	20 % Área de hoja afectada
6	30 % Área de hoja afectada
7	40 % Área de hoja afectada
8	50 % Área de hoja afectada
9	60 % Área de hoja afectada
10	70 % Área de hoja afectada
11	80 % Área de hoja afectada
12	90 % Área de hoja afectada
13	95 % Área de hoja afectada
14	100 % Área de hoja afectada

Fuente: Elaboración propia

Una vez registrado el porcentaje de área foliar enferma en las diez evaluaciones se promediarán para obtener el porcentaje medio de área foliar enferma. Los porcentajes promedios serán clasificados mediante la escala de susceptibilidad de Danielsen y Ames (2000) el cual se visualiza en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Escala de susceptibilidad del mildiu en plantas de quinua

Escala	% de hoja infectada	Clase
0	0	Inmune
1	0 – 10	Muy resistente
2	11 – 25	Moderadamente resistente
3	26 – 50	Moderadamente susceptible
4	51 – 100	Muy susceptible

Fuente: Danielsen y Ames (2000)

Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE)

Con los porcentajes del área foliar enferma se determinó el ABCPE (Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad) mediante la fórmula sugerida por Campbell y Madden, (1990). La ventaja de usar el ABCPE es su simplicidad para realizar los cálculos, pues usa múltiples evaluaciones y no necesita realizar transformaciones de datos.

$$ABCPE = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{Y_i + Y_{i+1}}{2} \right) (t - 1 - ti)$$

3.9.1.2. Valor agronómico

Longitud de panoja

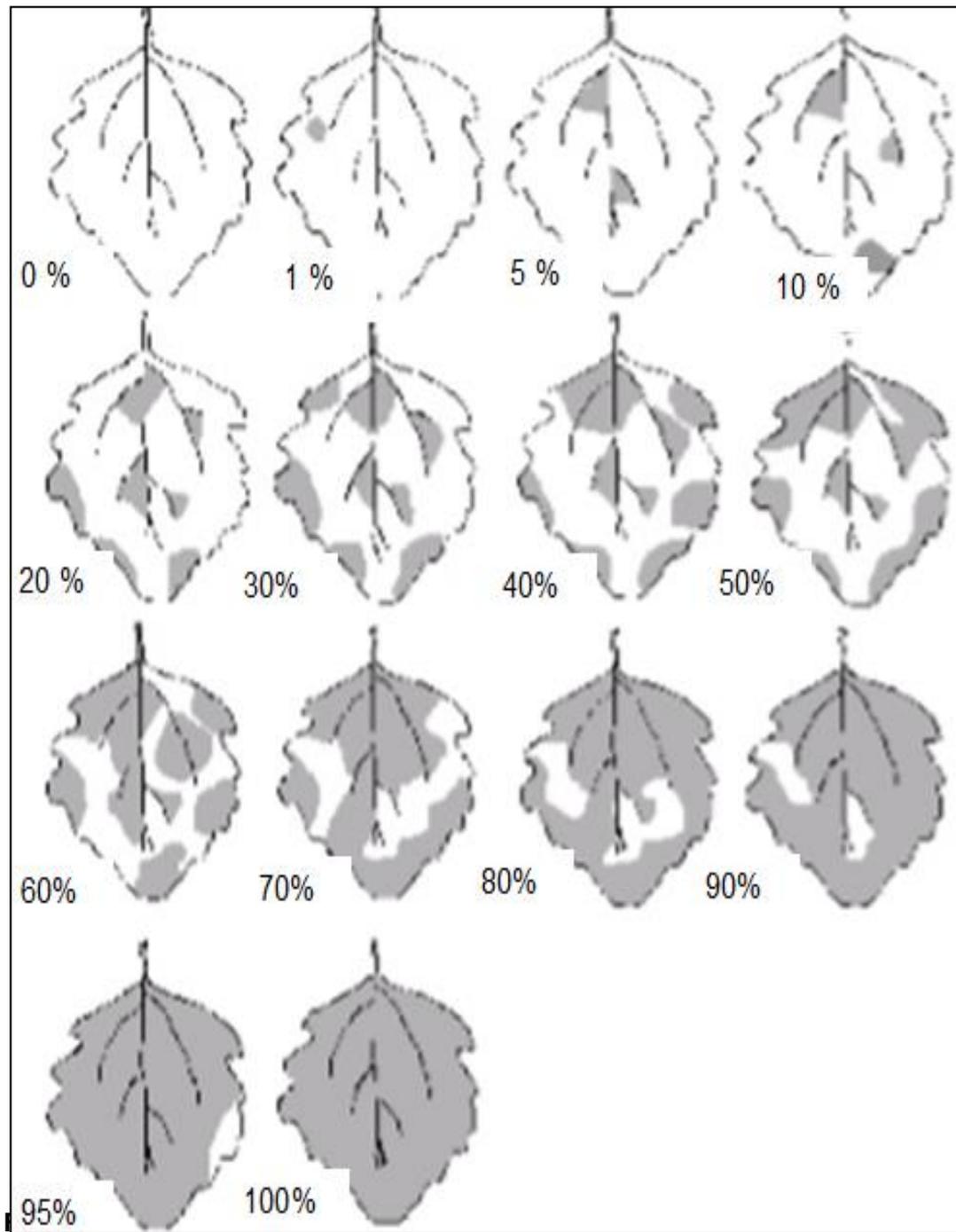
Se midió la panoja en su madurez fisiológica con la ayuda de una regla, los datos se registraron por planta para luego obtener el promedio.

Número de espigas por panoja

Consistió en la contabilización de la cantidad de espigas que se encuentra en cada panoja en la fase de panojamiento de la planta.

Peso de la grano por área neta experimental

Esta labor se realizó a la cosecha, luego de trillar las panojas se almacenaron en bolsas debidamente rotuladas para ser trasladadas al Laboratorio de Fitomejoramiento de la E.P. Ingeniería Agronómica donde se pesaron los granos con la ayuda de una balanza analítica.



Fuente: Danielsen y Ames (2000)

RESULTADOS

Los resultados se presentan en el análisis de medias y se presentan en forma tabular, y las cifras se explican estadísticamente. Para cada variable respuesta se determinó análisis de varianza, para establecer diferencias significativas entre bloques y tratamientos, donde se aplicó la prueba F (Fisher), donde el mismo número se indicó con (ns), muy significativo (*) y muy significativo (**).

La comparación de valores entre tratamientos se determinó mediante la prueba de significación del 5% de Duncan en todos los casos de significancia entre tratamientos. En esta prueba, las medias de la misma letra no indican una diferencia estadísticamente significativa, mientras que las medias de letras diferentes indican una diferencia estadísticamente significativa.

Los promedios del parámetro peso de granos por área neta experimental se transformaron mediante la \sqrt{X} , ya que el CV fue superior del 30%.

4.1. RESISTENCIA AL MILDIÚ

4.1.1. Severidad

4.1.1.1. Porcentaje de área foliar enferma

La respuesta de las líneas de quinua frente a la infección del mildiú, el rango vario de 23 a 29% área foliar enferma; correspondiendo el valor más bajo los tratamientos T6 y T11, y el más alto a los tratamientos T3, T4 y T14. Los resultados de la media final de diez evaluaciones durante el periodo de la investigación se muestran en el Cuadro 12.

Considerando la clasificación propuesta por Danielsen y Ames (2000) presentada en el Cuadro 10, se puede observar que nueve líneas pueden ser clasificadas como moderadamente resistentes y 16 líneas como moderadamente susceptibles (Cuadro 13).

Cuadro 12. Clasificación de las líneas de quinua por su grado de susceptibilidad a la enfermedad de mildiú. Canchán 2017.

Escala	Clase	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	Tratamientos
2	Moderadamente resistente	9	36,00%	T6, T8, T9, T10, T11, 12, T13, T21 y T23
3	Moderadamente susceptible	16	64,00%	T1, T2, T3, T4, T5, T7, T14, T15, T16, T17, T18, T19, T20, T22, T24 y T25
TOTAL		25	100,00%	

En la Figura 7, se observa el porcentaje de área foliar enferma donde el comportamiento de las líneas de quinua es similar durante el transcurso de los días. La enfermedad mostró un 40% de infección en la primera evaluación (19 DDS), en la tercera y quinta evaluación (33 y 47 DDS) la infección de la enfermedad fue la más alta, luego fue disminuyendo por debajo del 20% en la décima evaluación (82 DDS)

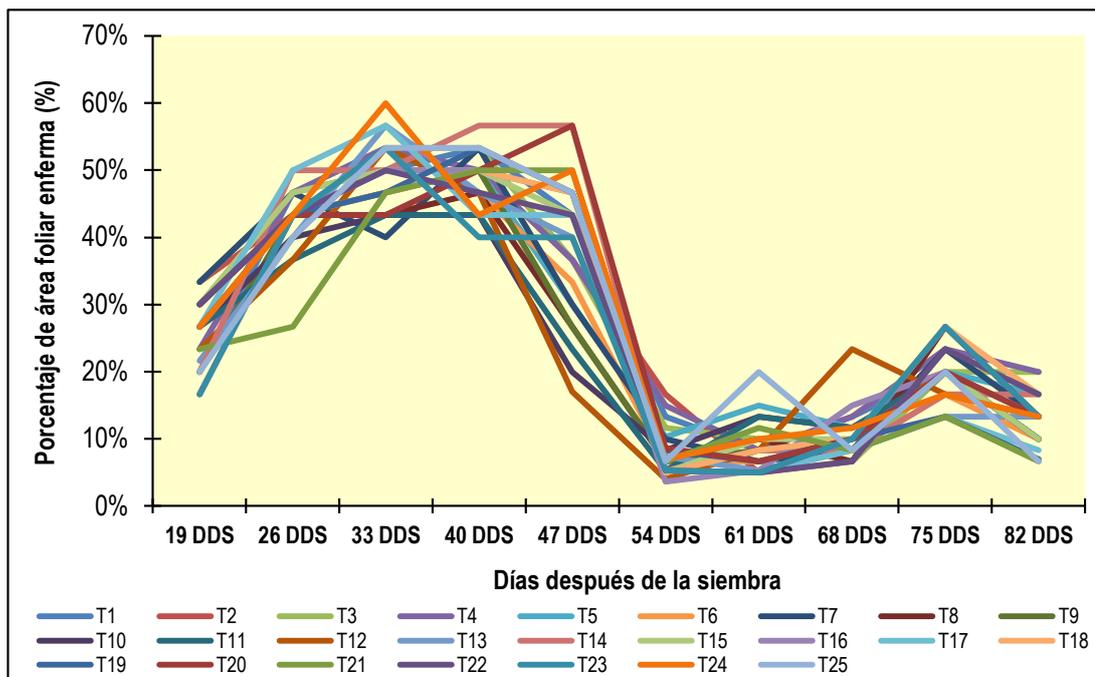


Figura 7. Porcentaje de área foliar enferma por tratamiento. Canchán 2017

Cuadro 13. Valores medios de porcentaje de área foliar enferma observadas en 25 líneas de quinua

Tratamientos	Mildiu (%)	Tratamientos	Mildiu (%)
T1	28%	T14	29%
T2	27%	T15	28%
T3	29%	T16	26%
T4	29%	T17	26%
T5	28%	T18	28%
T6	23%	T19	26%
T7	27%	T20	28%
T8	25%	T21	24%
T9	24%	T22	27%
T10	24%	T23	25%
T11	23%	T24	28%
T12	24%	T25	28%
T13	25%		

4.1.1.2. Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE)

Los datos promedios de la variable se indican en el Anexo 2, a continuación se muestra el análisis de variancia con la interpretación y representación gráfica correspondiente.

Cuadro 14. Análisis de la variancia para ABCPE

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fc	F Tab	
					5 %	1 %
Bloques	2	230 382,32	115 191,16	3,97 *	3,19	5,08
Tratamientos	24	998 813,71	41 617,24	1,44 n.s.	1,75	2,20
Error experimental	48	1 391 035,85	28 979,91			
TOTAL	74	2 620 231,88				

$$CV = 9,92 \%$$

$$\bar{X} = 1\ 716,54$$

Realizado el análisis de variancia en el Cuadro 14 para la severidad expresada en el ABCPE, indica que para la fuente Bloques existe significación, mientras que para los Tratamientos no existe significación estadística, lo que demuestra que el comportamiento del carácter de resistencia de las líneas de quinua es semejante. El coeficiente de variabilidad (CV) es 9,92% este valor garantiza confiabilidad en el análisis de estadístico. El promedio general fue de 1 716,54

No obstante, aritméticamente los tratamientos muestran diferencias mínimas en el cual el T6, T10 y T11 obtuvieron bajos valores de ABCPE, los demás tratamientos muestran valores altos, tal como se aprecia en la Figura 8 que es la representación gráfica de la variable.

En el Cuadro 15 muestra el ABPCE agrupado de acuerdo a la clasificación de susceptibilidad, donde se oscila entre 1 598,33 a 1 740,67 para las líneas de quinua moderadamente resistentes, y para las líneas moderadamente susceptibles entre 1 716,17 y 1 925,00

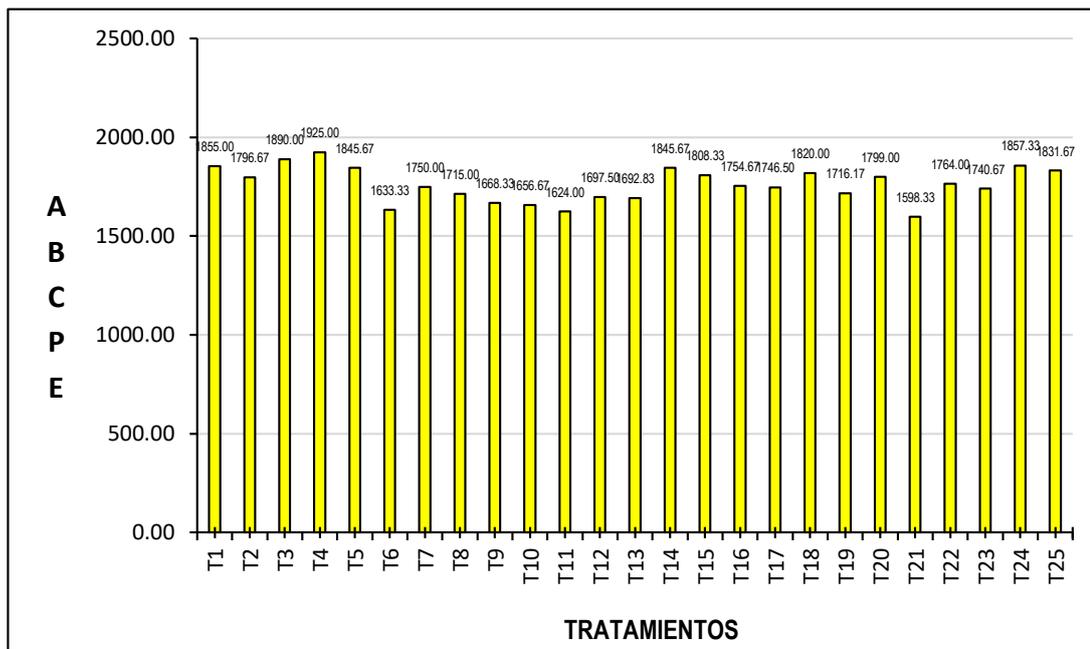


Figura 8. Promedios de ABCPE de los tratamientos

Cuadro 15. ABCPE según clasificación de líneas de quinua por su grado de susceptibilidad a la enfermedad de mildiu. Canchán 2017.

Clase	Tratamientos	Promedios
Moderadamente resistente	T6	1 633,33
	T8	1 715,00
	T9	1 668,33
	T10	1 656,67
	T11	1 624,00
	T12	1 697,50
	T13	1 692,83
	T21	1 598,33
	T23	1 740,67
	Moderadamente susceptible	T1
T2		1 796,67
T3		1 890,00
T4		1 925,00
T5		1 845,67
T7		1 750,00
T14		1 845,67
T15		1 808,33
T16		1 754,67
T17		1 746,50
T18		1 820,00
T19		1 716,17
T20		1 716,17
T22		1 764,00
T24		1 857,33
T25	1 831,67	

4.2. VALOR AGRONÓMICO

4.2.1. Longitud de panoja

Los datos promedios de la variable se indican en el Anexo 3, a continuación se muestra el análisis de variancia con la interpretación y representación gráfica correspondiente.

Cuadro 16. Análisis de la variancia para longitud de panoja

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fc	F Tab	
					5 %	1 %
Bloques	2	3 274,74	1 637,37	17,61 **	3,19	5,08
Tratamientos	24	2 453,92	102,25	1,10 n.s.	1,75	2,20
Error experimental	48	4 462,35	92,97			
TOTAL	74	10 191,02				

$$CV = 12,44 \%$$

$$\bar{X} = 77,48 \text{ cm}$$

El Análisis de Varianza del Cuadro 16 determina que en la fuente Bloques existe alta significación estadística, mientras que en la Fuente Tratamientos no se evidencia significación estadística, lo que demuestra que las características genéticas de las líneas de quinua no muestran efecto alguno sobre la longitud de panoja. El coeficiente de variabilidad (CV) obtuvo un valor aceptable de 12,44 % el cual avala la confiabilidad en la recopilación y análisis de los datos. El promedio general fue de 77,48 centímetros.

La Prueba de Duncan no se realizó en esta variable, ya que los resultados del análisis de variancia no mostraron diferencias estudianticas significativas entre los Tratamientos; razón de ello se representó gráficamente los promedio de los Tratamientos en la Figura 9, donde la mayor longitud de panoja lo obtuvo el tratamiento T9 con 91,79 centímetros y la menor longitud por el tratamiento T24 con 65,35 centímetros.

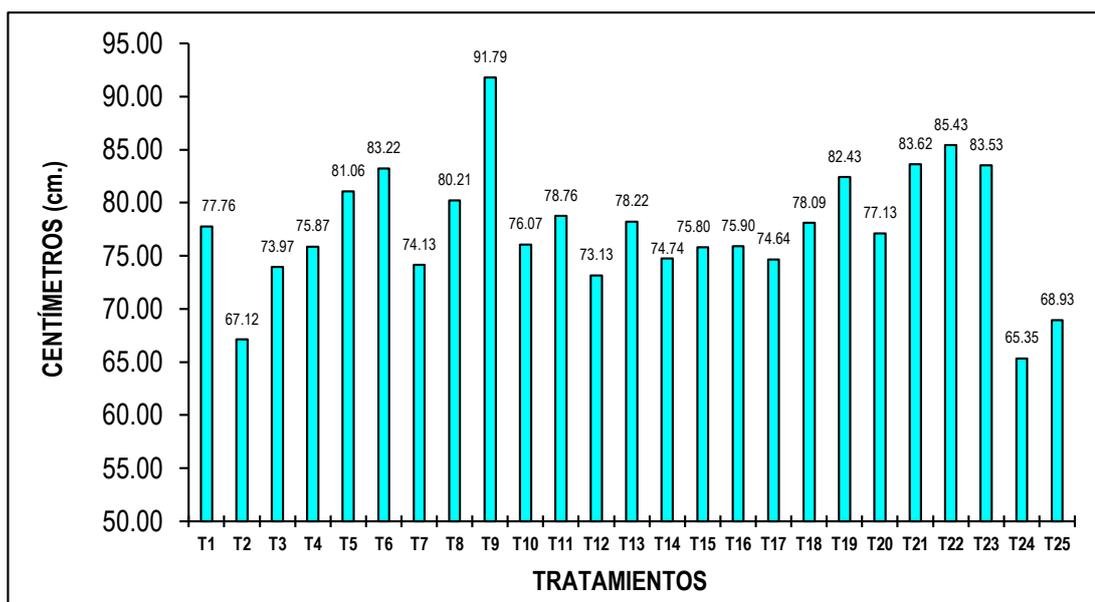


Figura 9. Promedios de longitud de panoja por tratamiento.

4.2.2. Número de espigas por panoja

Los datos promedios de la variable se indican en el Anexo 4, a continuación se muestra el análisis de variancia con la interpretación y representación gráfica correspondiente.

Cuadro 17. Análisis de la variancia para número de espigas por panoja

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fc	F Tab	
					5 %	1 %
Bloques	2	482,54	241,27	3,39 *	3,19	5,08
Tratamientos	24	1 877,12	78,21	1,10 n.s.	1,75	2,20
Error experimental	48	3 414,33	71,13			
TOTAL	74	5 773,99				

$$CV = 16,16 \%$$

$$\bar{X} = 52,20$$

En el Cuadro 17 se observa el análisis de variancia realizado para el número de espigas por panoja, el cual establece que en la fuente Bloques existe significación estadística, mientras que en la Fuente Tratamientos no se revela la significación estadística, lo que demuestra que las características genéticas de las líneas de quinua expresan un efecto semejante sobre el número de espigas por panoja. El coeficiente de variabilidad (CV) obtuvo un

valor aceptable de 16,16 % el cual denota la confiabilidad en la recopilación de los datos. El promedio general fue de 52,20 unidades.

Ante la ausencia de significación estadística entre los Tratamientos, la prueba de Duncan no se efectuó, razón por el cual solo se representa gráficamente los promedios de la variable número de espiga por panoja en la Figura 10, donde aritméticamente los tratamientos T8, T9, T15 y T22 destacan al registrar los valores más altos con 66,77; 60,53; 59,70 y 59,80 espigas respectivamente.

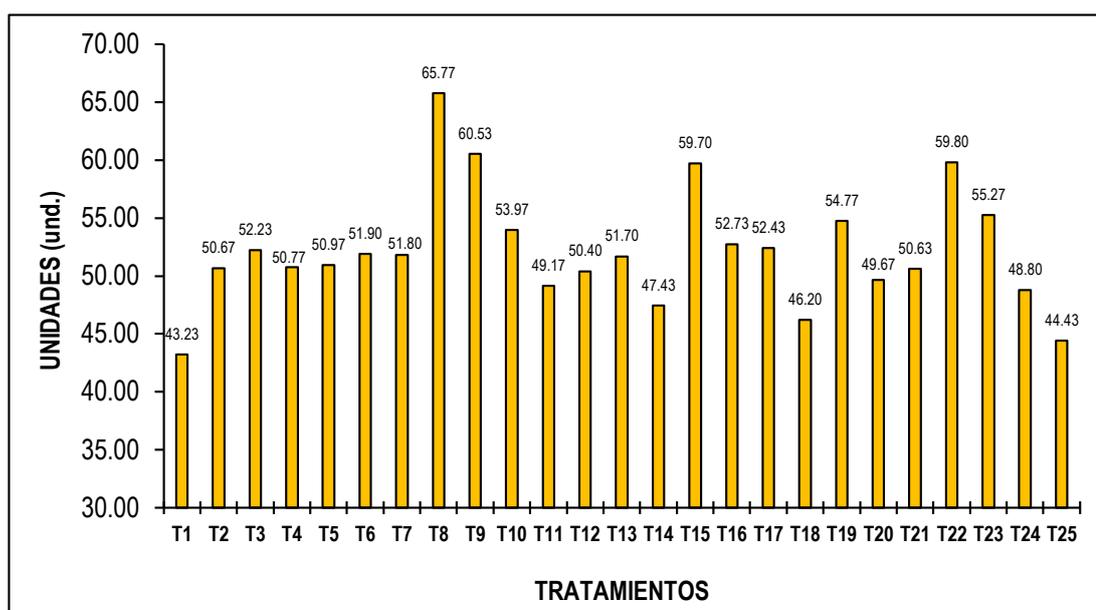


Figura 10. Promedios por tratamiento del número de espiga por panoja

4.2.3. Peso de granos por área neta experimental

Los datos promedios de la variable se indican en el Anexo 5, a continuación se muestra el análisis de variancia y la Prueba de Duncan con la interpretación y representación gráfica correspondiente.

El análisis de variancia para el peso de granos por ANE del Cuadro 18, establece que en la fuente Tratamientos revela alta significación estadística, lo que demuestra efectos diferentes. El coeficiente de variabilidad (CV) obtuvo un valor aceptable de 16,10% el cual denota la confiabilidad en la recopilación de los datos. El promedio general fue de 14,54.

Cuadro 18. ANVA para peso de granos. Datos transformados \sqrt{X} .

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fc	F Tab	
					5 %	1 %
Bloques	2	31,99	15,99	2,92 ^{n.s.}	3,19	5,08
Tratamientos	24	596,54	24,86	4,54 ^{**}	1,75	2,20
Error experimental	48	263,00	5,48			
TOTAL	74	891,52				

$$CV = 16,10 \%$$

$$\bar{X} = 14,54.$$

La Prueba de Duncan efectuada en el Cuadro 19, indica que los tratamientos del orden de mérito del 1 al 7mo lugar son estadísticamente iguales en sus promedios, a su vez difieren y superan a los tratamientos del 8vo al 25avo lugar.

Cuadro 19. Prueba de Duncan de peso de granos. Datos transformados \sqrt{X} .

O.M.	Tratamientos	Promedios (g)	Significación ($\alpha=0.05$)
1	T10	20,52	a
2	T12	19,47	a b
3	T7	19,17	a b c
4	T5	17,77	a b c d
5	T2	16,75	a b c d e
6	T14	16,54	a b c d e f
7	T4	16,19	a b c d e f
8	T17	16,07	b c d e f
9	T19	15,51	b c d e f
10	T3	14,80	c d e f
11	T6	14,19	d e f
12	T24	14,16	d e f
13	T16	13,95	d e f
14	T9	13,93	d e f
15	T8	13,83	d e f
16	T15	13,53	d e f
17	T20	13,13	e f
18	T18	13,09	e f
19	T21	12,76	e f
20	T1	12,71	e f
21	T23	12,21	e f
22	T13	12,17	e f
23	T11	12,17	e f
24	T22	11,58	f
25	T25	7,22	g

$$S\bar{X} = \pm 2,88 \text{ g}$$

En la Figura 11 se observa los promedios de los tratamientos para peso de granos, donde se muestra al tratamiento T10, T12 y T7 como los que obtuvieron mayor peso con 434,25; 386.01 y 370,08 gramos. El menor promedio fue obtenido por el tratamiento T25 con 52,29 gramos.

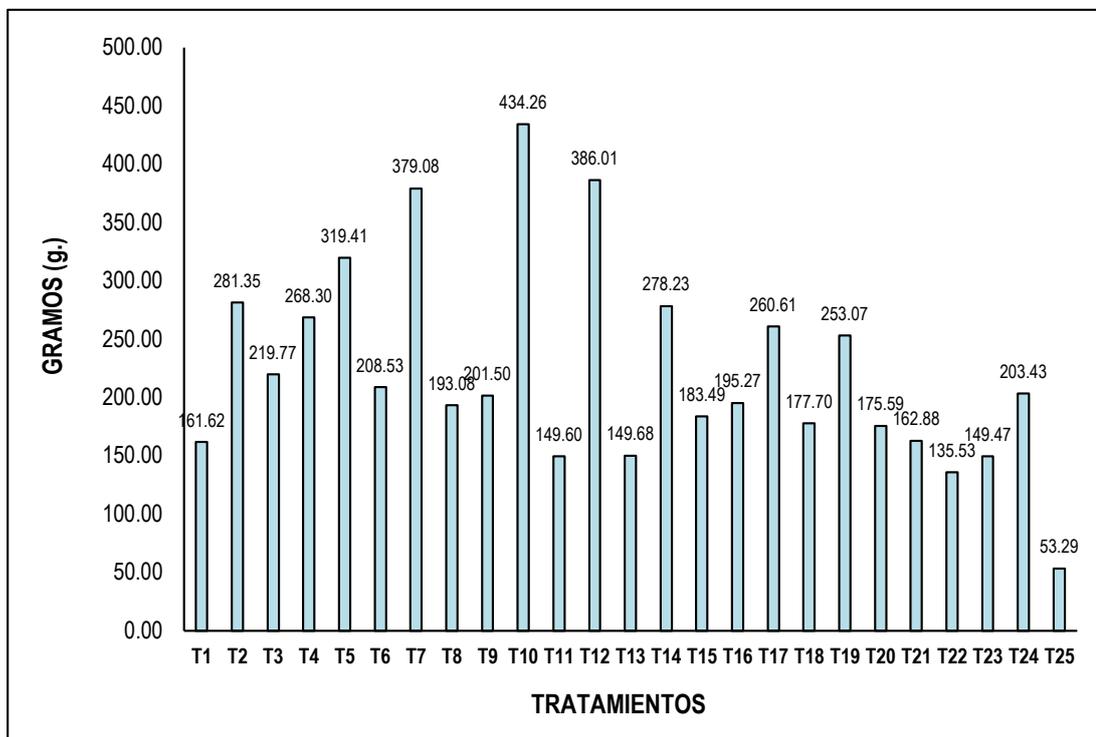


Figura 11. Promedios de los tratamientos para peso de granos.

4.2.4. Peso de grano por hectárea

El peso de grano promedio por hectárea fue obtenido transformando el promedio de peso de grano / ANE para su estimación a kilogramos por hectárea.

La representación gráfica visualizado en la Figura 12, muestra que aritméticamente que el mayor peso de grano por hectárea, el cual lo obtuvo el tratamiento T10 con 2 476 kilogramos por hectárea y el último lugar lo alcanzó el tratamiento T25 con un promedio 1 770,83 kilogramos por hectárea.

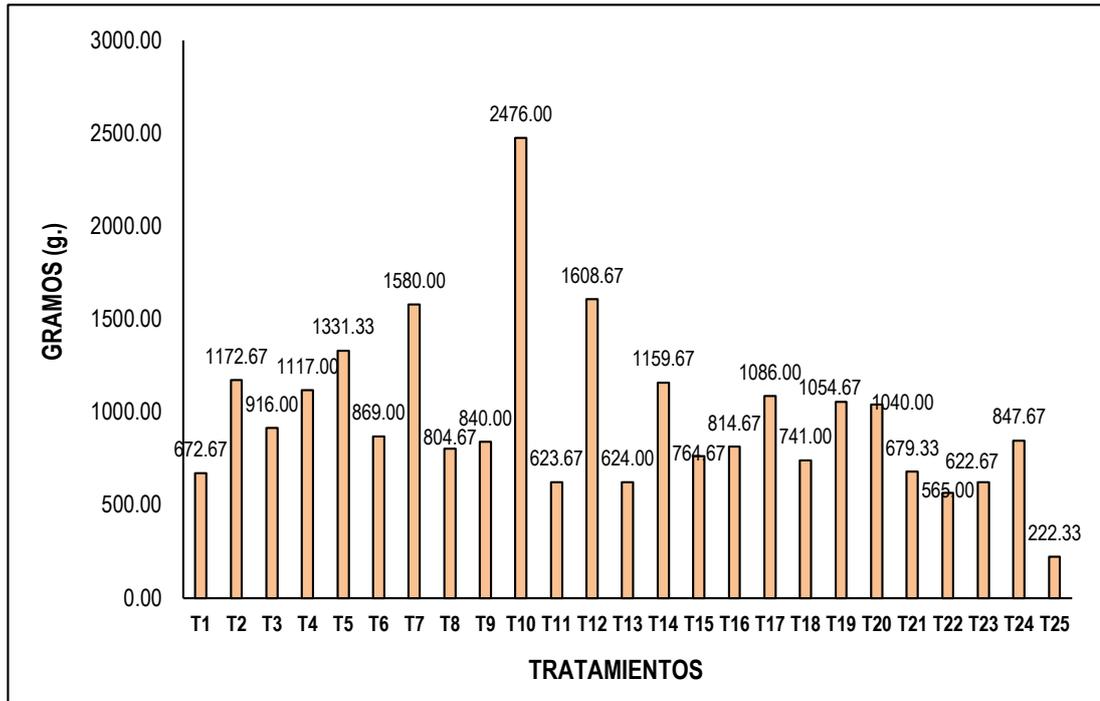


Figura 12. Promedios de peso de grano por hectárea de los tratamientos.

DISCUSIÓN

5.1. RESISTENCIA AL MILDIU

5.1.1. Severidad

5.1.1.1. Porcentaje de área foliar enferma

Los resultados de la variable indican que las líneas de quinua en su mayoría son moderadamente susceptible en un 64,00% (16 líneas) y un 36,00% son considerados moderadamente resistentes (9 líneas). Estos resultados indican que las líneas de quinua en estudio presenta un amplio rango de susceptibilidad (Bonifacio y Saravia, 1999).

Sin embargo, los porcentajes de área foliar enfermedad obtenidas por las líneas de quinua también nos muestran que la resistencia genética tiene la ventaja de ser un método de control poco costoso, nada nocivo para el medio ambiente y que asegura una producción sostenible (Solveig y Ames, 2008), esto puede corroborarse por los resultados obtenidos por Mina (2014) quien registra porcentajes desde el 37% de resistencia en líneas obtenidas por cruzamientos.

Por otro lado, Bonifacio y Saravia (1999) afirma que los cultivares precoces parecen ser más susceptibles, esta afirmación no se confirmó en la investigación, debido a que las líneas de quinua tuvieron un comportamiento precoz pero mostraron resistencia al mildiu en virtud a que son líneas obtenidas por mutación, esta técnica produce alteraciones permanentes en el material genético (Micke, 1999) de modo que se mejore la resistencia de las plantas frente a los organismos patógenos (Donini *et al* 1984).

Cabe mencionar que al obtener 26% de área foliar afectado promedio en las evaluaciones realizadas, este valor es menor según lo reportado por Mina (2014) que presenta una susceptibilidad de 47%. Asimismo este porcentaje obtenido indica que se puede obtener líneas de quinua con resistencia al Mildiu mediante la mutación inducida.

Las curvas de progreso de la enfermedad indica que a los 33 hasta los 47 DDS se registró el mayor porcentaje de área foliar infectado, debido a que el cultivo de quinua se encontraba en el estado de pre panojamiento el cual según León (2003) en esta etapa ocurre amarillamiento del primer par de hojas verdaderas y se producen una fuerte elongación del tallo y engrosamiento, razón por el cual se puede presumir que las plantas son más susceptibles a la enfermedad

5.1.1.2. Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE)

Con respecto a esta variable, las líneas de quinua poseen un comportamiento semejante en la resistencia a la infección de la enfermedad, ya que estadísticamente se demostró dicho efecto. Los tratamientos que reportaron menores valores de ABCPE fueron T6, T10 y T11. Estos resultados son mejores a los que reporta Mina (2014) quien registra 2 470 de ABCPE.

El ABPCE agrupado de acuerdo a la clasificación de susceptibilidad, donde se oscila entre 1 598,33 a 1 740,67 para las líneas de quinua moderadamente resistentes, y para las líneas moderadamente susceptibles entre 1 716,17 y 1 925,00. La clase moderadamente susceptible se encuentra en el rango de Calixtro (2017) quien obtuvo un rango entre 1 015 a 3 125.

El grupo de líneas de quinua que corresponde a la clase moderadamente resistente demostró poseer características genéticas de resistencia a pesar de las condiciones climáticas favorables de la zona de estudio con valores de Humedad Relativa entre 70 – 85%, el cual es el factor más importante para el desarrollo de la enfermedad (Danielsen y Ames, 2000). Esto demuestra que la inducción de mutaciones es una buena alternativa para el mejoramiento genético de la quinua ya que produce cambios en los genes de la quinua para la resistencia al mildiu.

5.2. VALOR AGRONÓMICO

5.2.1. Longitud de panoja

De acuerdo al análisis estadístico las líneas de quinua muestran promedios semejantes, es decir las características genéticas de las líneas expresan un efecto similar, donde la mayor longitud de panoja lo obtuvo el tratamiento T9 con 91,79 centímetros y la menor longitud por el tratamiento T24 con 65,35 centímetros. El resultado obtenido por las líneas de quinua es ampliamente superior a lo reportado por Trigos (1992) con 57,47 cm; Paúcar (1996) con 60,28; Chipana (1998) con 32,80 cm; Laguna (1997) con 69,68 cm.

La superioridad en longitud de panoja de las líneas de quinua en contraste a los investigadores citados anteriormente, indica claramente que se debe al efecto de la mutación en los genes del material genético, ya que esta técnica puede cambiar la arquitectura de la planta (Donini *et al.*, 1984)

5.2.2. Número de espiga por panoja

Referente a esta variable los resultados indican que el efecto de las características genéticas líneas de quinua es estadísticamente igual en el número de espiga por panoja. Al contrastar los promedios obtenidos por las líneas de quinua con los tratamientos testigos (T24 y T25) solo los tratamientos T1, T14 y T18 son líneas que no expresan un cambio en su genética al obtener promedios menores que los tratamientos testigos. Sin embargo los tratamientos T8, T9, T15 y T22 obtienen un promedio superior al del promedio general con 65,77; 60,53; 59,70 y 59,80 espigas por panoja respectivamente. Esto refiere que la mutación es una fuente variabilidad genética (Micke, 1999; Gutierrez *et al.*, 2003; Polanco, 2014), y que no pueden generar nuevos genes sino nuevas alternativas para los existentes y no pueden ser dirigidas a un gen específico (Micke, 1999; Gutierrez *et al.*, 2003).

5.2.3. Peso de granos por área neta experimental y por hectarea

Los tratamientos que muestran una respuesta superior son los tratamientos T10, T12, T7, T5, T2, T14, T4 con rango por área neta entre 268,30 – 434,26 gramos y por hectárea entre 1 117,00 – 2 476,00 kilogramos. Las líneas correspondientes a los tratamientos T7 (1 580,00 kg/ha), T12 (1 608.67 kg/ha) y T10 (2 476.00 kg/ha) pueden ser considerados como líneas promisorias ya que superaron factores ambientales y a la infección del mildiú, ya que bajo la influencia de estos factores los rendimientos pueden ser entre 800 – 1 400 kg/ha (León, 2003).

Por otra parte, cabe señalar que la línea mutante correspondiente al tratamiento T11 no obtuvo un rendimiento superior a pesar de que mostró un menor valor de ABPCE (1 507,33), ya que las características genéticas de la línea no influyó en cuanto a la variable número de espigas por panoja lo que repercutió en el peso de granos, esto permite deducir que la variable número de espigas por panoja está relacionado directamente con el rendimiento.

Los resultados obtenidos por las líneas mutantes de quinua fueron superados por lo reportado por Laguna (1997) y Trigos (1992), sin embargo las líneas mutantes mostraron como el T10 mostraron buen comportamientos ya que superó el rendimiento promedio nacional de quinua de 1 684,00 kg/ha (MINAGRI, 2015), asimismo en la resistencia al mildiu y en el valor agronómico de la quinua, esto lo convierte en una línea promisorias para la agricultura.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en la investigación permite llegar a las siguientes conclusiones

1. Las líneas mutantes que mostraron mejor comportamiento en la severidad de la enfermedad del mildiu al ser consideradas como líneas moderadamente resistentes fueron T6, T8, T9, T10, T11, T12, T13, T21 y T23 por registrar menores valores en porcentaje promedio de área foliar enferma y de ABCPE.
2. Las líneas de quinua con alto valor agronómico por presentar un buen comportamiento fue el tratamiento T10 ya que obtuvo promedios aceptables en la longitud de panojas (76,07 cm) y número de espigas por panoja (53,97), a su vez por destacar en el rendimiento por área neta (434,26 g.) y por hectárea (2 476,00 kg.)

RECOMENDACIONES

1. Efectuar otros estudios con la línea del tratamiento T10 ya que obtuvo un buen comportamiento en la resistencia y valor agronómico de la quinua.
2. Se recomienda evaluar la respuesta al mildiú en otros ambientes agroecológicos, para mejor identificación del tipo de resistencia de las líneas en estudio
3. Emplear la escala de los tres tercios para la evaluación del mildiú en quinua.
4. Para futuros trabajos de investigación considerar la evaluación de la altura de planta, días a la floración y a la maduración.

LITERATURA CITADA

- Agencia Agraria Trujillo. 2014. Quinoa peruana, “grano de oro” que va ganando el paladar del mundo. RED LIBRE. La libertad – Perú. 100 P.
- Agro banco. 2012. Manejo Agronómico del Cultivo de Quinoa. Chiara – Ayacucho: 31 P.
- Alandia, S. 1979. Enfermedades en Quinoa y kanihua. Cultivos Andinos. IICA, Bogotá, Colombia. 133 P.
- Ayala, G., Ortega, L y Morón, C. 2004. Valor nutritivo y usos de la quinoa. Santiago, Chile. 253 P.
- Bhargava, A; Shukla, S. y Ohri, D. 2007. *Chenopodium quinoa* – an indian perspective. División of genetics and plant breeding, national botanical research Institute, Lucknow India. Industrial cropsn and products. 87 P.
- Boletín INIA e IICA .2015. Valor bruto de la producción. 2014 -. MINAGRI. El mercado y la producción de quinoa en el Perú. 24 P.
- Bonifacio, a; Saravia, R. 1999. Evaluacion de la resistencia al mildiu en quinoa. In tercer taller de Preduza en Resistencia Duradera en cultivos altos en zona andina, Cochabamba - Bolivia. 59 P.
- Calixtro, M. 2017. Respuesta de 100 accesiones de quinoa a la infección natural de mildiú (*Peronospora variabilis* Gäum) en el Valle del Mantaro. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú. 61 p.
- Cardenas, M. 1944. Descripción preliminar de las variedades de *Chenopodium quinoa* de Bolivia. Revista de Agricultura. Universidad Mayor San Simón de Cochabamba. 32 P.
- Campbell,C. y Madden, L. V. 1990. The Epidemiology of Plant Diseases. New York. 532 P.

- Chipana, F. 1998. Evaluación de 16 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) bajo condiciones de sierra baja. UNHEVAL. Huánuco – Perú. 74 P.
- Choi, YJ; Denchev, CM; Shin, HD. (2008). Morphological and molecular analyses support existence of host-specific *Peronospora* species infecting *Chenopodium*. *Mycopathology*. 169 P.
- Cóndor, A. 2009. Ensayo de rendimiento preliminar de líneas primosorias de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) para resistencia al mildiu. UNHEVAL. Huánuco – Perú. 63 P.
- Cubero, J. L. 2003. Introducción a la mejora genética vegetal 2ª. Ed.: Mundi – prensa. ESPAÑA. 567 P.
- Cruces L. M y Callohuari Y. 2016. Guía de identificación y control de las principales plagas que afectan a la quinua en la zona andina. La Molina, Lima – Perú. 80 P.
- Danielsen S, Ames T. 2000. El mildiu (*Peronospora farinosa*) de la quinua (*Chenopodium quinoa*) en la zona andina. Centro Internacional de la Papa, Lima, Peru. 32 P.
- Donini, B; Kawai T and Micke A, 1984. Spectrum of Mutant Characters utilized in developing improved cultivars. In: Selection in Mutation breeding, IAEA, Vienna. 31 P.
- Elliot, F. 1964. Citogenética y manejo de plantas. Editorial Continental S.A. Mexico. D.F. 35 P.
- FAO (Organización de las naciones unidas para la alimentación y agricultura). 2010. Tablas peruanas de composición de alimentos. 3ª Ed. ISBN. Lima – Perú. 66 P.
- FAO (Organización de las naciones unidas para la alimentación y agricultura). 2011. Adaptation of quinua (*Chenopodium quinoa willd*) to Northern

European agricultura. Studies on developmental pattern Euphytica 96 P.

FAO (organización de las naciones unidas para la alimentación y agricultura). 2013. Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. ISB N. LIMA – PERU. 82 P.

FAO. (Organización de las naciones unidas para la alimentación y agricultura). 2014. Tendencias y perspectivas del comercio internacional de quinua. 6ª Ed. E-ISBN. Santiago Chile. 48 P.

FAO/IAEA 1991. Plant Mutation breeding for crop improvement Proc. Of Symposium, Vienna. 56 P.

Fuentes, F.; Martinez, E.; Hinrichsen, P.; Jellen, E. y Maughan, P. 2008. Assessment of genetic diversity patterns in Chilean quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) germplasm using multiplex fluorescent microsatellite markers. *Conserv Genet* 10(2). 377 P.

Gabriel, J; Naira, L; Vargas, A; Magne, J; Angulo, A; Latorre, J; Bonifacio, A. 2012. Quinoa de valle (*Chenopodium quinoa* Willd): fuente valiosa de resistencia genética al mildiu (*Peronospora farinosa*). Selva andina. La paz – Bolivia. 44 P.

Gandarillas H (1979). Mejoramiento de la Quinoa. En: La Quinoa y la Kañiwa: Cultivos Andinos. M. TAPIA, (ed.). Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo, Santafé de Bogotá. 82 P.

Gandarillas, H. 1968b. Razas de quinua. Bolivia, Ministerio de Agricultura. División de Investigaciones Agrícolas. Boletín Experimental. 45 P.

Gómez P, L. y Aguilar C, E. 2012. Manual del cultivo de quinua la molina. Lima Perú: 47 P.

Gómez P, L. y Aguilar C, E. 2016. Guía del Cultivo de Quinoa. La Molina, Lima – Peru: 113 P.

- Gutierrez, A.; Santacruz, F.; Cabrera, J. y Rodríguez, B. 2003. Mejoramiento genético vegetal in Vitro. e-Gnosis (México). 115 P.
- IDESI (Instituto de Desarrollo del Sector Informal) 2013. Experiencias del cultivo de la quinua. Lauricocha. 55 P.
- INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria) 2009. Tecnología de producción del cultivo de quinua. Cusco. 69 P.
- INIAP. 2012. Estación Experimental Santa Catalina. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Informe anual 2011. Quito, Ecuador. 110 P.
- Koziol, M. 2007. Desarrollo del método para determinar el contenido de saponinas en la quinua. En: quinua hacia su cultivo comercial. WAHLI, C. LATINRECO S.A. Quito – Ecuador. 185 P.
- Laguna, M. 1997. Introducción y selección de cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), bajo las condiciones agroecológicas de la zona de Llata, Huamalies. UNHEVAL. Huánuco – Perú. 60 P.
- Lazo, D. 2016. Evaluación de adaptabilidad de cuatro variedades y cinco líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* willd) en tres ecozonas (Camaná, Arequipa y Puno). Universidad Católica de Santa María. 146 P.
- Leon H, J. 2003. Cultivo de la quinua en Puno-Perú: descripción, manejo y producción. Puno, Perú. 63 P.
- León Hanco, Juvenal M. 2003. Cultivo de la Quinua en Puno-Perú Descripción, Manejo y Producción. 62 P.
- Lescano, J.L. 1994. Genética y mejoramiento de cultivos alto andino: quinua, kañihua, tarwi, kiwicha, papa amarga, olluco, mashua y oca. Programa Interinstitucional de WaruWaru, Convenio INADE/PELT - COTESU. 459 p.
- López, A. 1999. Evaluación de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* will) con tres fórmulas de nitrógeno, fósforo y

- potasio. Tesis Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Ambato. Cevallos, Ecuador. 123 P.
- López, P. 1999. Selección de cultivares de quinua (*Chenopodium quinua* Willd). Por su resistencia a la sequía. Tesis de ing Agrónomo Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. Escuela Académica Profesional de Agronomía, Arequipa, Perú 95 P.
- Micke, A and Donini, B. 1993. Induced Mutations In Plant Breeding Principles and Prospects. Edited by Hayward, M.D.; Bosemark, N.O. and Romagosa I. Chapman & Hall. 62 P.
- Micke, A. 1999. Mutations in Plant Breeding. Breeding in Crop Plants: Mutations & In Vitro Mutation Breeding"; Bahar A. Siddiqui and Samiullah Khan (eds); Ludhiana, India. 85 P.
- Mina, D. 2014. Evaluación agronómica de Líneas f5 de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en dos localidades de la serranía. Ecuador. Universidad central de Ecuador. Facultad de ciencias agrícolas. Quito – Ecuador. 76 P.
- Ministerio de Agricultura y Riego. MINAGRI. 2013. Quinua principales aspectos de la cadena agro productiva. Lima - Perú. 28 P.
- Ministerio de Agricultura y Riego. MINAGRI. 2015. Quinua Peruana situación actual y perspectivas en el mercado nacional e internacional al 2015. Lima – Perú. 68 P.
- Ministerio de Agricultura, INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria) 2012. Manejo agronómico del cultivo de quinua. Huancayo. 87 P.
- Mroginski, L. 2004. Introducción al Mejoramiento tradicional y la Biotecnología moderna. Ediciones INTA Biotecnología y Mejoramiento Vegetal. Argenbio. Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología. 124 P.

- Mujica A. 1988. Parámetros genéticos e índices de selección en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Centro de Genética. Montecillos, México. 122 P.
- Mujica A. 1992. Granos y leguminosas andinos: cultivos marginados. Roma, IT. FAO. 146 P.
- Mujica A; Suquilanda M; Chura E; Ruiz E; León A; Cutipa S Y Ponce C. 2013. Producción orgánica de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Puno – Perú. 118 P.
- Otazú V, Aguilar PC & Canahua A. Resistencia en quinua (*Chenopodium quinoa*) al mildiú (*Peronospora effusa*). Fitopatología. 1976. 49 P.
- Paucar, E. 1996. Comparativo de rendimiento de 20 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) bajo las condiciones agroecológicas del valle de Huánuco. UNHEVAL. Huánuco – Perú. 72 P.
- Peralta, E. Mazón, N. Murillo, A. Rivera, M. Monar, C. 2008. Manual Agrícola de Granos Andinos: Chocho, Quinua, Amaranto y Ataco, cultivos, variedades y costos de producción. Manual N° 69. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador. 85 P.
- Peralta, E. 2009. Estado del arte la quinua en Ecuador. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador. Pag. 23. Disponible en: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/ESTADO%20DEL%20A%20RTE%20QUINUA%202.pdf>.
- Polanco, M. 2014. Mejoramiento genético mediante inducción de mutaciones. PHD. 32 P.
- Rodríguez, D. 2013. Resistencia a factores adversos y parasitoides controladores biológicos de “q’ hona q’hona” (*Eurysacca melanocampta* Meyrick) en manejo integrado de plagas en el cultivo de quinua. Universidad Nacional del Altiplano. Puno - Perú. 20 P.

- Rodríguez, D; Vega, L; Murio, A.; Peralta, E. 2013. Comparación de tres escalas para evaluar la severidad del mildiu (*Peronosora sp*) en el cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). INIAP. Quito – Ecuador. 36 P.
- Rojas, W. 2003. Multivariate analysis of genetic diversity of Bolivian quinoa germplasm. FoodReviews International. 28 P.
- Ruas, P.; Bonifacio, A.; Ruas, C.; Fairbanks, D. y Andersen, W. 1999. Genetic relationship among 19 accesions of six species of *Chenopodium* L., by Random Amplified Polymorphic DNA fragments (RAPD). Euphytica. 105 P.
- Sánchez, M. 2015. Identificación preliminar de líneas mutantes de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) con mayor eficiencia en el uso de nitrógeno. La Molina. Lima – Perú. 111 P.
- Suarez, E. 2006. Mejoramiento genético mediante inducción de mutaciones. I curso de capacitación en mejoramiento genético en arroz. Cuba. 12 P.
- Tamayo, H.L. (2010). Caracterización molecular inter e intra genotípica de 16 accesiones de *Chenopodium quinoa* (quinua) mediante la técnica de ISSR. Tesis para optar el grado de: Magister Se. Lima-UNALM
- Tapia, E. y Fries, A. 1974. Guía de campo de los cultivos andinos. FAO y ANPE. Lima, Perú. 222 P.
- Torres, R. 2004. Folleto Determinación de la Evapotranspiración de los cultivos. Universidad de Utah State. California, USA. 56 P.
- Trigos, E. 1992. Comparativo de ecotipos seleccionado de quinua (*Chenopodium quinoa*). UNHEVAL. Huánuco – Perú. 68 P.
- Walter, S. 1979. Enfermedades en quinua hacia su cultivo comercial. ED latinreco S. A. Quito – Ecuador. 106 P.

ANEXOS

ANEXO 1. Promedios del porcentaje de infección (severidad)

TRAT	BLOQ	DDS										ABCPE
		20	27	34	41	48	55	62	69	76	83	
T1	I	20%	40%	60%	50%	50%	30%	10%	20%	20%	10%	2065,00
	II	20%	50%	40%	60%	40%	5%	5%	10%	20%	10%	1715,00
	III	20%	50%	50%	50%	40%	5%	10%	10%	20%	10%	1785,00
T2	I	40%	40%	60%	50%	40%	40%	5%	5%	20%	10%	2030,00
	II	30%	50%	50%	50%	30%	5%	5%	10%	10%	10%	1680,00
	III	30%	40%	40%	50%	40%	5%	5%	5%	30%	10%	1680,00
T3	I	40%	40%	60%	60%	30%	20%	10%	5%	20%	20%	1960,00
	II	30%	50%	50%	50%	40%	10%	10%	5%	10%	20%	1785,00
	III	30%	50%	50%	50%	40%	5%	10%	10%	30%	20%	1925,00
T4	I	10%	50%	60%	60%	30%	20%	5%	20%	20%	30%	2030,00
	II	30%	40%	50%	40%	40%	20%	10%	10%	20%	10%	1820,00
	III	30%	50%	50%	50%	40%	5%	10%	10%	30%	20%	1925,00
T5	I	30%	50%	50%	50%	20%	20%	5%	5%	10%	10%	1715,00
	II	30%	40%	60%	50%	20%	10%	20%	10%	20%	20%	1890,00
	III	30%	40%	40%	50%	50%	1%	20%	20%	30%	20%	1932,00
T6	I	10%	50%	50%	60%	10%	5%	5%	5%	20%	10%	1610,00
	II	20%	30%	40%	30%	30%	10%	5%	10%	10%	10%	1400,00
	III	20%	50%	40%	50%	60%	5%	10%	10%	20%	10%	1785,00
T7	I	40%	50%	40%	50%	20%	10%	10%	5%	20%	10%	1715,00
	II	30%	40%	40%	50%	20%	10%	5%	10%	20%	10%	1610,00
	III	30%	50%	40%	60%	50%	10%	5%	10%	30%	20%	1925,00
T8	I	40%	40%	40%	40%	20%	5%	5%	5%	10%	20%	1505,00
	II	20%	40%	40%	40%	30%	10%	5%	5%	20%	10%	1540,00
	III	30%	50%	50%	60%	30%	5%	20%	10%	50%	10%	2100,00
T9	I	10%	40%	50%	50%	20%	5%	10%	5%	20%	10%	1575,00
	II	20%	50%	50%	50%	20%	5%	5%	10%	20%	20%	1715,00
	III	30%	40%	40%	50%	40%	10%	10%	10%	20%	10%	1715,00
T10	I	20%	50%	50%	50%	10%	10%	10%	5%	20%	10%	1680,00
	II	30%	30%	40%	40%	30%	5%	20%	20%	20%	10%	1680,00
	III	30%	40%	40%	40%	20%	10%	10%	10%	20%	10%	1610,00
T11	I	20%	40%	50%	50%	20%	1%	10%	5%	20%	10%	1582,00
	II	30%	30%	40%	40%	30%	5%	20%	20%	20%	10%	1680,00
	III	30%	40%	40%	40%	20%	10%	10%	10%	20%	10%	1610,00
T12	I	10%	30%	60%	50%	1%	1%	5%	50%	10%	10%	1690,50
	II	30%	40%	60%	50%	30%	1%	10%	10%	20%	20%	1792,00
	III	30%	40%	40%	40%	20%	10%	10%	10%	20%	10%	1610,00
T13	I	5%	30%	60%	50%	60%	1%	1%	5%	20%	10%	1606,50
	II	30%	50%	60%	50%	50%	1%	5%	10%	10%	20%	1827,00
	III	30%	40%	50%	40%	10%	20%	10%	10%	10%	10%	1645,00
T14	I	10%	50%	50%	60%	60%	10%	5%	5%	20%	20%	1855,00
	II	20%	50%	40%	50%	50%	5%	10%	10%	20%	20%	1785,00
	III	30%	50%	60%	60%	60%	1%	10%	10%	10%	10%	1897,00
T15	I	30%	40%	50%	50%	30%	5%	10%	10%	20%	10%	1715,00

	II	30%	50%	50%	50%	50%	5%	10%	10%	20%	10%	1855,00
	III	30%	50%	50%	50%	50%	5%	10%	10%	20%	10%	1855,00
T16	I	10%	40%	50%	50%	50%	5%	1%	30%	30%	20%	1897,00
	II	20%	40%	50%	50%	30%	5%	10%	10%	10%	10%	1610,00
	III	20%	50%	50%	50%	60%	1%	5%	5%	20%	10%	1757,00
T17	I	20%	40%	60%	50%	50%	1%	5%	5%	10%	10%	1652,00
	II	30%	50%	50%	50%	40%	5%	5%	10%	20%	10%	1785,00
	III	30%	60%	60%	30%	40%	10%	5%	10%	10%	5%	1802,50
T18	I	20%	50%	50%	50%	50%	5%	5%	10%	10%	10%	1715,00
	II	30%	40%	40%	50%	50%	5%	10%	10%	30%	20%	1820,00
	III	30%	40%	50%	50%	40%	5%	10%	10%	40%	20%	1925,00
T19	I	20%	40%	50%	60%	40%	10%	5%	5%	10%	10%	1645,00
	II	30%	50%	30%	50%	40%	10%	10%	5%	10%	1%	1578,50
	III	30%	40%	60%	50%	60%	5%	5%	20%	20%	10%	1925,00
T20	I	30%	40%	50%	60%	50%	20%	10%	10%	20%	20%	1960,00
	II	20%	40%	40%	40%	60%	1%	5%	10%	20%	10%	1617,00
	III	40%	50%	40%	50%	60%	5%	5%	10%	20%	10%	1820,00
T21	I	10%	10%	50%	50%	40%	10%	5%	5%	10%	5%	1347,50
	II	30%	30%	50%	50%	50%	5%	20%	10%	10%	5%	1697,50
	III	30%	40%	40%	50%	60%	5%	10%	10%	20%	10%	1750,00
T22	I	30%	50%	60%	40%	50%	10%	5%	10%	20%	10%	1890,00
	II	30%	30%	50%	50%	40%	1%	5%	5%	20%	20%	1617,00
	III	30%	50%	40%	50%	40%	5%	5%	5%	30%	20%	1785,00
T23	I	10%	40%	60%	40%	50%	5%	5%	10%	20%	10%	1715,00
	II	30%	40%	50%	40%	30%	1%	5%	10%	10%	10%	1547,00
	III	10%	50%	50%	40%	40%	10%	5%	10%	50%	20%	1960,00
T24	I	20%	30%	60%	50%	40%	10%	10%	5%	10%	10%	1645,00
	II	30%	50%	60%	40%	60%	1%	10%	20%	10%	10%	1897,00
	III	30%	50%	60%	40%	50%	10%	10%	10%	30%	20%	2030,00
T25	I	10%	40%	60%	50%	50%	10%	20%	5%	10%	5%	1767,50
	II	20%	40%	50%	60%	50%	5%	30%	10%	10%	5%	1837,50
	III	30%	40%	50%	50%	40%	5%	10%	10%	40%	10%	1890,00

ANEXO 2. Promedios de longitud de panoja

TRATAMIENTOS	BLOQUES			\bar{X}	Σ
	I	II	III		
T1	70,67	79,80	82,80	77,76	233,27
T2	69,82	59,53	72,01	67,12	201,36
T3	73,76	67,55	80,60	73,97	221,91
T4	61,25	70,10	96,27	75,87	227,62
T5	69,11	80,51	93,55	81,06	243,17
T6	66,87	93,56	89,24	83,22	249,67
T7	76,85	64,13	81,42	74,13	222,40
T8	72,87	87,30	80,46	80,21	240,63
T9	77,43	98,12	99,81	91,79	275,36
T10	73,27	90,04	64,89	76,07	228,20
T11	61,19	85,75	89,33	78,76	236,27
T12	65,53	62,61	91,26	73,13	219,40
T13	70,67	76,14	87,86	78,22	234,67
T14	68,28	64,43	91,50	74,74	224,21
T15	65,58	81,04	80,78	75,80	227,40
T16	63,38	68,78	95,55	75,90	227,71
T17	60,29	68,16	95,48	74,64	223,93
T18	76,85	72,50	84,93	78,09	234,28
T19	84,67	71,11	91,52	82,43	247,30
T20	81,89	73,89	75,62	77,13	231,40
T21	75,98	88,67	86,20	83,62	250,85
T22	70,63	76,45	109,20	85,43	256,28
T23	96,95	68,82	84,82	83,53	250,59
T24	62,16	56,09	77,81	65,35	196,06
T25	64,65	59,62	82,52	68,93	206,79
\bar{X}	71,22	74,59	86,62	77,48	
Σ	1780,60	1864,70	2165,43		5810,73

ANEXO 3. Promedios de número de espigas por panoja

TRATAMIENTOS	BLOQUES			\bar{X}	Σ
	I	II	III		
T1	40,30	47,20	42,20	43,23	129,70
T2	52,80	47,00	52,20	50,67	152,00
T3	51,90	48,40	56,40	52,23	156,70
T4	40,30	50,80	61,20	50,77	152,30
T5	56,50	43,30	53,10	50,97	152,90
T6	53,60	44,60	57,50	51,90	155,70
T7	55,90	40,70	58,80	51,80	155,40
T8	55,90	70,40	71,00	65,77	197,30
T9	55,10	75,90	50,60	60,53	181,60
T10	55,10	59,90	46,90	53,97	161,90
T11	55,10	41,80	50,60	49,17	147,50
T12	54,20	37,70	59,30	50,40	151,20
T13	48,30	56,00	50,80	51,70	155,10
T14	53,20	42,50	46,60	47,43	142,30
T15	49,40	69,10	60,60	59,70	179,10
T16	53,70	44,10	60,40	52,73	158,20
T17	57,80	43,30	56,20	52,43	157,30
T18	55,70	37,40	45,50	46,20	138,60
T19	62,40	47,80	54,10	54,77	164,30
T20	52,00	35,80	61,20	49,67	149,00
T21	60,30	50,40	41,20	50,63	151,90
T22	70,70	51,10	57,60	59,80	179,40
T23	41,80	48,10	75,90	55,27	165,80
T24	48,50	42,10	55,80	48,80	146,40
T25	44,00	44,00	45,30	44,43	133,30
\bar{X}	52,98	48,78	54,84	52,20	
Σ	1324,00	1219,40	1371,00		3914,90

ANEXO 4. Promedios de peso de granos por ANE

TRATAMIENTOS	BLOQUES			\bar{X}	Σ
	I	II	III		
T1	161,62	166,34	156,91	161,62	484,87
T2	281,35	241,93	320,77	281,35	844,05
T3	247,86	191,69	219,75	219,77	659,30
T4	231,25	189,77	383,88	268,30	804,90
T5	325,18	232,95	400,09	319,41	958,22
T6	109,39	276,69	239,51	208,53	625,59
T7	227,00	548,57	361,68	379,08	1 137,25
T8	166,33	166,49	246,41	193,08	579,23
T9	135,19	152,62	316,69	201,50	604,50
T10	528,92	237,07	536,79	434,26	1 302,78
T11	134,72	121,48	192,61	149,60	448,81
T12	278,12	350,34	529,57	386,01	1 158,03
T13	113,37	149,68	185,98	149,68	449,03
T14	189,80	278,23	366,67	278,23	834,70
T15	202,70	166,88	180,88	183,49	550,46
T16	224,33	166,22	195,27	195,27	585,82
T17	319,89	201,34	260,61	260,61	781,84
T18	272,38	150,79	109,93	177,70	533,10
T19	257,07	381,88	120,25	253,07	759,20
T20	126,65	160,14	239,99	175,59	526,78
T21	162,87	168,77	157,00	162,88	488,64
T22	120,58	111,34	174,67	135,53	406,59
T23	149,47	166,49	132,44	149,47	448,40
T24	145,67	261,20	203,43	203,43	610,30
T25	36,19	50,04	73,65	53,29	159,88
\bar{X}	205,92	211,56	252,22	223,23	
Σ	5 147,90	5 288,94	6 305,43		16 742,27

ANEXO 5. PANEL FOTOGRAFICO



Figura 1. Vista panorámica del campo experimental



Figura 2. Siembra de líneas mutantes de quinua



Figura 3. Evaluación de resistencia al mildiú de las líneas de quinua



Figura 4. Cosecha de las líneas de quinua



Figura 5. Evaluación del número de espigas y longitud de panoja



Figura 6. Secado de la panoja de quinua



Línea 1 de quinua



Línea 2 de quinua



Línea 3 de quinua



Línea 4 de quinua



Línea 5 de quinua



Línea 6 de quinua



Línea 7 de quinua



Línea 8 de quinua



Línea 9 de quinua



Línea 10 de quinua



Línea 11 de quinua



Línea 12 de quinua



Línea 13 de quinua



Línea 14 de quinua



Línea 15 de quinua



Línea 16 de quinua



Línea 17 de quinua



Línea 18 de quinua



Línea 19 de quinua



Línea 20 de quinua



Línea 21 de quinua



Línea 22 de quinua



Línea 23 de quinua



Línea 24 de quinua



Línea 25 de quinua



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

En Huánuco, a los doce días del mes de octubre del año dos mil dieciocho, siendo las 10:00 horas; de acuerdo al Reglamento de Grado Académico y Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros integrantes del Jurado Calificador se reunieron en la Sala Magna de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNHEVAL con la finalidad de dar cumplimiento a la Resolución N° 0429-2018-UNHEVAL/FCA-D de fecha 27 de setiembre del 2018 para proceder con la evaluación de la sustentación de la tesis titulada **“Comportamiento de líneas de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), OBTENIDAS POR MUTACIONES, EN LA RESISTENCIA AL MILDIU (*Peronospora variabilis Gäum*) Y SU VALOR AGRONÓMICO, EN CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DE CANCHÁN – HUÁNUCO - 2016”**, presentada por la Bachiller en Ciencias Agrarias **Nelsi Marlene Tolentino Antonio**, con el asesoramiento del **Dr. Rubén Limaylla Jurado**.

El Jurado Calificador reconfirmado mediante Resolución N° 0547-2018-UNHEVAL/FCA-D de fecha 11 de octubre 2018, está integrado por los siguientes docentes:

PRESIDENTE : Dr. Santos Severino Jacobo Salinas
SECRETARIO : Ing. Edwin Vidal Jaimes
VOCAL : M. Sc. Severo Ignacio Cárdenas
ACCESITARIO : M. Sc. Luis Villodas Rosales

Finalizada la sustentación, luego de la deliberación y verificación de los calificativos del Jurado, se obtuvo el siguiente resultado: aprobada por unanimidad con el calificativo cuantitativo de 15 y cualitativo de Buena, quedando la sustentante optar para que se le expida el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

Siendo las 19:20 horas, se dio por concluido el acto de sustentación.

Huánuco, 12 de octubre del 2018



PRESIDENTE



SECRETARIO



VOCAL

Escala de Calificación:

- Deficiente (11, 12, 13) Desaprobado
- Bueno (14, 15, 16) Aprobado

- Muy Bueno (17, 18) Aprobado
- Excelente (19, 20) Aprobado



OBSERVACIONES:

Ninguna

Huánuco, 18 de Octubre del 2018

PRESIDENTE

SECRETARIO

spk

VOCAL

LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES:

Huánuco, ____ de ____ del 20__

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN – HUÁNUCO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DIRECCION DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA DE TURNITIN N° 037 - 2022- UNHEVAL- FCA

**CONSTANCIA DEL PROGRAMA
TURNITIN PARA BORRADOR DE TESIS**

LA DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:

Hace constar que el Título:

**COMPORTAMIENTO DE LÍNEAS DE QUINUA
(*Chenopodium quinoa* Willd), OBTENIDAS POR
MUTACIONES, EN LA RESISTENCIA AL MILDIU
(*Peronospora variabilis* Gäum) Y SU VALOR
AGRONÓMICO, EN CONDICIONES
EDAFOCLIMÁTICAS DE CANCHAN – HUÁNUCO –
2016**

Presentado por (el) (la) alumno (a) de la Facultad de Ciencias Agrarias,
Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica.

Nelsi Marlene TOLENTINO ANTONIO;

La misma que fue aplicado en el programa: "turnitin"

La TESIS; para Revisión.pdf; con Fecha: 07 de julio 2022

Resultado: 30 % de similitud general, rango considerado: Apto, por disposición
de la Facultad.

Para lo cual firmo el presente para los fines correspondientes.

Atentamente.

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CONSTANCIA N°

Dr. Antonio S. Cornejo y Maldonado
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN
DE LA F.C.A.

037

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN		REGLAMENTO DE REGISTRO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR GRADOS ACÁDEMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES			
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN		RESPONSABLE DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNHEVAL	VERSION	FECHA	PAGINA
		OFICINA DE BIBLIOTECA CENTRAL	0.0	06/01/2017	1 de 2

ANEXO 2

AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICAS DE PREGRADO

1. IDENTIFICACIÓN PERSONAL (especificar los datos de los autores de la tesis)

Apellidos y Nombres: TOLENTINO ANTONIO NELSI MARLENE

DNI: 47099767 Correo electrónico: NELSI-NTA@gmail.com

Teléfonos: Casa _____ Celular 935593436 Oficina _____

Apellidos y Nombres: _____

DNI: _____ Correo electrónico: _____

Teléfonos: Casa _____ Celular _____ Oficina _____

Apellidos y Nombres: _____

DNI: _____ Correo electrónico: _____

Teléfonos: Casa _____ Celular _____ Oficina _____

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Pregrado	
Facultad de:	<u>CIENCIAS AGRARIAS</u>
E. P. :	<u>INGENIERIA AGRONOMICA</u>

Título Profesional obtenido:

INGENIERO AGRÓNOMO

Título de la tesis:

Comportamiento de Líneas de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), obtenidas por

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN		REGLAMENTO DE REGISTRO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR GRADOS ACÁDEMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES			
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN		RESPONSABLE DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNHEVAL	VERSION	FECHA	PAGINA
		OFICINA DE BIBLIOTECA CENTRAL	0.0	06/01/2017	2 de 2

mutaciones, en la resistencia al mildiu (*Peronospora variabilis* Graüm) y su valor agronómico, en condiciones edafoclimáticas de Canchari - Huánuco - 2016

Tipo de acceso que autoriza(n) el (los) autor(es):

Marcar "X"	Categoría de Acceso	Descripción del Acceso
X	PÚBLICO	Es público y accesible al documento a texto completo por cualquier tipo de usuario que consulta el repositorio.
	RESTRINGIDO	Solo permite el acceso al registro del metadato con información básica, más no al texto completo

Al elegir la opción "Público", a través de la presente autorizo o autorizamos de manera gratuita al Repositorio Institucional – UNHEVAL, a publicar la versión electrónica de esta tesis en el Portal Web repositorio.unheval.edu.pe, por un plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita, pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla, siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente.

En caso haya(n) marcado la opción "Restringido", por favor detallar las razones por las que se eligió este tipo de acceso:

Asimismo, pedimos indicar el período de tiempo en que la tesis tendría el tipo de acceso restringido:

- 1 año
- 2 años
- 3 años
- 4 años

Luego del período señalado por usted(es), automáticamente la tesis pasará a ser de acceso público.

Fecha de firma: 24-08-2022

Firma del autor y/o autores:

