

CAPÍTULO I

1 INTRODUCCIÓN

La Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), es una planta autóctona de los Andes su cultivo está localizado principalmente en los alrededores del Lago Titicaca. Se lo denomina el “grano de los Incas” o “grano de oro”, cuyos vestigios de existencia datan desde hacen miles de años antes del mismo imperio de los incas. Se indica, según estudiosos, que fue cultivada desde la época prehispánica (hace 3000 a 5000 años) en los Andes y domesticada en Bolivia, Perú y Ecuador. A raíz de la conquista española, se introdujo a América entre otros cultivos el trigo, por lo cual la quinua fue desplazada hacia tierras más altas y disminuyó su producción al igual que otros cultivos que tradicionalmente habían venido manejando y consumiendo los nativos. Además, se dice que hay indicios de que los conquistadores descubrieron el alto contenido nutritivo de la quinua y prohibieron su cultivo para debilitar a la resistencia de los incas. El consumo es ancestral en la dieta de la población campesina. Su cultivo fue artesanal en las zonas altas andinas hasta la década de los años 90, en que se produce una importante posibilidad de exportación a los mercados norteamericano y europeo.

La quinua se cultiva principalmente en zonas del Altiplano, donde se aprovecha el grano como un producto alimenticio de alta calidad nutritiva; así mismo es tradicional el consumo de las hojas tiernas en fresco.

En las últimas décadas el grano de quinua se ha convertido en un producto de exportación con precios de venta muy alentadores para los productores y procesadores. La alta demanda de este grano ha sido coadyuvada por la promoción de sus características nutricionales para el ser humano debido al contenido balanceado de aminoácidos esenciales, producto libre de gluten y condición orgánica del producto.

La gran mayoría de la quinua que se produce para el mercado de exportación está dada por la quinua de grano blanco o crema cuando es beneficiada, por lo que las variedades que se producen (mejorados o nativos) son de colores que una vez lavado son blanco o crema.

El interés de producir quinua en la actualidad es mundial, el consumo ha dado lugar a un incremento permanente de la demanda por el grano. En el 2008 Bolivia había exportado 10,500 TM con un valor de 23 millones de dólares americanos. El año 2013 el volumen exportado se triplicó a alrededor de 30 mil TM con un valor que fluctuó los 120 millones de dólares americanos. El precio de la TM subió de unos 2,200 a más de 4,000 USD en el mismo periodo, por consecuencia la demanda mundial del grano de oro sigue en aumento.

Ante estas señales de los mercados internacionales, diferentes sectores sociales y regiones del país han manifestado su interés por este cultivo y solicitan de manera permanente la provisión de insumos y asistencia técnica para emprenderlo. Sin embargo, las características del cultivo y la tecnología disponible en la actualidad plantean algunos desafíos previos a la introducción del cultivo de quinua a nuevas áreas que presentan potencial, a las que se denomina de manera genérica como áreas de expansión del cultivo. Sin embargo, en los últimos años el precio bajo considerablemente, sin embargo, por los acuerdos que se firmaron con el Gobierno de China y Bolivia, esto tiende a subir, razón por la cual los productores de los valles (Tarija, Sucre y Cochabamba), desean producir en cantidades mayor a los que se produce en la actualidad, sin embargo, se tiene un problema del mildiu, que merma la producción.

2 JUSTIFICACIÓN

Se justifica la presente investigación porque es necesario identificar y contar con material genético, con características deseables y de resistencia al mildiu, en la producción de Quinua en nuestros Valles Tarijeños, la Quinua se lo cultiva de manera intensiva en el altiplano, pero las investigaciones recientes han adquirido variedades nuevas que pueden ser cultivados en los Valles, donde se menciona por los agricultores, que ya existieron variedades antiguas que fueron perdiendo su importancia por la baja productividad, y la alta incidencia de las enfermedades, pero con estas nuevas investigaciones se quiere encontrar nuevas variedades que pueden tener un alto Valor en la Producción y Ayudar a las Familias sector Valles a tener nuevas alternativas de Producción que favorezcan tanto en su alimentación como en su economía.

Se pretende obtener nuevas variedades con características deseables que puedan adaptarse a factores bióticos y abióticos adversos, los cuales garanticen un incremento satisfactorio

en la productividad del cultivo, en zonas de expansión permitiendo al productor contar con una alternativa de solución al problema de la baja productividad.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar 15 ecotipos y/o accesiones de quinua de valle con tolerancia a Mildiu, en el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) en la comunidad de Chaguaya.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Implementar una red de parcelas experimentales, con 15 ecotipos y/o accesiones de quinua, seleccionadas y procedentes del banco de trabajo del Proyecto Quinua y del Banco de Germoplasma del INIAF, los cuales cuentan con características deseables.
- Evaluar la resistencia a la infección de mildiu en los diferentes ecotipos y/o accesiones.
- Identificar los ecotipos y/o accesiones de quinua, con características deseables y de respuesta genotipo/ambiente.
- Evaluación agronómica de todas y cada una de las variables de respuesta, en todo el ciclo de cultivo.
- Prever la multiplicación de semilla del material seleccionado.

CAPÍTULO II

4 REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE LA QUINUA

Según D.R.A. Ancash (2016), la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), planta originaria del altiplano peruano-boliviano y cultivada en los andes desde tiempos inmemoriales, ha tomado una gran importancia en estos últimos años debido a sus múltiples beneficios agronómicos y nutricionales. Esta planta constituye un recurso vegetal potencial debido a su gran adaptabilidad agroecológica, desde una baja altitud hasta los 4000 metros sobre el nivel del mar.

La gran variabilidad genética que posee la quinua le ha permitido desarrollarse en distintas zonas agroecológicas, y hacer frente a distintas condiciones ambientales adversas, como el frío y la sequía. Precisamente, aprovechando esta característica, se ha dado la introducción del cultivo en los continentes de África, Asia y Europa, con relativo éxito. Al respecto se tienen diversos estudios, como de Gesinski (2008), para el caso europeo, donde analiza la adaptación de algunas variedades bajo distintas condiciones ambientales de algunos países; y para el África.

A la característica de adaptabilidad ecológica de la quinua se suma otro aspecto importante, el cual le valió la atención mundial, referido a su alto valor nutricional. Así, la FAO (2011) le asigna un contenido de proteína que varía entre 13.81 y 21.9 por ciento, dependiendo de la variedad. Pero más allá del contenido proteico considerable, que supera a los cereales más importantes, el valor está dado por la calidad de las proteínas, es decir, por la combinación de una mayor proporción de aminoácidos esenciales para la alimentación humana. Debido al elevado contenido de aminoácidos esenciales de su proteína, la quinua es considerada como el único elemento del reino vegetal que provee todos los aminoácidos esenciales, (FAO, 2011).

4.2 CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES

Al respecto, Mujica (2009) ya había hecho mención sobre el balance de los aminoácidos esenciales de la proteína de la quinua, la cual es superior al trigo, cebada y soya, comparándose favorablemente con la proteína de la leche y siendo similar al de la carne.

Entre el 16 y el 20 por ciento del peso de una semilla de quinua lo constituyen proteínas de alto valor biológico, entre ellas los aminoácidos esenciales, es decir, los que el organismo es incapaz de fabricar y por tanto requiere ingerirlos con la alimentación.

Por estas consideraciones, de cualidades nutricionales, de diversidad y resistencia del cultivo a condiciones de sequía y frío, la quinua ha sido catalogada por la FAO como una importante alternativa para contribuir a la seguridad alimentaria mundial, especialmente en aquellas zonas donde la población no tiene acceso a fuentes adecuadas de proteína o donde existen limitaciones de cultivos alimenticios. (FAO)

4.3 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

Respecto a su clasificación taxonómica, la quinua es una especie descrito por [Carl Ludwig Willdenow](#) y corroborado por el herbario de la F.C.A.y F.

- División: *Magnoliophyta*
- Clase: *Magnoliopsiada*
- Subclase: *Caryophyllidae*
- Orden: *Caryophyllales*
- Familia: *Amaranthaceae*
- Sub-familia: *Chenopodioideae*
- Género: *Chenopodium*
- Especie: *Chenopodium quinoa* W.

4.4 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

En lo referido a la descripción de la planta de la quinua, Gandarillas, A (2014) menciona lo siguiente respecto a su conformación:

4.4.1 RAÍZ

La raíz es de tipo pivotante, vigorosa, que puede llegar hasta 30 cm de profundidad. A partir de unos centímetros del cuello empieza a ramificarse en raíces secundarias, terciarias, etc., de las cuales salen raicillas que también se ramifican en varias partes.

4.4.2 TALLO

El tallo es cilíndrico a la altura del cuello y después anguloso debido a que las hojas son alternas a lo largo de cada una de las cuatro caras. A medida que la planta crece nacen primero las hojas y de las axilas de éstas, las ramas. Su coloración es variable, desde el verde al rojo, pudiendo presentar en algunas variedades pigmentaciones en las axilas. Puede alcanzar distintas alturas, según la variedad, como entre 50 cm y 2m terminando en la inflorescencia.

4.4.3 HÁBITO

Normalmente de la axila de cada hoja del tallo nace una rama y de esta otras, según su hábito. Algunas ramas crecen y pueden desarrollarse llegando hasta casi la altura de la panoja principal, por ello la clasificación se basa en hábito sencillo y ramificado, presentándose esta última cuando la planta se desarrolla en un espacio amplio.

4.4.4 HOJAS

La hoja está formada por pecíolo y la lámina. Los pecíolos son largos, finos, acanalados en su lado superior y de un largo variable dentro de la misma planta. La lámina es polimorfa en la misma planta, siendo las láminas de las hojas inferiores de forma romboidal o triangular y de las hojas superiores lanceoladas o triangulares. El número de dientes de la hoja es uno de los caracteres más constantes y varía según la raza de 3 a 20 dientes.

4.4.5 INFLORESCENCIA

La inflorescencia de la quinua es racimosa y por la disposición de las flores en el racimo se considera como una panoja. Algunas veces está claramente diferenciada del resto de la planta, siendo terminal y sin ramificaciones, pero en otras no existe una diferenciación clara debido a que el eje principal tiene ramificaciones que le dan una forma cónica

peculiar. Puede ser laxa o compacta, dependiendo de la longitud de los ejes secundarios y de los pedicelos.

Según la agrupación de las flores a lo largo del eje principal o de los ejes secundarios se determina la forma de la inflorescencia, como amarantiforme o glomerulada, siendo esta última la ancestral. Por ello, se ha establecido que la inflorescencia amarantiforme se originó por una mutación. En lo que respecta a la longitud de las panojas, esta es variable, se pueden agrupar en pequeñas de 15 cm. Y medianas y grandes de hasta 70 cm., siendo muy características las que tienen la panoja diferenciada del tallo.

4.4.6 FLORES

La quinua presenta una flor incompleta, carente de pétalos. Las flores en el glomérulo pueden ser hermafroditas o pistiladas, y el porcentaje de cada una de ellas depende de la variedad. Normalmente se observa un porcentaje similar de ambos, pero también extremos con predominancia de hermafroditas o pistiladas, o macho estériles. Las hermafroditas en el glomérulo además de ser apicales, sobresalen de las pistiladas que se encuentran en la parte inferior. Se puede afirmar que, en general, se presenta un diez por ciento de polinización cruzada.

4.4.7 FRUTO

El fruto es un aquenio cubierto por el perigonio, del que se desprende con facilidad al frotarlo cuando está seco. El color está dado por el perigonio y se asocia directamente con el de la planta, de donde resulta que puede ser verde, púrpura o rojo. En la madurez, el púrpura puede secarse del mismo color o amarillo, teniendo en este último caso la semilla amarilla. En estado maduro el perigonio tiene forma estrellada, por la quilla que presentan los cinco pétalos. El pericarpio del fruto que está pegado a la semilla presenta alvéolos y en algunas variedades se puede separar fácilmente; pegada a éste, se encuentra la saponina que le transfiere el sabor amargo.

4.4.8 SEMILLA

Mujica (2009) la define como el fruto maduro, que puede ser de forma lenticular, elipsoidal, cónica o esferoidal. Presenta tres partes bien definidas que son: episperma, embrión y perisperma. La semilla está envuelta por la episperma en forma de una

membrana delgada. El embrión está formado por los cotiledones y la radícula, y constituye la mayor parte de la semilla que envuelve al perisperma como un anillo. El perisperma es almidonoso y normalmente de color blanco.

4.5 FASES FENOLÓGICAS DE LA QUINUA

Espíndola (1994) citado por Rodríguez (2005), define las siguientes fases fenológicas por las que pasa la planta de quinua:

- **Fase de emergencia.** Caracterizada por la emergencia del embrión a la superficie del suelo, varía de 4 a 6 días desde la germinación hasta la emergencia.
- **Fase cotiledonar.** Posterior al cuarto día, con dos cotiledones expuestos en forma horizontal.
- **Fase de dos hojas basales.** Comprendida entre los 11 y 13 días después de la siembra. Esta etapa finaliza con la completa expansión de dos primeras hojas basales y la iniciación de las primeras hojas alternas.
- **Fase de 5 hojas alternas.** Caracterizada por la completa expansión de cinco primeras hojas alternas y es la fase del inicio del desarrollo de los diversos órganos de la planta.
- **Fase de 13 hojas alterna.** Fase que implica un notable crecimiento enramado de la planta junto a las dos siguientes fases, como consecuencia del rápido alargamiento de los entrenudos, en especial del tercio inferior.
- **Fase de despunte de panoja.** Caracterizada por el despunte de la flórula (inflorescencia) hasta la pre-floración, sin la apertura de ninguna flor. Si la planta es de hábito ramificado, la aparición de las ramas laterales aun no es notable por la dominancia de las hojas del tallo principal.
- **Fase de floración.** Se considera esta fase cuando el 50% de las flores están en plena floración y las restantes en anthesis.
- **Fase de grano lechoso.** El germen se apresura a definirse en tamaño y forma; los carbohidratos son apenas compuestos líquidos incipientes.
- **Fase de grano masoso.** El tejido perispérmico sufre un cambio de estado lechoso a estado pastoso semisólido; es un cambio que ocurre a medida que el contenido del almidón aumenta, en tanto que el contenido de agua se reduce.

- **Fase de grano pastoso duro (madurez fisiológica).** Caracterizada cuando las plantas muestran hojas verde amarillentas y una defoliación de forma gradual. Fase en donde el grano presenta resistencia cuando se comete presión por las uñas, como consecuencia de que las estructuras almidonosas del perisperma se ha solidificado.

4.6 FISIOLÓGÍA DE LA QUINUA A FACTORES ABIÓTICOS

4.6.1 RESPUESTA A LA SEQUÍA

Mújica Ángel (2009) refieren que los granos andinos, como la quinua, han desarrollado mecanismos morfológicos, fisiológicos, anatómicos y bioquímicos que le permiten obtener producciones económicamente aceptables en condiciones de escasa precipitación. Agregan que la quinua escapa a la sequía principalmente por precocidad, así como por caracteres morfológicos, como desarrollar una raíz ramificada y por tener papilas higroscópicas en la cutícula de la hoja, lo que reduce la transpiración.

Zurita-Silva et al. (2014), refieren que la quinua soporta condiciones climáticas extremas, en particular en el altiplano sur de Bolivia, región muy conocida por la producción de la quinua Real. La ocurrencia de precipitaciones bajas e irregulares no es obstáculo para la producción de quinua, gracias a que ésta es capaz de equilibrar la absorción de agua y la pérdida de agua, evitando con ello el déficit hídrico.

4.6.2 RESPUESTA A LAS HELADAS

El caso de las heladas también constituye uno de los principales factores limitantes de la producción en los andes. Monteros y Jacobsen (2001) manifiestan que las heladas radiactivas y conectivas son las más comunes y se presentan como heladas blancas y negras, respectivamente. La helada blanca se produce cuando hay alta humedad relativa y se alcanza el punto de rocío, habiendo condensación y congelamiento de vapor de agua sobre la superficie de la hoja, causando poco daño en la naturaleza; sin embargo, en las heladas negras el vapor de aire no se congela, pero se congela el agua en los tejidos de las hojas, produciendo manchas necróticas en el follaje posteriormente.

La quinua es definida por Salinas A. (2008) como un cultivo que resiste fuertemente a los efectos del frío y las heladas, puesto que en el altiplano (que es su lugar de origen) está

constantemente afectado por los descensos bruscos de temperatura y en algunos casos a la presencia de heladas de considerable intensidad. Él agrega que la respuesta de la quinua está supeditada a la fase fenológica en que se encuentra, a la intensidad y la duración de la helada a la humedad relativa y a la carga genética de la planta.

Mujica (2009) manifiesta que la planta de la quinua no se ve afectada por climas fríos, como $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$, en cualquier etapa del desarrollo, excepto durante el momento de la floración, debido a que las flores son sensibles, pudiendo el polen esterilizarse. Al respecto, Monteros y Jacobsen (2001) en un estudio comprueban la tolerancia de las plantas de quinua bajo una condición de $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ por cuatro horas de duración, Sin embargo, en una etapa de las plantas de 12 hojas verdaderas y floración, se obtiene mermas de entre 50 a 65 por ciento de rendimiento con respecto al testigo, sometido a 19°C .

4.6.3 RESPUESTA A LA SALINIDAD

Quispe, H. y Jacobsen, S. 2001 indican que las plantas halófitas, como la quinua, para su supervivencia en medios salinos, requieren disminuir el potencial hídrico en su sistema, comúnmente, incrementando solutos con el uso de iones presentes en el medioambiente (Na^+ , K^- y Cr) y sintetizando solutos orgánicos; además, agrega, que otra respuesta fisiológica a la salinidad es disminuir la conductancia estomática, de este modo reducen la transpiración, evitando la sequía fisiológica, para mantener la turgencia de las células, indispensable para el crecimiento.

D.R.A. Ancash (2016) dice que los factores abióticos limitantes de la producción de los diversos cultivos en los andes, que en condiciones extremas producen estrés fisiológico, se conocen profundamente, siendo la quinua una de las plantas mejor adaptada. A pesar de esto, Aguilar et al. (2011) Manifiesta que no se tienen los suficientes conocimientos sobre los mecanismos de tolerancia y adaptación de esta especie.; agrega que el contenido de prolina está correlacionado inversamente con los ambientes más favorables de humedad, temperatura y salinidad, y que como la quinua es una planta tolerante al estrés que producen estos factores, debe tener una amplia variabilidad del contenido de prolina.

4.7 MANEJO DEL CULTIVO

4.7.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO

Tapia (2012) Indica que la preparación del suelo para el cultivo de quinua viene dada en referencia a la tecnología disponible en el lugar y a factores topográficos del suelo. Así, en terrenos planos y grandes, la utilización de una mecanización agrícola mediante un tractor va ser factible para la preparación del terreno para la siembra, en caso contrario, de disponer de terrenos accidentados, con pendiente elevada o de ubicación en laderas de los cerros, se va a tener que utilizar únicamente arado de yunta o la fuerza humana.

Mujica (2009) señala que la fecha oportuna de preparación de suelos es inmediatamente después de haber recogido la cosecha, en los meses de mayo y junio; esta situación bajo condiciones de sembrío en valles interandinos o el altiplano. De esta forma, se consigue incorporar los residuos de la cosecha al suelo, mejorando la cantidad de materia orgánica, ya que éstos podrán descomponerse en tiempo prudencial; asimismo, al aprovechar la humedad existente aún en el suelo, se podrá trabajar a una profundidad adecuada, de 20 a 30 cm, para el posterior cultivo.

4.7.2 SIEMBRA

Mujica (2009), menciona que la siembra se efectúa distribuyendo la semilla uniformemente a chorro continuo, ya sea con la mano o usando unos tubos con pequeñas perforaciones en la base, debiendo colocar en el fondo del surco y evitando que la semilla no esté en contacto con el fertilizante pues esta producirá daños severos en la semilla y no llegará a germinar.

Por otra parte, Tapia (2012), indica que, en las regiones de los Lipez, Salina de Garcia Mendoza, Ladislao Cabrera y Quijarro, pertenecientes al Altiplano sur- boliviano, la siembra se hace en hoyos distanciados a un metro, cuya profundidad debe alcanzar la humedad subyacente.

4.7.3 PROFUNDIDAD DE SIEMBRA

La profundidad del surco, en siembra con yunta, varía entre 10 y 15 cm y el enterrado de la semilla se hace con ramas a profundidades que van de 0.5 a 2 cm (Tapia, 2012).

Mujica (2009), añade que la profundidad de enterrado de los granos de quinua no debe ser superior a los 1 ½ cm, puesto que el tamaño tan pequeño impide vencer la capa de tierra que tiene encima durante la germinación. Sin embargo, cuando se siembra en el suelo seco y arenoso es conveniente enterrar un poco más profundo hasta los 2 cm, para evitar el tostado y reventado de la semilla, sobre todo en días calurosos y asoleados.

Asimismo, Mújica (2009) citado por Rodríguez (2015), señala la existencia de una relación directa entre el tamaño de la semilla, textura, humedad del suelo y densidad de siembra; en caso, de la quinua varía entre 0.5 a 1.5 y 3 cm de profundidad, las siembras muy superficiales en suelos secos corren el riesgo de deshidratación de la semilla por efecto de la radiación solar provocando marchitamiento de las plántulas, en cambio las siembras profundas perjudican la emergencia de las plántulas.

4.7.4 DENSIDAD DE SIEMBRA

Se puede utilizar desde 4 kilos por hectárea, con una buena humedad en el suelo, siembra en surcos y una semilla con alto valor de germinación. Densidades mayores se requiere en suelos poco preparados, secos, con siembra al voleo y semilla no seleccionada (Tapia, 2012).

Al respecto Mujica (2009), indica que la densidad de siembra recomendada en la sierra y el Altiplano es de 10 Kg/ha, de semilla seleccionada y procedente de semilleros, debido a que las adversidades de clima y falta de humedad pueden disminuir el porcentaje de germinación y lógicamente de emergencia, mientras que en la costa con 6 Kg/ha, se obtiene un buen establecimiento del cultivo.

Por otro lado, Rodríguez (2005) utilizó una densidad de siembra de 8 kg/ha, empleando el método surco – riego – semilla, con 92% de pureza y 97% de germinación, logrado obtener una población de 128 plantas por metro cuadrado para el tamaño de grano grande (entre 2.00 – 2.50 mm de diámetro).

4.7.5 ÉPOCA DE SIEMBRA

Ritva (2011), indica que las épocas de siembra varían sobre todo según la zona y la variedad de la planta, de acuerdo a la disponibilidad de humedad en el suelo, temperatura

y precipitaciones. En el área de Puno las primeras siembras se realizan desde mediados hasta fines de agosto, pudiendo en algunas zonas extenderse hasta octubre.

La época más oportuna de siembra dependerá de las condiciones ambientales del lugar de siembra, generalmente en la zona andina, en el Altiplano y en la costa, la fecha óptima es del 15 de septiembre al 15 de noviembre; lógicamente se puede adelantar o retrasar un poco de acuerdo a la disponibilidad de agua y a la precocidad o duración del período vegetativo de los genotipos a sembrarse. En zonas más frías se acostumbra adelantar la fecha de siembra sobre todo si se usan genotipos tardíos (FAO, 2001).

4.7.6 ROTACIÓN DE CULTIVOS

Ritva (2011), menciona que en las zonas de altura la rotación tradicional es papa – quinua cebada. Eventualmente tratándose de suelos pobres, en el segundo año la quinua se asocia con habas; en algunas zonas de Puno se llega a repetir la quinua consecutivamente durante tres años, lo cual resta nutrientes al suelo, tratándose de restituirlos empleándose estiércol.

Al respecto Tapia (2012), indica que en las áreas ubicadas entre 3000 a 3800 msnm, el cultivo de quinua generalmente sigue a la papa en la rotación. Por debajo de estas alturas la quinua está asociada con el maíz y sobre los 3800 m sucede al cultivo de papa tolerantes a las heladas.

4.8 LABORES CULTURALES

4.8.1 DESHIERBE

La frecuencia del deshierbe depende del grado de infestación de la planta, siendo el problema generalmente mayor en los terrenos regados. Es recomendable efectuar el primer deshierbe cuando las plantas tienen alrededor de 20 cm, aproximadamente 50 días después de la siembra Ritva, (2011).

4.8.2 RALEO

Tapia (2012), menciona que el desahije, entresaque o raleo tiene por finalidad evitar el desperdicio y la competencia por los nutrientes y dar el espacio necesario para el desarrollo normal. Hay que eliminar las plántulas más pequeñas, débiles y enfermas; lo ideal es tener unas 10 plantas como máximo por metro lineal, es decir, 20 plantas/m² o 200000 plantas/ha. Esta labor se realiza juntamente con el deshierbe.

4.8.3 APORQUE

Mujica (2009), menciona que en las variedades mejoradas de alto rendimiento potencial es preferible efectuar el aporque antes del estado fenológico de panojamiento, muchas veces simultáneamente con el deshierbe, debido a que estas variedades poseen un sistema radicular deficiente o un desbalance con la carga potencial de la parte aérea de la planta, en particular con la panoja que va adquiriendo mayor peso a medida que alcanza la madurez fisiológica; elevando de esta manera la tasa de caída de las plantas (tumbado).

4.8.4 FERTILIZACIÓN

Sobre la época de aplicación y ubicación del fertilizante, es importante tener en cuenta, primeramente, la necesidad de fraccionamiento que se tendrá con el nitrógeno. Los múltiples ensayos realizados en el cultivo de quinua han determinado que durante la siembra sólo debe ir la mitad de la dosis del nitrógeno, completando la totalidad durante la labor cultural de aporque, cuando la planta tenga entre 20 y 35 cm. de altura; para el caso del fósforo y potasio a utilizar, deben ser aplicados en su totalidad durante la siembra.

Sin embargo, se tiene otras propuestas de fraccionamiento en el caso del nitrógeno, donde se habla de hasta tres fraccionamientos. Apaza, Mujica y Canahua (2003) refieren que el nitrógeno debe ser aplicado en una tercera parte en la siembra, otro tercio durante el inicio del panojamiento y el tercio final durante la floración, así se tendrá rendimientos más favorables de la quinua.

En lo que respecta a la realización de un abonamiento orgánico, estos deben ser aplicados dos o tres meses antes de la siembra, teniendo que ser enterrados, permitiendo que se descompongan y liberen los nutrientes para el cultivo en forma oportuna. Sobre la cantidad a aplicar, va a depender de la riqueza que poseen estos abonos orgánicos, siendo recomendable tener un análisis de su composición.

4.8.5 COSECHA

Ritva (2011) afirma que la época apropiada para la cosecha se reconoce porque las plantas cambian de color, adquiriendo una tonalidad amarilla característica de su madurez fisiológica. Para llegar a esta fase transcurren de 5 a 8 meses, según la variedad.

A la madurez fisiológica las hojas inferiores cambian de color y son caedizas, el grano al ser presionado con las uñas ofrece resistencia que dificulta su penetración (Tapia, 2012).

4.8.6 CORTE O SIEGA

Mujica (2009), señala que esta labor consiste en cortar las plantas a la altura del cuello cuando hayan entrado en la madurez fisiológica, debiendo efectuarse en horas de la mañana aun cuando las plantas estén un poco húmedas y puedan retener los granos dentro de los glomérulos, puesto que cuando estos se secan con los rayos solares tienden a desprenderse y ocasionar la caída de las semillas.

4.8.7 EMPARVADO, TRILLA, VENTEADO Y LIMPIEZA

Como las plantas fueron segadas en la madurez fisiológica es necesario que estas pierdan aún agua para la trilla, por ello se efectúa el emparvado o formación de arcos, que consiste en formar pequeños montículos con las panojas, ordenándolas y colocando en forma de pilas alargadas o redondas, luego se protege con paja o plásticos para evitar humedecimiento por efectos de las lluvias, granizadas o nevadas extemporáneas que pueden caer y por ende malograr el grano produciendo amarillamiento, pudriciones, fermentación o germinación, lo cual acarrea pérdida de la calidad del grano (FAO, 2001).

4.8.8 ALMACENAMIENTO DEL GRANO

Mujica (2009), menciona que la quinua una vez seca y clasificada se debe almacenar en lugares ventilados, secos y mejor en almacenes de bajas temperaturas, ya que es un grano ortodoxo, el cual mantendrá mayor viabilidad de la semilla a mayor descenso de la temperatura y menor contenido de humedad de grano.

A su vez Ritva (2011) señala que el grano de quinua debe ser previamente seleccionado para su uso posterior; el grano grande puede emplearse como semilla, el mediano para el consumo directo, y el más pequeño o quebrado para preparar por ejemplo harinas.

4.9 USOS DE LA QUINUA

La FAO (2001), indica que la quinua tiene múltiples usos y se puede emplear casi todas sus partes, para la alimentación humana y animal (forraje y concentrados), ornamental, medicinal, control de plagas y parásitos que afectan a los animales domésticos, industrial, como combustible, como tutor en siembras asociadas, como hortaliza de hoja e inflorescencia y hasta en ritos ceremoniales y creencias populares, para aclimatar a la altura animales como vacunos que viven en otras latitudes más bajas; así como para evitar el mal de altura en pollos, crianza de pavos, canarios, palomas y como ingrediente de sebos tóxicos mezclados con raticidas para controlar ratones y ratas.

4.10 PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LA QUINUA

4.10.1 PLAGAS DE LA QUINUA

La quinua sufre el ataque de una serie de insectos durante todo el ciclo vegetativo, desde que las plantas emergen hasta su madurez, Estas plagas de insectos causan diversos daños en el cultivo de quinua, pudiendo reducir el rendimiento a niveles significativos. Así, según el tipo de daño que causan, Mujica (2009) las clasifica en cuatro grupos:

4.10.2 CORTADORES DE PLANTAS TIERNAS

Existen por lo menos tres especies que pertenecen al grupo complejo denominado en el altiplano "ticonas", que hacen mención a los gusanos de tierra. Las especies a las que se alude son: *Feltia experta*, *Copitarsiaturbata*, *Agrotisfpsiion* y *Spodopteraeridania*, que pertenecen a la familia Noctuidae y al orden Lepidoptera. Los daños causados en el cultivo lo realizan en estado inmaduro, es decir, en estado larval. De hábitos nocturnos, las larvas atacan la quinua en sus primeros estadios o recién emergidas, cortando las plántulas a la altura del cuello de la raíz. En ataques severos, los campos de quinua presentan gran número de fallas obligando a resembrar y en caso extremos a voltear el terreno.

4.10.3 MINADORES Y DESTRUCTORES DE GRANOS

En este grupo se encuentra la plaga más importante de la quinua a nivel de la región andina, siendo esta *Eurysaccamelanocampta*, conocida como "kcona-kcona". Las larvas de la primera generación minan las hojas y brotes tiernos, destruyen inflorescencias en formación; en cambio, las larvas de la segunda generación destruyen inflorescencias formadas, granos lechosos, pastosos y maduros (Ortiz, 2001).

4.10.4 MASTICADORES Y DEFOLIADORES

En este grupo se encuentran *Epicaulalattarsis*, o escarabajo negro, *Epitrixyanazara* y *Epitrixsubcristata*. El daño de estas especies se realiza en estado adulto. En el primer caso, los escarabajos atacan las hojas e inflorescencias tiernas, siendo más intensos los ataques cuando se producen periodos de sequía. Mujica (2009) refiere que producen esquematización y defoliación de la hoja, en caso de ataques severos pueden destruir campos en pocos días. En el caso de *Epitrixyanazara*, realizan perforaciones circulares en las hojas tiernas a manera de perdigones, siendo notorio su ataque en los primeros estadios de la planta. Ortiz, (2001).

4.10.5 PICADORES-CHUPADORES

En este grupo de insectos se destaca por su importancia económica los pulgones, que además de producir daños directos son vectores de algunas enfermedades. En el caso de los pulgones, en condiciones de costa y lugares de la sierra con veranillos cobran importancia, ya que producen daños de importancia económica en ataques severos. Gómez (2012) dice que los daños que causan son de dos tipos: directos, cuando realizan la succión de la savia de las hojas, brotes, tallos tiernos e inflorescencias, causando marchitez y muerte de las plantas, e indirectos cuando producen la transmisión de enfermedades virósicas.

4.10.6 ENFERMEDADES DE LA QUINUA

Las enfermedades en el cultivo de quinua son diversas. Gandarillas et al. (2014) Refieren como la más importante a nivel mundial a *Peronospora variabilis* Gaum (anteriormente denominada *Peronospora farinosa* f. *spchenopondi*), conocida como mildiú. También se tiene a los patógenos fungosos del suelo, referido al complejo de chupaderas fungosas de

Pythium y Rhizoctoniasolani, y a Sclerotiniasclerotiorum, siendo ésta última un patógeno potencial en algunas regiones costeras donde se cultiva la quinua. Otras enfermedades que pueden presentarse, según Mujica (2009), pero que sin embargo no revisten un nivel de importancia, son: la podredumbre marrón del tallo (*Phoma exigua* var. *foveata*), la mancha foliar (*Ascochytahyalospora*), la mancha ojival del tallo (*Phomaspp*) y la manchabacteriana (*Pseudomonasspp*). En el caso de los patógenos fungosos del suelo, siempre se encuentran como habitantes naturales, siendo saprofíticos y necrótrofos, es decir, parásitos facultativos. Agrios (2002) manifiesta que matan tejido vivo, al liberar enzimas que se encargan de la degradación, y tienen como una condición favorable la alta humedad del suelo. Los daños que causan se observan en el colapso de plántulas, con la marchitez de las hojas cotiledonales y el estrangulamiento en el cuello.

4.10.7 MILDIU

Con respecto al mildiu (*Peronospora farinosa*), es la enfermedad más común de la quinua. Ames y Danielsen (2001) manifiestan que el organismo que lo causa se disemina en el campo por medio de esporangios y se puede conservar de una campaña agrícola a otra por medio de estructuras de conservación que se llaman oosporas, las cuales invernan en el rastrojo que queda después de la cosecha. Agrega que estas estructuras pueden conservarse también en la semilla de la quinua.

La enfermedad se inicia con un ligero cambio de color en la cara superior de la hoja, en forma más o menos circular. Para Ames y Danielsen (2001) la zona de inicio puede ser ligeramente clorótica, o en variedades rojas tomar un tinte encamado, y a medida que se desarrolla la enfermedad la zona afectada puede ser clorótica o coloreada, plana o abolsionada, según la variedad. En la cara inferior de una hoja afectada y en la zona donde está la lesión se observa claramente un sobre crecimiento fungoso de color ligeramente plomizo, constituido por haces de esporangioforos y esporangios, las estructuras propagativas.

Las primeras hojas afectadas son generalmente las de la base de la planta, esto porque es la zona donde se concentra la humedad por más tiempo; precisamente la alta humedad relativa es la condición favorable para la formación y propagación de estructuras, refieren

Gandarillas et al. (2014), donde el mantenimiento de esta condición puede permitir un crecimiento exponencial de la enfermedad. Por su parte, Bonifacio (2001) manifiesta que la enfermedad puede provocar el enanismo y la defoliación prematura, donde en ataques severos y en las fases fenológicas más críticas de la planta, la enfermedad puede provocarla pérdida total en caso de cultivar variedades susceptibles.

Para el control de la enfermedad del mildiú, se recomienda realizar un manejo integrado, elaborando una estrategia básicamente de prevención. Así, se debe tener en cuenta el componente genético, referido a elegir una variedad de quinua que sea tolerante a esta enfermedad. En segundo lugar, se debe tener en cuenta el componente cultural, poniendo énfasis en una rotación adecuada de cultivos, con una buena preparación del terreno que lleve a eliminar todos los restos de cosecha, así como en el hecho de trabajar con una densidad de plantas adecuada. Finalmente, se tiene el componente químico, donde se debe hacer una aplicación preventiva de fungicidas según el periodo crítico en el que se encuentre el cultivo.

CAPÍTULO III

5 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 UBICACIÓN

La fase de campo-experimental fue realizada en el Centro de Innovación Agropecuario y forestal de Chaguaya, el mismo se encuentra en las siguientes coordenadas, $21^{\circ} 53' 10.41''$ Sud y $64^{\circ}49' 31.8''$ Oeste de latitud y una altura de 2043 m.s.n.m.



Figura 1. Vista satelital del Área Experimental

5.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

La zona de la investigación, se caracteriza durante la mayor parte del año, un [clima templado](#) o mesotérmico, sin embargo durante los inviernos (especialmente durante el mes de julio) la temperatura suele bajar a los 0° [C](#) llegando a disminuciones térmicas inusuales para la [latitud](#) y [altitud](#), todos los inviernos son fríos.

5.3 MATERIALES

5.3.1 MATERIALES TÉCNICOS

- Tractor
- Picota
- Azada
- Mochila para Fumigar
- Balanza
- Cinta métrica
- Bolsas
- Estacas
- Pala
- Azada
- Cámara fotográfica

5.3.2 MATERIALES DE ESCRITORIO

- Equipo de Computación
- Impresora
- Suministros de oficina (Hojas de registro de datos, carpetas, bolígrafos)
- Calculadora

5.3.3 MATERIALES Y/O POBLACIÓN DE ESTUDIO

El material que se utilizó, en el presente estudio, está compuesto de 15 entradas, entre ecotipos y accesiones de quinua, estos últimos procedentes del Banco de Germoplasma del INIAF.

Los ecotipos fueron material seleccionado de parcelas de anteriores gestiones, las cuales fueron trabajadas por el Proyecto Quinua, estas fueron adecuadas en cada región en función a las características deseables.

5.3.4 MATERIAL DE SIEMBRA

El material utilizado (ecotipos) en el presente trabajo, es procedente de la recolecta de las zonas de valle de Chuquisaca y Potosí, en tanto que las accesiones fueron cedidas por la Unidad de Recursos Genéticos del INIAF

Nº	VARIEDAD
1	Ravelo 1
2	Sucre 1
3	Ravelo TG
4	Valle
5	Puna PT.
6	BOL 1174
7	BOL 1558
8	BOL 1543
9	BOL 2689
10	BOL 624
11	BOL 2712
12	BOL 392
13	BOL 1777
14	BOL 1474
15	BOL 2251

Cuadro 1. Variedades

5.4 METODOLOGÍA

5.4.1 MANEJO DEL CULTIVO

El manejo agronómico empleado fue similar al de un campo comercial de quinua en condiciones de secano y se describe a continuación.

5.4.2 DELIMITACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL

Con ayuda de estacas y cinta métrica se procedió a realizar la respectiva delimitación del área experimental, de esta manera separando 45 unidades experimentales con 1.50 m de pasillo entre bloques.

Cada ecotipo y/o accesión de quinua, llegó a constituir en tratamiento, con un total de 15, con tres repeticiones, la unidad experimental tuvo una superficie total de 216 m².

I		II		III	
15		9		1	
14		7		8	
13		1		9	
12		10		4	
11		8		2	
10		12		6	
9		14		3	
8		2		12	
7		4		5	
6		13		10	
5		15		14	
4		5		7	
3		6		11	
2		3		15	
1		11		13	
3 mt		1,5	3 mt		
12 mt					
24 mt					

Cuadro 2. Croquis del área experimental

5.4.3 PREPARACIÓN DEL TERRENO

Una semana anterior a la siembra se preparó el terreno con un arado de rastra, aprovechando la reciente lluvia.

5.4.4 SIEMBRA

En primer lugar, se abrió los surcos de forma manual con ayuda de una picota, a una profundidad aproximada de 5 a 7 cm.

Se realizó la siembra a mano depositando la semilla en el fondo de los surcos previamente abiertos, a chorro continuo empleándose una densidad de 10 kg/ha. En surcos de 3 metros, y una distancia de 0,80m entre surco, empleando dos surcos por unidad experimental.

La siembra de las accesiones correspondientes al material se realizó el 20 de diciembre del 2018.

5.4.5 FERTILIZACIÓN

Se incorporó abonó químico, fosfato di amónico al momento de la siembra empleando en la base de todos los surcos; y cuando las plantas estaban alrededor de 20 cm de altura se agregó urea aprovechando el respectivo aporque.

También se aplicó una fertilización foliar complementaria en la etapa de Crecimiento en las siguientes fechas.

- 18 Enero 2019 (30-10-10)
- 27 Enero 2019 (30-10-10)
- 31 de Enero 2019 (Bas foliar 20 -20- 20)
- 24 de marzo 2019 (Bas foliar 20 -20- 20)

5.4.6 HUMEDAD

En todo el ciclo del Cultivo no se aplicó riego, las lluvias de verano fueron suficientes para el requerimiento del cultivo.

5.4.7 LABORES CULTURALES

5.4.7.1 CONTROL DE MALEZAS

El control de malezas se realizó mediante deshierbes manuales. Complementados con un control físico indirecto por el aporque realizado con una azada agrícola.

5.4.7.2 CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

El cultivo de quinua no presentó problemas importantes de daños de plagas. Los agricultores del sector donde se efectuó la investigación no se dedican al cultivo de este grano, siendo la primera vez que la quinua es introducida como cultivo en la zona, por ello probablemente no se tuvo inconvenientes.

En el caso de enfermedades, se tuvo la presencia de *Peronospora farinosa*. (Mildiu) en las quince variedades de quinua, Esta enfermedad se hizo presente inicialmente en campo durante la etapa fenológica de seis hojas verdaderas. La aparición y proliferación del

patógeno fue de manera rápida, viéndose favorecida por las lluvias frecuentes y por la densidad de siembra.

El síntoma de la enfermedad del mildiu pudo notarse observando en las hojas manchas cloróticas en el haz y la pulvericencia característica en el envés; debido a esto ameritaba la realización de un control químico. Para realizar este control se utilizó Ridomil Gold, que es un fungicida sistémico y de contacto que tiene como ingrediente activo al Metalaxil y Mancozeb, Posteriormente a esta primera aplicación, se realizó otra a los 7 días, pudiendo controlarse esta enfermedad.

5.4.8 COSECHA

La cosecha fue realizada en dos fechas diferentes en función al grado de madurez del grano. Se realizó de forma manual cortando las plantas con una hoz solo la parte de la panoja para alivianar el volumen para su traslado, actividad realizada el 8 y 15 de mayo del 2019.

A continuación, se separaron y se embolsaron por variedades todo el material cosechado para posteriormente realizar la limpieza de los granos.

5.4.9 TRILLA Y LIMPIEZA DE LA SEMILLA

Estas operaciones se las realizaron en forma manual. La trilla se realizó mediante el pisoteo de las panojas sobre un mantel, con la finalidad de separar los granos del resto de la panoja, posteriormente se realizó el venteado para separar el “jipi” del grano. Una vez obtenida el grano limpio se procedió al pesaje del mismo. Después de realizar dichas operaciones las muestras se las embolsaron y se etiquetaron para posteriormente registrar el peso de grano (g).

5.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

La implantación de la parcela experimental, se lo realizó bajo un diseño experimental de bloques completos al azar, no estructurado, donde en los tres bloques las accesiones y/o ecotipos fueron ordenados de manera aleatoria.

5.5.1 ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA)

Luego del registro de los datos de campo, se procedió al análisis de varianza (ANVA), mediante la utilización del paquete estadístico INFOSTAT para todas las variables registradas

5.5.2 COMPARACIÓN DE MEDIAS

Para la Comparación de Medias en el presente trabajo se utilizó la Prueba de Rango Múltiple de LSD Fisher utilizando la DMS al 5%.

Para identificar los ecotipos y/o accesiones de quinua, con características deseables y de respuesta genotipo/ambiente se realizó un análisis combinado o multivariado, con ayuda del INFOSTAT.

5.5.3 MUESTREO Y TAMAÑO DE MUESTRA

Para la obtención de la información de campo, en la fase de cultivo, las lecturas de las diferentes variables se lo realizo en 5 plantas por unidad experimental, la evaluación de plagas y enfermedades se hizo en base a escalas de incidencia y severidad (1 a 5 establecidas para este propósito) en un total de 5 plantas por unidad experimental.

5.5.4 TRATAMIENTOS, UNIDAD EXPERIMENTAL

Cada ecotipo y/o accesión de quinua, llevo a constituirse en tratamiento, fue un total de 15, con tres repeticiones (DBCA), la unidad experimental fue una superficie de 15 m², la misma tuvo cuatro surcos con 40 matas de quinua.

5.6 VARIABLES DE RESPUESTA

5.6.1 FASE DE CAMPO

- **Días a la Germinación**

Para la evaluación de esta variable fue registrado en dos lecturas del número de plantas desde el momento en que éstas emergieron del suelo en más del 50 %.

Se contaron el número de plantas totales emergidas en los dos surcos de cada variedad en las 45 unidades experimentales.

- **Días a la floración**

Se estableció el número de días transcurridos desde la emergencia hasta el 50 % de floración de cada unidad experimental.

- **Días a la maduración**

Se registró el número de días transcurridos desde la fecha de siembra hasta que el 50 por ciento de plantas de cada parcela presentaron el estado de grano pastoso rayable a la uña.

5.6.2 VARIABLES MORFOLÓGICAS REGISTRADAS A LA COSECHA

- **Altura de planta**

Se seleccionó 5 plantas representativas y se tomó la altura de planta un día antes de iniciar la cosecha, con una regla graduada desde la base de la planta hasta el punto apical de la panoja.

- **Longitud de panoja**

Se registró la longitud de la panoja de cinco plantas desde la base hasta el ápice de la panoja con una regla graduada en cm, cuando las plantas llegaron a la madurez fisiológica.

5.6.3 VARIABLES DE RENDIMIENTO

- **Peso de 100 semillas**

Se contaron 100 semillas por cinco repeticiones de cada variedad por unidad experimental para luego registrar su peso correspondiente en una balanza de precisión.

- **Rendimiento de grano seco por hectárea**

Por ser parcelas pequeñas y la poca cantidad de grano, para medir esta variable se tomó en cuenta todo el grano obtenido de cada una de las unidades experimentales.

- **Evaluación de la enfermedad de mildiu**

Se consideró el siguiente procedimiento; descrito como Protocolo 10 en Danielsen y Ames (2000):

De cada parcela experimental se tomó en cuenta al azar 5 plantas representativas, de las cuales se consideró 3 hojas una de cada tercio de la planta.

Se evaluó el porcentaje de área afectada de cada hoja usando el gráfico adjunto. El promedio de las tres lecturas equivale al valor de la severidad de cada planta

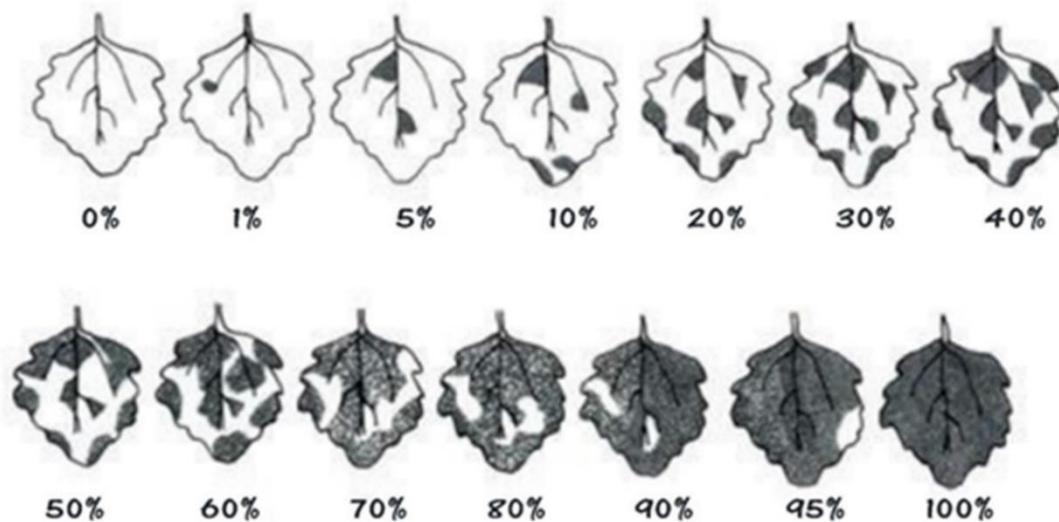


Figura 2. Escala de Evaluación para Mildiu (Danielsen y Ames, 2000)

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

Cuadro 3. Escala de evaluación de la reacción a mildiu, en hojas primarias de quinua

CAPÍTULO IV

6 RESULTADOS

6.1 TEMPERATURA

La Figura 3, nos muestra las variaciones de las temperaturas máximas, mínimas medias registradas durante el ciclo vegetativo del cultivo, donde la temperatura más alta se registró en el mes de enero con 27.5 °C, y para el mes de mayo se registró una temperatura mínima de 6.6 °C.

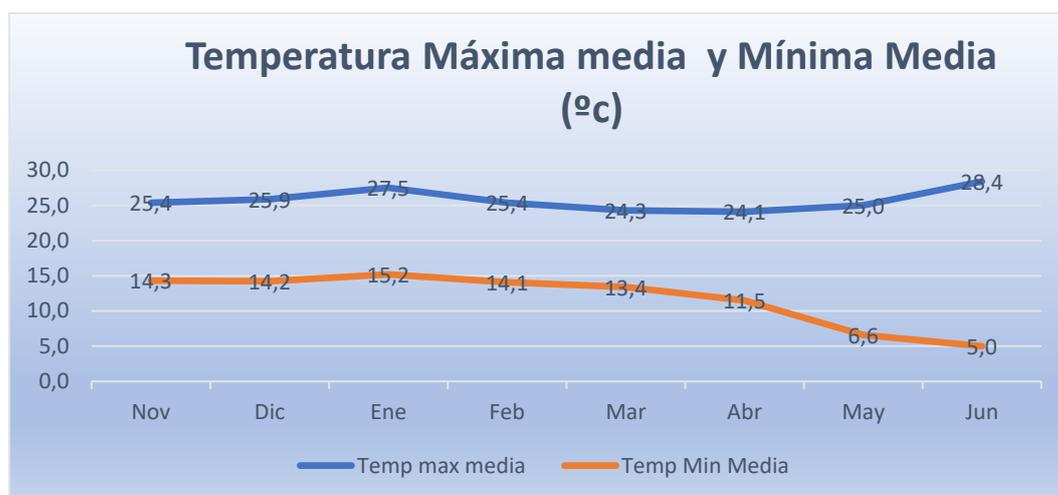


Figura 3. Rango de temperaturas máximas y mínimas mensuales (°C) durante el ciclo del Cultivo

6.2 PRECIPITACIÓN

En la Figura 4 se observa la comparación entre las precipitaciones mensuales acumuladas durante el ciclo vegetativo del cultivo en la gestión 2018 – 2019 se puede apreciar que las mayores precipitaciones fueron registradas durante el mes de febrero con 132,6mm y las menores precipitaciones se presentaron en los meses de abril y mayo con 64,6 y 5,0 mm respectivamente, con una precipitación acumulada total de 521,6 mm durante el ciclo vegetativo del cultivo.

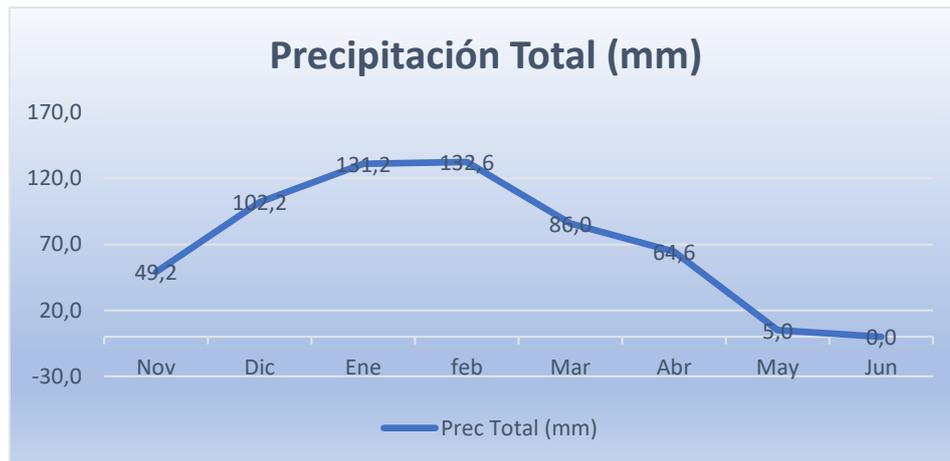


Figura 4. Curva de precipitación media mensual (mm) durante el ciclo del cultivo

También se puede advertir que se presentaron dos semanas en los dos meses Enero y Febrero con elevada precipitación: las semanas del 15 al 20 de enero y del 5 al 12 de febrero, la excesiva humedad registrada en estas fechas favoreció la presencia del mildiú (*Peronospora farinosa*) afectando al cultivo; por el contrario la presencia de granizada en una oportunidad provoco daños, que afecto el desarrollo normal de las plantas destruyendo parte de las hojas y tallos, sobretodo en plantas débiles y pequeñas.

6.3 DÍAS A EMERGENCIA

En la figura 5. se puede apreciar el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 por ciento de las plantas obtuvieron las 2 hojas verdaderas, para todos los ecotipos y accesiones de quinua trabajadas.

Realizando comparaciones mediante el Análisis de Varianza se puede apreciar (Anexo 1) que estadísticamente no existe diferencias significativas entre los tratamientos, es por eso se realizó la comparación de medias mediante la LSD fisher, donde se mostró claramente las diferencias entre los tratamientos.

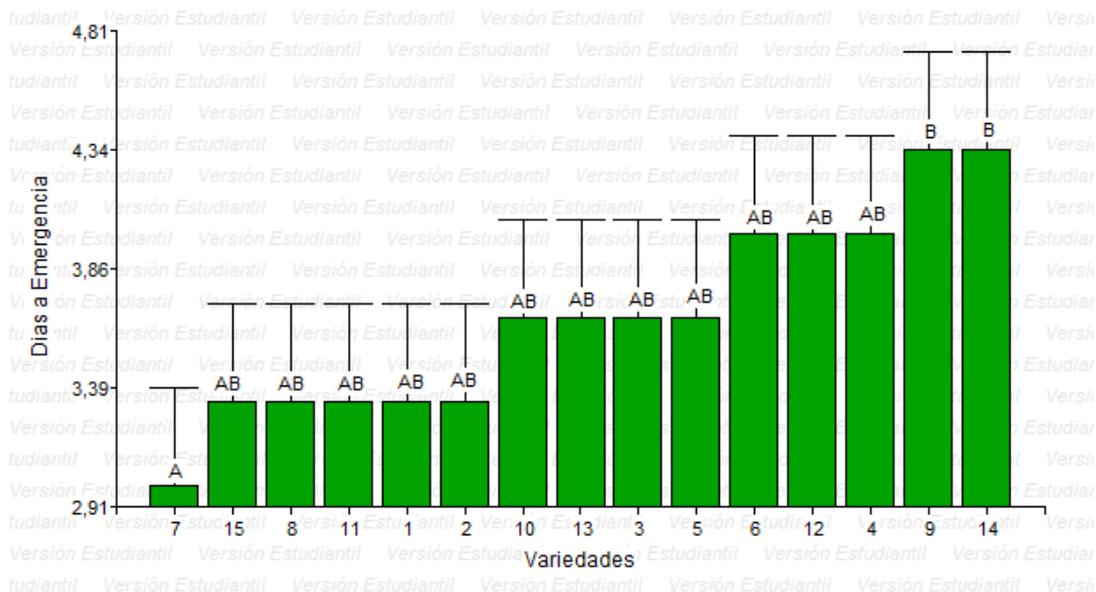


Figura 5. Total, días transcurridos hasta desde la siembra hasta el 50% de emergencia

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1,13083

Error: 0,4571 gl: 28

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
7	3,00	3	0,39	A	
15	3,33	3	0,39	A	B
8	3,33	3	0,39	A	B
11	3,33	3	0,39	A	B
1	3,33	3	0,39	A	B
2	3,33	3	0,39	A	B
10	3,67	3	0,39	A	B
13	3,67	3	0,39	A	B
3	3,67	3	0,39	A	B
5	3,67	3	0,39	A	B
6	4,00	3	0,39	A	B
12	4,00	3	0,39	A	B
4	4,00	3	0,39	A	B
9	4,33	3	0,39		B
14	4,33	3	0,39		B

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

Como se puede apreciar en la figura obtenida la Accesoión BOL 1474 fue la que tardó más en emerger del suelo aproximadamente unos 4,33 días promedio, mientras que la BOL 1558 fue una de las primeras en emerger 3 días promedio,

En esta etapa las plantas no tuvieron ninguna dificultad hasta la emergencia, no se presentó ninguna enfermedad o percance que afecte a las plántulas, en su mayoría fueron sanas y vigorosas.

Todas las accesiones fueron relativamente precoces en la etapa de emergencia, donde tardaron de 3 a 5 días aproximado, en buenas condiciones de humedad y temperatura, pueden tardar de 4 a 6 días según explica Espíndola (1994) donde corrobora, Rodríguez (2005)

6.4 DÍAS A LA FLORACIÓN

En la figura 6 se muestran el número de días transcurridos desde la siembra de las plántulas en campo hasta el momento de la floración, cuando estas alcanzaron más del 50%. En todas y cada una de las variedades estudiadas.

Haciendo el Análisis de Varianza se puede apreciar (Anexo 2) que estadísticamente no existe diferencias significativas entre los tratamientos, pero realizando la comparación de medias mediante la LSD fisher, se muestran las diferencias entre los tratamientos.

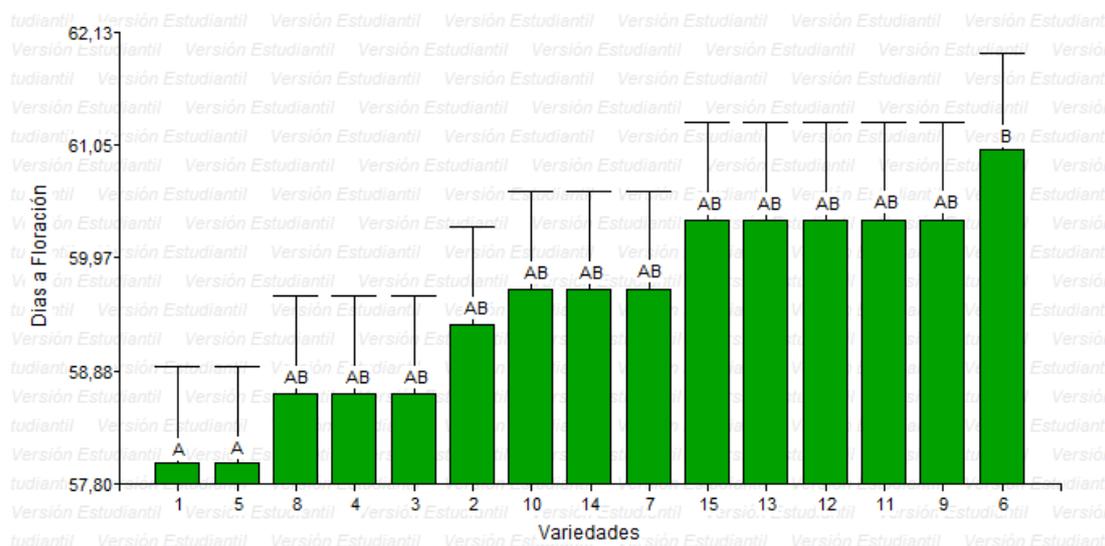


Figura 6. Total, días transcurridos hasta desde la siembra hasta el 50% de Floración

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,70179

Error: 2,6095 gl: 28

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
1	58,00	3	0,93	A
5	58,00	3	0,93	A
8	58,67	3	0,93	A B
4	58,67	3	0,93	A B
3	58,67	3	0,93	A B
2	59,33	3	0,93	A B
10	59,67	3	0,93	A B
14	59,67	3	0,93	A B
7	59,67	3	0,93	A B
15	60,33	3	0,93	A B
13	60,33	3	0,93	A B
12	60,33	3	0,93	A B
11	60,33	3	0,93	A B
9	60,33	3	0,93	A B
6	61,00	3	0,93	B

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

Se puede apreciar que los ecotipos en su mayoría fueron los más precoces en generar las flores verdaderas, mientras las accesiones fueron más tardías la BOL 1174 tardo casi una semana de diferencia con la primera que alcanzo esta etapa.

6.5 DÍAS A LA MADUREZ FISIOLÓGICA

En la figura 7 se puede apreciar el número de días transcurridos desde la emergencia de plántulas en campo hasta el momento que alcanzaron la Madurez Fisiológica.

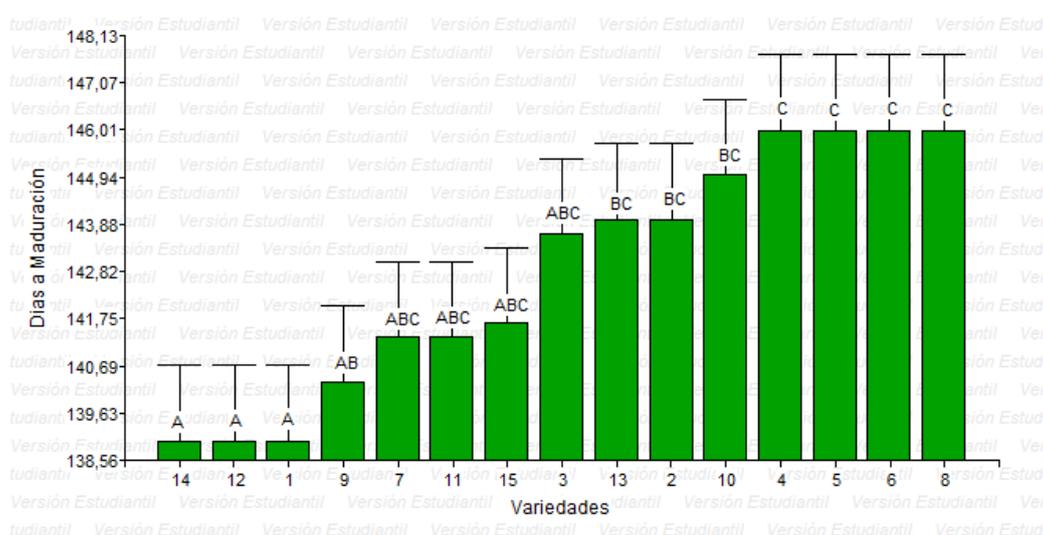


Figura 7. Total días transcurridos hasta desde la siembra hasta la Madurez Fisiológica

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=4,92331

Error: 8,6651 gl: 28

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
14	139,00	3	1,70	A		
12	139,00	3	1,70	A		
1	139,00	3	1,70	A		
9	140,33	3	1,70	A	B	
7	141,33	3	1,70	A	B	C
11	141,33	3	1,70	A	B	C
15	141,67	3	1,70	A	B	C
3	143,67	3	1,70	A	B	C
13	144,00	3	1,70		B	C
2	144,00	3	1,70		B	C
10	145,00	3	1,70		B	C
4	146,00	3	1,70			C
5	146,00	3	1,70			C
6	146,00	3	1,70			C
8	146,00	3	1,70			C

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

Como se pudo observar de manera descriptiva a cada una de las variedades en todo su desarrollo hasta llegar a la etapa de maduración del grano, claramente existen algunas

variedades más precoces, como la Ravelo 1, BOL 392, BOL 1474, Las cuales alcanzaron los 139 días, Mientras la BOL 1543, BOL 1174, PUNA PT, VALLE, fueron mucho más tardíos. 130 190 días.

Se pueden determinar que en su mayoría las variedades tuvieron una respuesta Precoz a comparación con otras Investigaciones realizadas en otras zonas, donde las respuestas fueron distintas variando desde los 130 días hasta los 200 días aproximado para llegar a la madurez fisiológica.

Bonifacio et al. (2014) manifiestan que el buen rendimiento y la precocidad de las variedades de quinua es una característica que se busca en los trabajos de mejoramiento genético, además de los otros factores referidos a tolerancia a factores bióticos y abióticos, y calidad de grano.

6.6 ALTURA DE PLANTA (cm)

El análisis combinado de variancia para la variable altura de planta (cm) (Anexo 4) evidenció diferencias no significativas entre las variedades, teniéndose un coeficiente de variación de 19,79%. Así, la comparación de medias de LSD Fisher utilizada, a un nivel de 5%, si permite ver las diferencias en la altura de planta (cm.) entre algunas variedades.

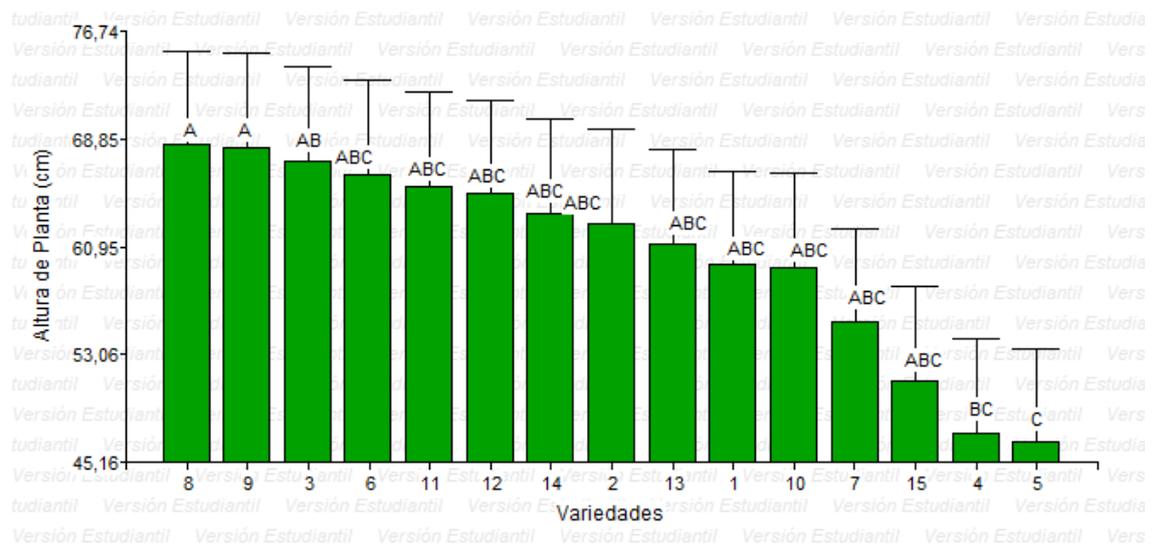


Figura 8. Altura de planta promedio y pruebas de significación de LSD Fisher

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=20,00999

Error: 143,1373 gl: 28

Varieties	Medias	n	E.E.
8	68,40	3	6,91 A
9	68,20	3	6,91 A

3	67,20	3	6,91	A	B	
6	66,27	3	6,91	A	B	C
11	65,33	3	6,91	A	B	C
12	64,80	3	6,91	A	B	C
14	63,40	3	6,91	A	B	C
2	62,67	3	6,91	A	B	C
13	61,13	3	6,91	A	B	C
1	59,60	3	6,91	A	B	C
10	59,40	3	6,91	A	B	C
7	55,40	3	6,91	A	B	C
15	51,10	3	6,91	A	B	C
4	47,27	3	6,91		B	C
5	46,60	3	6,91			C

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

Como se puede apreciar en la gráfica obtenida las Accesiones BOL 1543, BOL 2689 y la Variedad Ravelo TG obtuvieron los mayores valores de altura de planta. Pudiendo expresar un mayor tamaño final de la planta. Los menores valores de altura de planta fueron obtenidos por las variedades Puna PT y Valle.

La expresión de una mayor altura por parte de la variedad 8 (BOL 1543) y de las demás variedades se justifica por la influencia de las características genéticas y condiciones ambientales que se presentaron durante todo el ciclo vegetativo del cultivo, mostrando que las quince variedades tuvieron buena adaptabilidad a las condiciones del lugar de experimentación.

La altura de planta que puede alcanzarse durante el periodo vegetativo corresponde a las características propias de cada variedad, pero puede verse alterada por el manejo cultural, por las condiciones ambientales donde se desarrolla el cultivo y por el aspecto sanitario.

En múltiples investigaciones realizadas por Mujica y Jacobsen (2009), efectuadas con relación a la influencia de la humedad en la producción de quinua se llegó a la conclusión que con la aplicación de riego suplementario de 600 mm la quinua responde en forma significativa incrementando el crecimiento de las plantas siempre y cuando el riego sea aplicado en fracciones en las fases que más humedad requiere el cultivo de la quinua, esto explica que la no aplicación de riego en la presente investigación puede haber influido en parte de manera negativa en algunas etapas de desarrollo de las plantas que alcanzaron una altura no mayor a los 68,40 cm, a comparación de 160 cm aproximado que puede llegar en el altiplano boliviano.

6.7 LONGITUD DE PANOJA

La longitud de panoja es considerada como un componente de rendimiento, que se encuentra relacionado con el incremento o decremento del rendimiento.

El análisis combinado de varianzas para la variable longitud de panoja (cm.) (Anexo 5) evidenció diferencias no significativas entre las variedades, teniéndose un coeficiente de variación de 25,93%. La prueba de medias de LSH Fisher, a un nivel de 5%, permite ver las diferencias reales para la longitud de panoja (cm) entre las variedades.

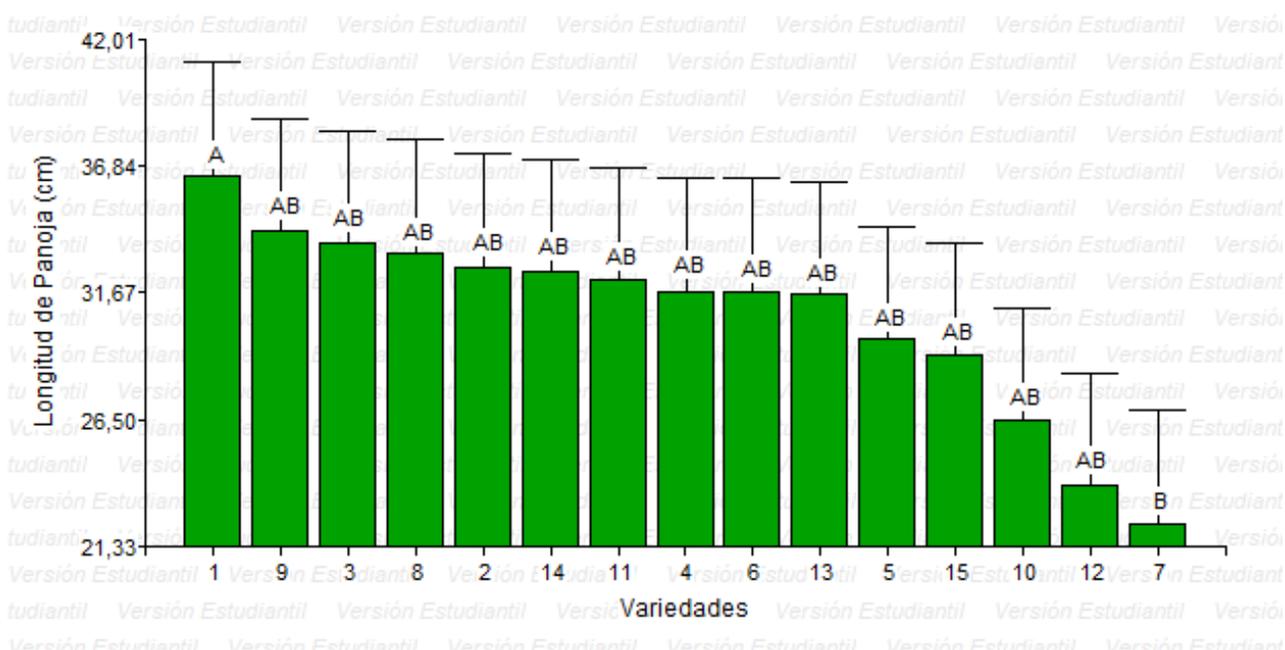


Figura 9. Longitud de panoja promedio y pruebas de significación de LSD Fisher

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=13,34376

Error: 63,6525 gl: 28

Variedades	Medias	n	E.E.		
1	36,47	3	4,61	A	
9	34,17	3	4,61	A	B
3	33,67	3	4,61	A	B
8	33,30	3	4,61	A	B
2	32,73	3	4,61	A	B
14	32,53	3	4,61	A	B
11	32,20	3	4,61	A	B
4	31,73	3	4,61	A	B
6	31,73	3	4,61	A	B
13	31,60	3	4,61	A	B
5	29,80	3	4,61	A	B
15	29,13	3	4,61	A	B
10	26,47	3	4,61	A	B
12	23,80	3	4,61	A	B
7	22,27	3	4,61		B

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

Como se puede observar en la figura 7 la variedad Ravelo alcanzó un mayor desarrollo en cuanto a la longitud de la panoja alcanzando un mayor valor la accesión BOL 2689 también tuvo un buen desarrollo, mientras las Accesiones BOL 1558, BOL 392 obtuvieron un menor desarrollo quedando en muy por debajo de las otras accesiones.

Según información proporcionada por un técnico especializado en el área; Indica que según los resultados obtenidos, La longitud de la panoja no tiene una relación directa con la altura de planta, ya que las variedades que registraron las mayores longitudes de panoja fueron plantas que solo formaron una panoja en la parte central, Mientras las variedades que tenían una mayor altura de planta tuvieron ramificaciones y registraron una cantidad mayor de panojas pequeñas, también se puede justificar este hecho probablemente por la severidad del mildiu en la época de Floración la cual afecta notoriamente tanto en el crecimiento y desarrollo de las panojas, se pudo evidenciar que en las plantas más afectadas las panojas registraron una longitud inferior, que aquellas que tenían menor porcentaje de severidad.

6.8 VARIABLES DE RENDIMIENTO

6.8.1 PESO DE 100 GRANOS

El peso de 100 semillas es de mucha utilidad en el campo de la agronomía, ya que conociendo este valor y el número de semillas por kilogramo se podrá estimar y recomendar la cantidad de semilla a utilizarse; es decir, nos ayudará a recomendar la densidad de siembra para cada variedad. También se constituye en una característica para apreciar la calidad del producto final.

El análisis de variancia para esta variable arrojó diferencias no significativas entre las variedades en estudio y un coeficiente de variación de 8.17% (Anexo 6).

Por su parte, la prueba de medias de LSD Fisher permitió ver diferencias entre algunas variedades las cuales podemos apreciar divididas en tres grupos.

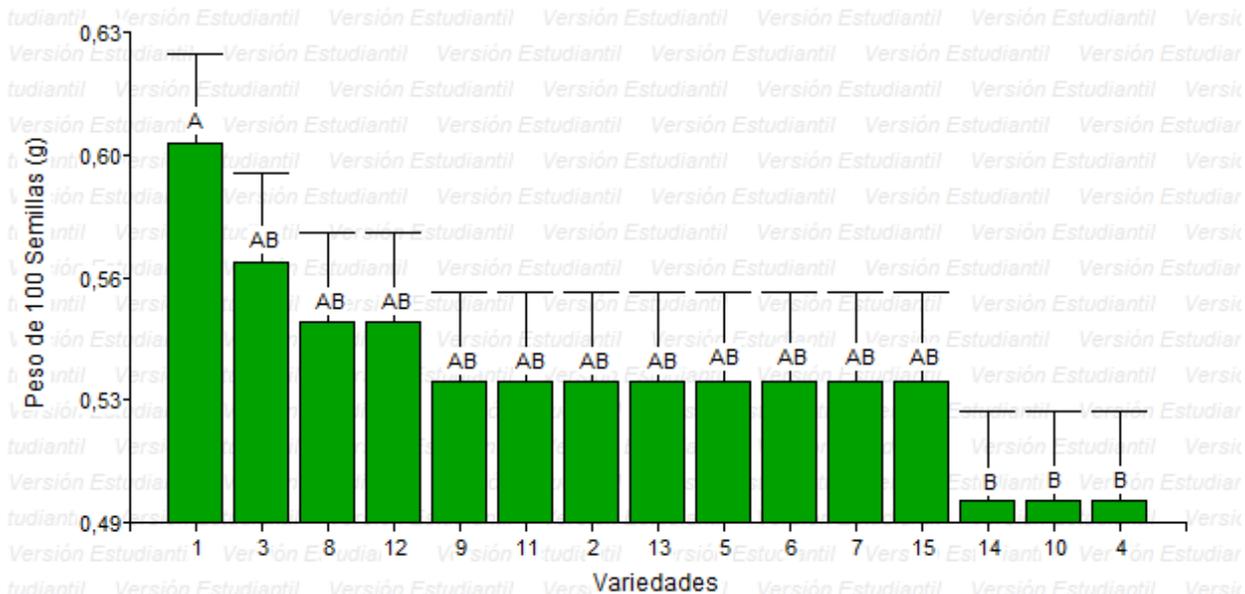


Figura 10. Peso de 100 gramos promedio y pruebas de significación de LSD Fisher

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,07315

Error: 0,0019 gl: 28

Varietades	Medias	n	E.E.		
1	0,60	3	0,03	A	
3	0,57	3	0,03	A	B
8	0,55	3	0,03	A	B
12	0,55	3	0,03	A	B
9	0,53	3	0,03	A	B
11	0,53	3	0,03	A	B
2	0,53	3	0,03	A	B
13	0,53	3	0,03	A	B
5	0,53	3	0,03	A	B
6	0,53	3	0,03	A	B
7	0,53	3	0,03	A	B
15	0,53	3	0,03	A	B
14	0,50	3	0,03		B
10	0,50	3	0,03		B
4	0,50	3	0,03		B

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

Así, las variedades que mostraron un mayor peso de 100 granos fueron Ravelo I y Ravelo TG, con 0,60 y 0,57g respectivamente. El menor valor en peso de 100 g fue obtenido por la variedad Valle, que registró 0,50 g.

Al respecto Tapia (2009) y Ritva (2011) coinciden en que el peso de 100 semillas está estrechamente relacionado con el tamaño de las mismas, entonces observando los resultados podemos deducir que la variedad Ravelo 1, tuvo semillas de mayor tamaño y mejor calidad en comparación con las otras variedades,

Según un estudio realizado en el Altiplano norte por Apaza Quispe R. (2006) alcanzo resultados de 0,526g el peso de 100g de Quinoa, lo cual nos indica que los resultados obtenidos en la presente investigación son relativamente mayores en algunas variedades RAVELO 1 0,60g Ravelo 2 TG 0,57g, lo cual demuestra que sí se puede producir grano de muy buena calidad en esta zona.

6.8.2 RENDIMIENTO KG/HA

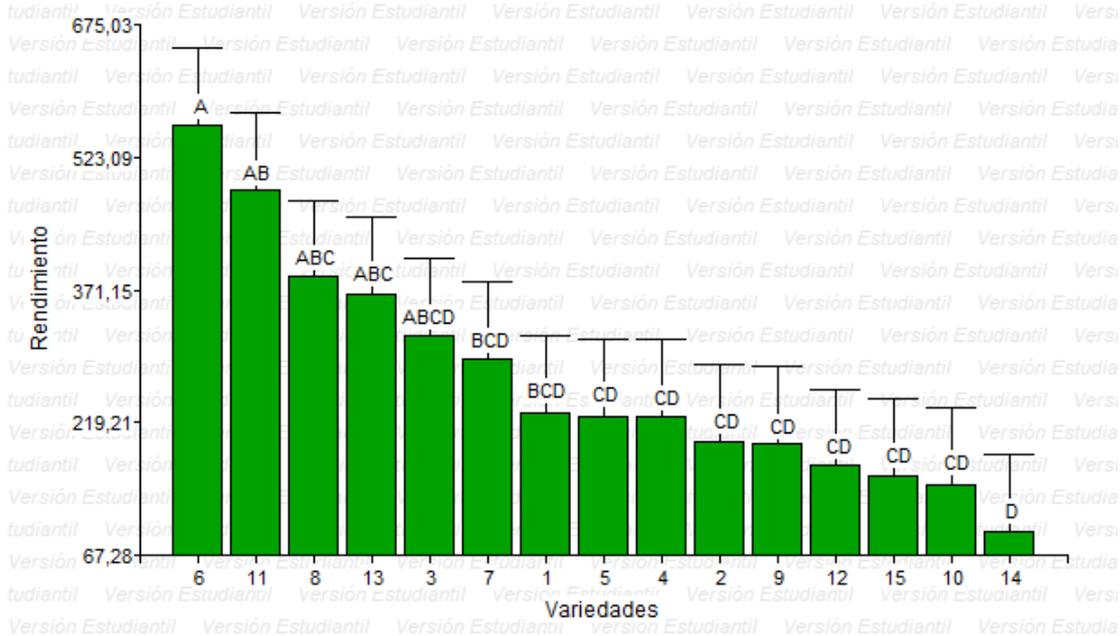


Figura 11. Prueba de Rendimiento Promedio y pruebas de significación de LSD Fisher

El análisis combinado de variancia para la variable rendimiento de grano (kg/ha) (Anexo 7) evidenció diferencias significativas entre las variedades y accesiones teniéndose un coeficiente de variación de 56,61%. Así, la prueba de medias de LSD Fisher, a un nivel de 5%, permite ver las diferencias entre las variedades de quinoa.

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=255,81618

Error: 23394,5638 gl: 28

Tratamiento	Medias	n	E. E.
6	559,10	3	88,31 A
11	486,23	3	88,31 A B
8	385,70	3	88,31 A B C
13	366,00	3	88,31 A B C
3	318,90	3	88,31 A B C D
7	292,63	3	88,31 B C D
1	230,83	3	88,31 B C D
5	225,57	3	88,31 C D
4	225,53	3	88,31 C D
2	196,87	3	88,31 C D
9	196,03	3	88,31 C D
12	169,50	3	88,31 C D
15	157,47	3	88,31 C D
10	147,47	3	88,31 C D

14 94,90 3 88,31 D
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

La accesión BOL 1174 fue una de las que más rendimiento obtuvo, con una cifra mucho mayor que las demás, 559,10 kg/ha, seguidas por la accesión BOL 2712, 486,23kg/ha y BOL 1543, 385,70 kg/ha.

Se puede apreciar que todas las demás accesiones están en un nivel muy bajo quedando la accesión BOL 1474 94,4 kg/ha como una de las más bajas en rendimiento no recomendable para tener una Producción comercial.

La producción de panojas secundarias, producto del desarrollo de ramificaciones, se pudo observar en algunas variedades que alcanzaron mayor altura, éstas presentaron una menor longitud de panojas las cuales afectaron en el rendimiento final.

En un artículo publicado en internet por Sven Erik Jacobsen (enero 2019) indica que el rendimiento de quinua en Bolivia va en crecimiento desde 460 kg/ha promedio, en 2016 hasta los 580 kg/ha promedio en 2018 Se pretende llegar a los 600 Kg/ha en los próximos años.

6.9 GRADO DE SEVERIDAD DEL MILDIUM

Hay que precisar que, entre las variedades, en ambos sistemas de cultivo, la respuesta o el comportamiento con el mildiu, fue distinto. La evaluación del nivel de infestación de las plantas, en base al área foliar afectada, fue realizada tomando una hoja de cada tercio de una planta, como proponen Danielsen y Ames (2000), teniéndose un promedio final de toda la unidad experimental.

La evaluación del área foliar afectada por el mildiu fue realizada en todas y cada una de las variedades de quinua, evaluando cinco plantas por cada parcela experimental.

El análisis de varianza (Anexo 8), mostró diferencias visibles al 5% de probabilidad ($Pr < 0.05$) para todos los tratamientos donde el análisis mostró un C.V. de 29,56 para el control de las variaciones existentes.

En la comparación de medias por la LSD Fisher se puede apreciar las diferencias significativas que existen entre la Variedades al 5% de Probabilidad

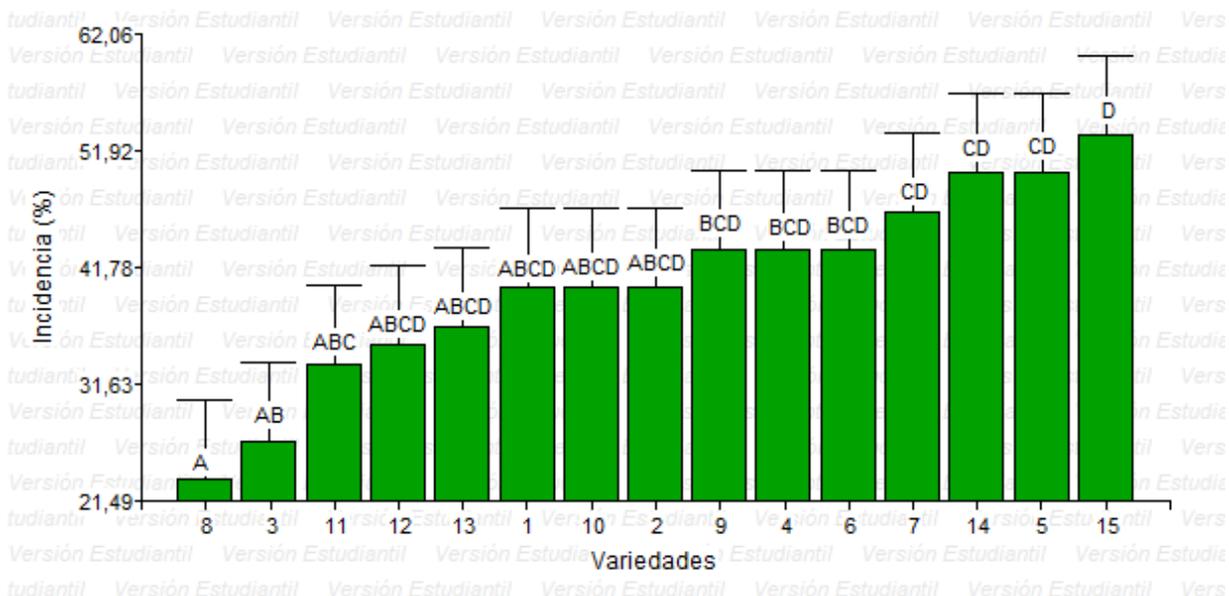


Figura 12. Grado de Severidad de Mildiu y pruebas de significación de LSD Fisher

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=19,94036

Error: 142,1429 gl: 28

Tratamiento	Medias	n	E.E.				
8	23,33	3	6,88	A			
3	26,67	3	6,88	A	B		
11	33,33	3	6,88	A	B	C	
12	35,00	3	6,88	A	B	C	D
13	36,67	3	6,88	A	B	C	D
1	40,00	3	6,88	A	B	C	D
10	40,00	3	6,88	A	B	C	D
2	40,00	3	6,88	A	B	C	D
9	43,33	3	6,88		B	C	D
4	43,33	3	6,88		B	C	D
6	43,33	3	6,88		B	C	D
7	46,67	3	6,88			C	D
14	50,00	3	6,88			C	D
5	50,00	3	6,88			C	D
15	53,33	3	6,88				D

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

Teniendo todos los datos de acuerdo al Porcentaje Obtenido se hizo la valoración de cada uno de los datos en la escala del grado de severidad.

ESCALA	% DE HOJA INFECTADA	VARIETADES	SEVERIDAD (%)	CLASE
0	0	-	-	Inmune
1	0-10	-	-	Muy resistente

2	10-25	BOL 1543	23,33	Moderadamente Resistente
3	25-50	Ravelo TG	26,67	Moderadamente susceptible
		BOL 2712	33,33	
		BOL 392	35,00	
		BOL 1777	36,67	
		Ravelo 1	40,00	
		BOL 624	40,00	
		Sucre 1	40,00	
		BOL 2689	43,33	
		Valle	43,33	
		BOL 1174	43,33	
4	50-100	BOL 1558	46,67	Muy susceptible
		BOL 1474	50,00	
		Puna PT.	50,00	
		BOL 2251	53,33	

Cuadro 4. Escala de evaluación de la reacción a mildiu, en hojas primarias de quinua

Como se puede apreciar en el cuadro 4, sólo hay una accesión moderadamente resistente a la afección de Mildiu BOL 1543 con un porcentaje favorable de 23.33 %, después en su mayoría están situados en el rango de moderadamente susceptibles, si no se hace el control respectivo podría ser seriamente afectada y ocasionar grandes pérdidas en la producción.

Las accesiones BOL 1474, BOL 2251 y la variedad Puna PT, se sitúan en el rango de muy susceptible, si no se hace controles químicos estrictos a su tiempo, se puede tener pérdidas totales de todo el cultivo.

Estos resultados muestran que las accesiones de quinua evaluadas no son tan resistentes como se esperaba y esto es corroborado por las investigaciones similares realizadas en La Paz Bolivia por Miluska Gianina et al (2017) en su evaluación de 100 accesiones de quinua en Ñacabaya, llegó a concluir que es la enfermedad más importante de la quinua, originando daños muy severos, por lo tanto, el control y el buen manejo es muy importante en estas zonas.

Como indican Ames y Danielsen (2001) la excesiva humedad que se acumula generalmente en la base de la planta cuando la densidad de plantas es mayor, es donde se

inicia la propagación de esta enfermedad, se observó que las accesiones son relativamente susceptibles cuando las precipitaciones son más frecuentes ya que esto genera mayor humedad relativa, que cual provoca que las condiciones sean más favorables para la formación y propagación del organismo causante.

6.10 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE PEARSON

	AP	LP	P100S	s	R
AP	1,00	0,43	0,43	0,10	0,02
LP	-0,12	1,00	0,60	0,84	0,91
P100S	0,12	-0,08	1,00	0,33	0,07
IN	-0,25	-0,03	-0,15	1,00	0,51
R	0,34	0,02	0,27	-0,10	1,00

Cuadro 5 Análisis de Correlación de Pearson, AP= Altura de planta, LP=Longitud de Panoja, P100S= Peso de 100 semillas S=Severidad de Mildiu R=Rendimiento

La correlación más alta y positiva se dio entre las variables LP y R ($r = 0,91$). Otras variables altamente y positivamente correlacionadas con LP fueron: S ($r = 0,84$), P100S ($r = 0,60$). Por otra parte, existió una negativa correlación entre S y AP ($r = -0,25$).

En las accesiones evaluadas, las plantas con mayor altura de planta poseen una mayor longitud de Panoja una mayor calidad de Grano, la severidad de la afección de Mildiu es relativamente bajo, pero no posee un rendimiento elevado.

Las plantas que tienen una longitud mayor de Panoja Son plantas que tienen menor altura, mayor calidad de grano, la severidad de la afección de Mildiu es también aceptable y un elevado Rendimiento.

Se puede apreciar también que la calidad de grano es mucho mejor cuando la severidad de la afección de Mildiu es menor y controlado.

La severidad de mildiu afecta Negativamente en la Altura de Planta, en la Longitud de Panoja en la calidad del grano, y sobre todo en el Rendimiento.

6.11 DETERMINACIÓN DE VARIABLES DESEADOS

Prueba Hotelling Alfa=0,05

Error: Matriz de covarianzas común gl: 28

Tratamiento	Altura de Planta	Longitud de Panoja	Peso de 100 semillas	Severidad	Rendimiento	n
13	61,13	31,60	0,53	36,67	366,00	3 A B C
12	64,80	23,80	0,57	35,00	169,50	3 A B C
9	68,20	34,17	0,53	43,33	196,03	3 A B C
10	59,40	26,47	0,50	40,00	147,47	3 A B C
1	59,60	36,47	0,60	40,00	230,83	3 A B C
2	62,67	32,73	0,53	40,00	196,87	3 A B C
3	67,20	33,67	0,57	26,67	318,90	3 A B C
4	47,27	31,73	0,50	43,33	225,53	3 A B C
6	66,27	31,73	0,53	43,33	559,10	3 A B
11	65,33	32,20	0,53	33,33	486,23	3 A B
8	68,40	33,30	0,57	23,33	385,70	3 A
15	51,10	29,13	0,53	53,33	157,47	3 B C
5	46,60	29,80	0,53	50,00	225,57	3 B C
7	55,40	22,27	0,53	46,67	292,63	3 B C
14	63,40	32,53	0,50	50,00	94,90	3 B

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

Cuadro 6. Análisis multivariado mediante Prueba de Hotelling

Realizando un análisis de todas y cada una de las Variables de respuesta se puede apreciar que:

La Variedad más recomendable para poder multiplicar y producir es la accesión BOL 1543 obtuvo una mayor altura de Planta 68,40 cm promedio, las panojas fueron de 33,30 cm promedio, un peso aceptable de granos confirmando una buena calidad de las 100 semillas obteniendo 0.57g de peso, la afección de Mildiu fue un registro de los más bajos, alcanzando moderadamente resistente en la escala de Danielsen y Ames en un 23,33 % y un rendimiento aceptable de 385,70 kg/ha, sin duda el que más rendimiento obtuvo es la accesión BOL1174 con 559,10 kg/ha promedio.

Variedad	AP (cm)	LP (cm)	P100S (g)	S (%)	R (Kg/ha)
BOL 1543	68,40	33,30	0,57	23,33	385,70
BOL 1174	66,27	31,73	0,53	43,33	559,10
BOL 2712	65,33	32,20	0,53	33,33	486,23
BOL 1777	61,13	31,60	0,53	36,67	366,00
RAVELO TG	67,20	33,67	0,57	26,67	318,90

Cuadro 7. Ecotipos y/o Accesiones con características deseables (AP=Altura de planta, LP= Longitud de Panoja P100S= Peso 100 Semillas S=Severidad R=Rendimiento)

CAPÍTULO V

7 CONCLUSIONES

1. Se logró cumplir con cada uno de los objetivos planteados en el documento, donde se culminó con el ciclo fenológico del cultivo de la quinua, de la misma forma se aplicó las dosis necesarias en cuanto a fertilización, control del mildiu, y las labores culturales pertinentes en las diferentes fases fenológicas que requería el cultivo, logrando de esta manera obtener un rendimiento para la evaluación de las variables planteadas.

2. De las quince variedades evaluadas en la investigación, la accesión BOL 1543 fue la que registró la mayor resistencia a la enfermedad del mildiu, considerada como “moderadamente resistente”, también obtuvo una mayor altura de planta, (68,40), con un aceptable rendimiento 578,50 kg/ha, fue una de las mejores en adaptarse al ambiente de la zona, en cambio la accesión BOL 2251 presentó resultados de los más negativos, por lo cual es la menos promisorias para fines de producción comercial.

3. La producción de panojas secundarias, producto del desarrollo de ramificaciones, se pudo observar en algunas variedades que alcanzaron mayor altura, éstas presentaron una menor longitud de panojas, las cuales afectaron al rendimiento final, entonces se puede deducir que las ramificaciones no son favorables para tener un mejor rendimiento.

4. La enfermedad de mildiú, debido a condiciones favorables de clima y la susceptibilidad de las accesiones se desarrolló muy rápidamente alcanzando los valores más altos de 50 a 60 por ciento a los 50 días después de la siembra del cultivo para luego ir disminuyendo su severidad con los controles realizados.

5. Se obtuvo la semilla de todas y cada una de las variedades estudiadas, las mismas serán sometidas a nuevas investigaciones en otras zonas alternas, en distintas épocas de siembra, y observar el comportamiento sobre su adaptación.

8 RECOMENDACIONES

Se recomienda incentivar el cultivo de la Accesoión BOL1174 en la zona de estudio o similares, el cual presentó en la mayoría de las variables, características favorables en su adaptación y obtuvo uno de los mejores rendimientos.

Se recomienda a los agricultores de la zona, fomentar la producción de Quinoa, el cual trae muchos beneficios tanto alimenticios como económicos, por ser uno de los granos más apreciados por el alto valor proteico de alrededor de 13,8 % por cada 100 gramos de quinoa.

Para el control de la enfermedad del mildiu, se recomienda realizar un manejo integrado, elaborando una estrategia básicamente de prevención, cuando el grado de severidad llega a niveles altos provoca la disminución radical de las plantas.

Según las condiciones climáticas de la zona de los valles, es aconsejable realizar controles más oportunos de malezas en el cultivo de Quinoa, porque éstas se convierten en un entorno muy favorable para la Propagación del mildiu.